# ผลของปริมาณเกลือต่อคุณภาพของปลาสลิดตากแห้ง

# Effect of salt solution on quality of dried Snakeskin gourami (*Trichogaster pectoralis*)

**พรพิมล กาญจนวาศ**

**ชัยรัตน์ เตชวุฒิพร**

**อลิษา สุนทรวัฒน์**

**ชวนพิศ จิระพงษ์**

**การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ**

**ปีการศึกษา 2558**

# ผลของปริมาณเกลือต่อคุณภาพของปลาสลิดตากแห้ง

# Effect of salt solution on quality of dried Snakeskin gourami (*Trichogaster pectoralis*)

พรพิมล กาญจนวาศ
ชัยรัตน์ เตชวุฒิพร
อลิษา สุนทรวัฒน์
ชวนพิศ จิระพงษ์

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
ปีการศึกษา 2558

**ชื่อเรื่อง** ผลของปริมาณเกลือต่อคุณภาพของปลาสลิดตากแห้ง

**ผู้วิจัย** พรพิมล กาญจนวาศ
ชัยรัตน์ เตชวุฒิพร
อลิษา สุนทรวัฒน์
ชวนพิศ จิระพงษ์
**สถาบัน** มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

**ปีที่พิมพ์** 2563
**สถานที่พิมพ์** มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
**แหล่งที่เก็บรายงานฉบับสมบูรณ์** มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
**จำนวนหน้างานวิจัย** 39 หน้า
**คำสำคัญ** ปลาสลิดแดดเดียว, ความเค็ม, การเก็บรักษา, คุณภาพทางประสาทสัมผัส
**ลิขสิทธิ์** มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

## บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของปริมาณของเกลือที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตปลาสลิดแดดเดียวตั้งแต่ 0%, 3%, 5%, 7% และ 9% โดยวัดปริมาณเกลือสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 19-157 กรัมต่อ 100 กรัม จากการใช้เกลือในขั้นตอนการแปรรูปสามารถจัดกลุ่มปลาสลิดแดดเดียวออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ปลาสลิดชนิดเค็มน้อย (เกลือ 5%) และเค็มปานกลาง (เกลือ 5-10%) พบว่าการใช้เกลือปริมาณ 7% สามารถยับยั้งการเจริญของยีสต์และเชื้อราได้ดี และสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ได้สูงสุดเป็นระยะเวลา 6 วัน โดยไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ภายหลังการทอดและทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าปลาสลิดที่ใช้เกลือปริมาณ 7% มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงกว่าเมื่อเทียบกับการใช้เกลือที่ปริมาณอื่น

**Research Title :** Effect of salt solution on quality of dried Snakeskin gourami (*Trichogaster pectoralis*)

**Researchers :** Pornpimon Kanjanavas
Chairat Techavuthiporn
Alisa Soontornwat
Chaunpis Jirapong
**Institution :** Huachiew Chalermprakiet University

**Year of Publication :** 2020
**Publisher :** Huachiew Chalermprakiet University
**Sources :** Huachiew Chalermprakiet University
**No. of pages :** 39 pages
**Keywords :** salty dried snakeskin fish, salty, self-life, organoleptic quality

**Copyright** : Huachiew Chalermprakiet University

## Abstract

The effect of salt solution (0%, 3%, 5%, 7% and 9%) representing as salinity for dried snakeskin fish production was studied. The final concentration of fish salinity was ranged between 19-157 g/100 g. From the point of application, dried fish sample could be divided into two groups which was low salinity ($\leq$ 5% of salt solution) and moderate salinity (5-10% of salt solution). In addition, treated dried fish sample with 7% salt solution could inhibit the growth of yeast and mold and prolong its shelf-life to 6 day during storage at 4 $^{o}$C. Moreover, deep frying of treated sample with 7% salt solution showed higher score of preference test when compared with other treatments.

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นักศึกษาหลักสูตรจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม ผู้ช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่หลักสูตรจุลชีววิทยาอุตสาหกรรมทุก ๆ ท่าน ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกด้วยดีตลอดการทำวิจัย และขอขอบพระคุณทางมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงมาด้วยดีมา ณ โอกาสนี้

พรพิมล กาญจนวาศ

ชัยรัตน์ เตชวุฒิพร

อลิษา สุนทรวัฒน์

ชวนพิศ จิระพงษ์

กันยายน 2562

**สารบัญ**

**หน้า**


บทคัดย่อภาษาไทย ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ข
กิตติกรรมประกาศ ค
สารบัญ ฆ
สารบัญตาราง จ
สารบัญรูปภาพ ฉ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย 3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 ปลาสลิด 4
2.2 แหล่งที่พบปลาสลิด 4
2.3 อัตราการผลิตปลาสลิด 5
2.4 การเสื่อมเสียและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาสลิดสด 6
2.5 การแปรรูปปลาสลิด 8
2.6 การวัดคุณภาพของปลาสลิดแปรรูป 12
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย 15

3.1 อุปกรณ์ และสารเคมี ที่ใช้ในการทดลอง 15

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย 16

บทที่ 4 ผลการวิจัย 20

4.1 ผลการเก็บตัวอย่างปลาสลิดและทำการแปรรูปเป็นปลาสลิดแดดเดียว 20

4.2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส 20

4.3 ผลทดสอบการเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียว 22

4.3.1 ผลการศึกษาการเจริญของจุลินทรีย์ 22

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ค่า water activity ($a_w$) 24

4.3.3 ผลการวิเคราะห์ค่า pH 25

4.3.4 ผลการวิเคราะห์ค่าโปรตีน 25

บทที่ 5 อภิปรายผลการวิจัย 27

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 31

บรรณานุกรม 32

ภาคผนวก

ก. วิธีการเตรียมสารเคมี 36

ข. ประวัติย่อผู้วิจัย 37

ค. แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส 39

**สารบัญตาราง**


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2-1 | ปริมาณการผลิตปลาสลิดในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2558 | 6 |
| 4-1 | ปริมาณเกลือจากตัวอย่างปลาสลิดก่อนและภายหลังการแปรรูป | 20 |

**สารบัญรูปภาพ**


| | ภาพที่ | หน้า |
|---|---|---|
| 2-1 | การกระจายของปลาสลิด | 5 |
| 2-2 | อัตราการผลิตปลาสลิดจากทั่วโลก | 6 |
| 4-1 | คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของปลาสลิดตากแห้งทอดเพื่อแปรปริมาณเกลือ | 21 |
| 4-2 | ปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างปลาสลิดแดดเดียวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน (ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation; SD)) | 23 |
| 4-3 | ปริมาณของยีสต์และเชื้อราในตัวอย่างปลาสลิดแดดเดียวในระหว่างการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน (ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation; SD)) | 23 |
| 4-4 | ค่า water activity ($a_w$) ในตัวอย่างปลาสลิดแดดเดียวในระหว่างการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน (ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation; SD)) | 24 |
| 4-5 | ค่า pH ในปลาสลิดแดดเดียวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน (ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation; SD)) | 25 |
| 4-6 | ปริมาณ protein content ในปลาสลิดแดดเดียวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation; SD)) | 26 |

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปลาสลิดเป็นปลาน้ำจืดเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นที่นิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายเพราะเป็นปลาที่มีราคาสูง และจากการสำรวจพบว่าปลาสลิดนิยมบริโภคแบบทำเค็มตากแห้งมากที่สุด คิดเป็น 83.3% ของการประมงสัตว์น้ำจืด รองลงมาคือการบริโภคสด ทำการหมักดอง นึ่ง/ย่าง และอื่นๆ คิดเป็น 15.83% 0.49% 0.37% และ 0.01% ของการประมงสัตว์น้ำจืด ตามลำดับ (สถิติประมงน้ำจืดปี, 2545) ปลาสลิดแปรรูปเป็นที่นิยมแพร่หลาย มีราคาค่อนข้างสูง มีกลิ่นหอมรสชาติอร่อย เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและภายนอกประเทศ ซึ่งมีทั้งประเทศในเอเชีย ตะวันออกกลาง ยุโรป และ อเมริกา ปลาสลิดเค็ม หมายถึง ปลาสลิดสดที่ได้ตัดแต่งโดยขอดเกล็ด ตัดหัว ควักไส้ และล้างให้สะอาดด้วยน้ำเกลือเจือจาง แล้วผ่านการทำเค็มและการทำแห้ง ซึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาสลิดเค็มจะแบ่งปลาสลิดเค็มตามปริมาณเกลือได้ 3 ชนิด คือ ชนิดเค็มน้อย (เกลือ 5%) เค็มปานกลาง (เกลือ 5-10%) และ เค็มมาก (เกลือ>10%) (ศรวณีย์ รอดเที่ยง, 2542) ซึ่งเกลือจะทำหน้าที่เพิ่มรสชาติและช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เกลือที่ความเข้มข้นต่ำจะมีผลไปกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ในขณะที่เกลือความเข้นข้นสูงจะยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยช่วงความเข้มข้นนี้จะแตกต่างกันสำหรับจุลินทรีย์แต่ละชนิด เกลือจะทำให้ค่า water activity ($a_w$) ของระบบลดลงจึงทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ นอกจากนี้เกลือยังทำให้เกิดการดึงน้ำออกจากเซลล์ส่งผลให้ความดันออสโมติกสูงขึ้น ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้และช่วยจำกัดจำนวนของแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของอาหารเน่าเสียได้อีกด้วย (Yanganza *et al*., 2009) ปลาเค็มที่ดีจะปราศจากสิ่งแปลกปลอม เช่น ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลของแมลง หนอน หนู และนก ดิน ทราย และกรวด มีปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดได้ไม่เกิน 0.3% มีตะกั่วไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $1x10^6$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม มีเชื้อ *Staphylococcus aureus* ต้องไม่เกิน $1x10^2$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เชื้อราต้องไม่เกิน $2x10^2$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2536)

เกลือแกงหรือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 1 กรัม จะมีโซเดียมเป็นส่วนประกอบอยู่ประมาณ 0.4 กรัม ร่างกายมนุษย์มีความจำเป็นต้องใช้ โซเดียมแค่ 0.25-0.5 กรัมต่อวัน (Brown *et al*., 2009) ค่าเพดานความเค็มสูงสุดเป็นปริมาณมากที่สุดที่ปลอดภัยต่อการบริโภค คือ ให้บริโภคเกลือแกงหรือ

โซเดียมคลอไรด์ได้มากที่สุดไม่เกิน 6 กรัมต่อคนต่อวัน (ซึ่งจะมีโซเดียมเป็น ส่วนประกอบอยู่ประมาณ 2.4 กรัม) หรือเทียบเท่ากับเกลือแกงแบบร่วนละเอียดประมาณ 1 ช้อนชา ซึ่งถือว่าเป็นค่าเพดานความเค็มสูงสุด ที่เป็นที่ยอมรับตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization; WHO) หากรับประทานเกลือมากเกินไปอาจก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคหัวใจ โรคหลอดเลือด โรคไต บวมน้ำ กระดูกพรุน หอบหืด ความดัน รวมไปถึงโรค autoimmune (Kleinewietfeld *et al*., 2013)

ปลาสลิดตากแห้งบางบ่อมีชื่อเสียงโด่งดัง จนทำให้มีผู้สนใจเป็นผู้แปรรูปเป็นจำนวนมาก ซึ่งการใช้ปริมาณเกลือในการทำปลาสลิดตากแห้งควรอยู่ในปริมาณที่เหมาะสมหรืออยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค นอกจากนี้ปริมาณของเกลือแกงที่ใช้สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาปลาสลิดตากแห้งได้ จึงเป็นที่มาของงานวิจัยชิ้นนี้เพื่อหาระดับความเข้มข้นของเกลือแกงในปลาสลิดตากแห้งที่เหมาะสมและสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาปลาสลิดตากแห้งได้

**1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1.เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อปริมาณของเกลือแกงที่ใช้ในกระบวนการผลิตปลาสลิดแดดเดียวตากแห้ง

2.เพื่อศึกษาปริมาณของเกลือแกงที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาของปลาสลิดแดดเดียวตากแห้ง

3.เพื่อศึกษาจำนวนของจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในปลาสลิดแดดเดียวตากแห้งในระหว่างการเก็บรักษา

4.เพื่อเผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยไปสู่ชุมชนคลองด่านซึ่งเป็นสถานที่จำหน่ายปลาสลิดตากแห้ง

**1.3 สมมติฐานของการวิจัย**

ปลาสลิดที่ได้จากการแปรรูปโดยใช้ปริมาณของเกลือแกงที่แตกต่างกันจะทำให้ผู้บริโภคมีความพึงพอใจได้แตกต่างกันและปลาสลิดที่ได้จากการแปรรูปที่ใช้ปริมาณของเกลือที่แตกต่างกันจะทำให้มีอายุในการเก็บรักษาแตกต่างกัน

**1.4 ขอบเขตของการวิจัย**

นำปลาสลิดจากบ่อเลี้ยงจังหวัดสมุทรปราการที่มีขนาดใกล้เคียงกันอายุ 7-8 เดือน มาทำการแปรรูปเป็นปลาสลิดตากแห้ง โดยแปรความเข้มข้นของเกลือที่ใช้ในการแปรรูป หลังจากได้ปลาสลิดแดดเดียวตากแห้งจะนำไปบรรจุถุงในระบบสุญญากาศเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และนำมาตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดทุก ๆ 3 วัน และวัดค่า water activity ($a_w$) นอกจากนี้นำปลาสลิดแดดเดียวตากแห้งที่มีความเข้มข้นของเกลือที่ต่างกันภายหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 1 วัน หั่นเป็นชิ้นขนาด 1x1 ตารางนิ้ว และไปทอดด้วยน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที นำไปให้อาสาสมัครจำนวน 111 คน ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสเพื่อทดสอบหาความเข้มข้นของเกลือที่เหมาะสมที่สุดสำหรับทำปลาสลิดแดดเดียวตากแห้ง

**1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1. ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยจะสามารถเป็นข้อมูลพื้นฐาน ในการส่งเสริมการแปรรูปปลาสลิด
2. ผลงานวิจัยจะเป็นแนวทางในการใช้ปริมาณเกลือที่เหมาะสมต่อผู้บริโภคและเป็นแนวทางเก็บรักษาปลาสลิดตากแห้งแก่คนในชุมชนคลองด่าน

# บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

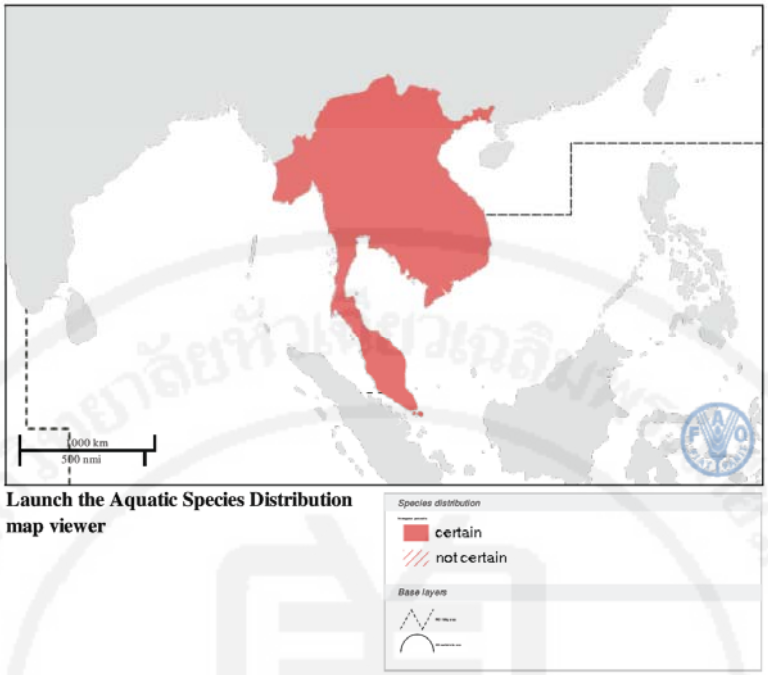
## 2.1 ปลาสลิด

ปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis* Regan) มีชื่อสามัญหลายชื่อ เช่น snakeskin gourami, sepat Siam ซึ่งเป็นปลาที่อยู่ในวงศ์เดียวกับปลาสลิด ได้แก่ ปลาหมอ ปลาหมอตาล ปลาแรด ปลากริม ปลากัด และปลากระดี่ (สัญชัย บุญญะธานี, 2548) ปลาสลิดมีรูปร่างคล้ายปลากระดี่หม้อ แต่ขนาดโตกว่า ลำตัวแบนข้างมีครีบ ท้องยาวครีบเดียว สีของลำตัวมีสีเขียวออกเทาหรือมีสีคล้ำเป็นพื้น และมีริ้วดำพาดขวางตามลำตัวจากหัวถึงโคนหาง เกล็ดบนเส้นข้างตัวประมาณ 42-47 เกล็ด ปากเล็กยืดหดได้ ปลาสลิดซึ่งมีขนาดใหญ่เต็มที่จะมีความยาวประมาณ 20 เซนติเมตร (กรมประมง, 2548)

## 2.2 แหล่งที่พบปลาสลิด

ปลาสลิดหรือปลาใบไม้เป็นปลาน้ำจืด ซึ่งเป็นปลาพื้นบ้านของประเทศไทย มีแหล่งกำเนิดอยู่ในที่ลุ่มภาคกลาง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Trichogaster pecteralis* หรือชื่อสามัญว่า snakeskin gourami และนิยมเลี้ยงกันมากบริเวณภาคกลาง ส่วนที่พบในประเทศเพื่อนบ้าน (ภาพที่ 2-1) เช่น กัมพูชา เวียดนาม มาเลเซีย สิงคโปร์ อินโดนีเซีย พม่า อินเดีย ปากีสถาน ศรีลังกา และฟิลิปปินส์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ปลาที่ส่งไปจากเมืองไทยเมื่อประมาณ 80-90 ปีที่ผ่านมา (กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.)

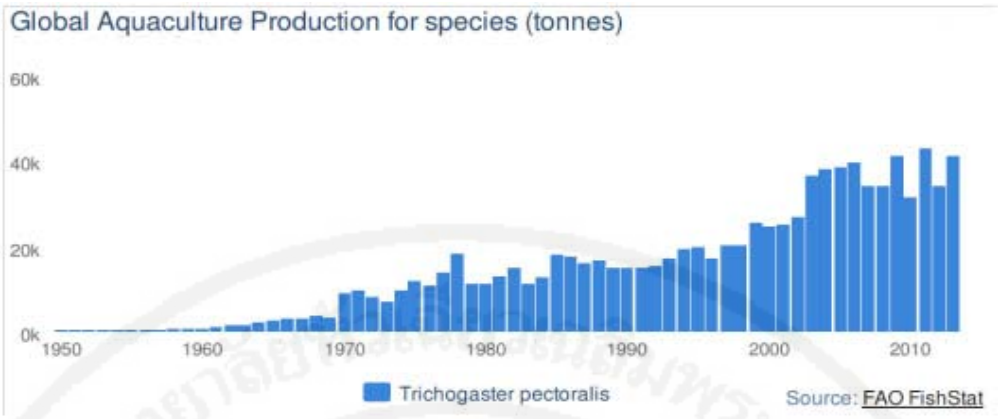
จากสถิติตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545-2555 จังหวัดสมุทรปราการเป็นจังหวัดที่มีอัตราการผลิตสัตว์น้ำจืดมากที่สุดในประเทศไทย โดยสัตว์น้ำจืดส่วนใหญ่ที่เลี้ยง คือ ปลาสลิด แต่หลังจากปี พ.ศ. 2556 ทั้งพื้นที่สำหรับการเลี้ยงปลาและอัตราการผลิตสัตว์น้ำจืดของจังหวัดสมุทรปราการนั้นมีปริมาณลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดอื่น (กรมประมง, 2551-2558) โดยในปี พ.ศ. 2558 จังหวัดสมุทรปราการมีปริมาณการผลิตสัตว์น้ำจืดที่ลดลงจากเดิม




ภาพที่ 2-1 การกระจายของปลาสลิด
ที่มา : http://www.fao.org/fishery/species/3321/en

**2.3 อัตราการผลิตปลาสลิด**

ปลาสลิดเป็นปลาน้ำจืดเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นที่นิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายเพราะเป็นปลาที่มีราคาดี โดยราคาจะขึ้นกับขนาดของตัวปลาและฤดูกาลโดยปลาสลิดจะมีราคาแพงในช่วงระหว่างเดือน สิงหาคม- กันยายน เนื่องจากปลาสลิดให้ลักษณะเนื้อที่มีไขมันมากและมีราคาสูง ส่วนเดือน มีนาคม-เมษายน ปลาสลิดจะมีราคาถูก เพราะน้ำในแหล่งน้ำแห้ง ทำให้จับปลาได้ในปริมาณมากส่งผลให้ราคาปลาตกต่ำ (ศิริจรรยา เขาประเสริฐ, 2551) และจากสถิติการส่งออกของสัตว์น้ำของประเทศไทยในช่วงปี 2545 พบว่าการส่งออกปลาสลิดเป็นอันดับ 4 ของสัตว์น้ำจืดโดยมีอัตราปริมาณการผลิตปลาสลิดเท่ากับ 24,179 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,099.588 ล้านบาท รองจาก ปลาดุก ปลานิล และปลาตะเพียน (กรมประมง, 2545) และมีอัตราการผลิตปลาสลิดทั่งโลกที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปีดังภาพที่ 2-2 แต่ในปี 2558 มีอัตราปริมาณการผลิตปลาสลิดของประเทศไทยเท่ากับ 14,955 ตัน คิดเป็นมูลค่า 968.485 ล้านบาท (กรมประมง, 2558) ซึ่งมีปริมาณการผลิตที่ลดลงดังแสดงในตารางที่ 2-1 แต่ตลาดยังมีความต้องการปลาสลิดทั่วโลกที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี




ภาพที่ 2-2 อัตราการผลิตปลาสลิดจากทั่วโลก
ที่มา : http://www.fao.org/fishery/species/3321/en

**ตารางที่ 2-1** ปริมาณการผลิตปลาสลิดในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2558 (กรมประมง, 2551-2558)

| **ปี พ.ศ.** | **2551** | **2552** | **2553** | **2554** | **2555** | **2556** | **2557** | **2558** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **อัตราการผลิต (ตัน)** | 28,478 | 34,221 | 34,419 | 33,336 | 26,834 | 26,669 | 22,911 | 14,955 |
| **มูลค่า (ล้านบาท)** | 1,266.109 | 1,580.101 | 1,673.298 | 1,862.998 | 1,569.374 | 1,581.743 | 1,380.919 | 968.485 |

## 2.4 การเสื่อมเสียและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาสลิดสด

เนื่องจากปลาสลิดเป็นปลาน้ำจืดและเป็นแหล่งโปรตีนที่คนนิยมบริโภค ซึ่งการเสื่อมเสียสามารถเกิดได้จากการย่อยตัวเอง (autolysis) การรวมตัวระหว่างออกซิเจนกับไขมัน และการเจริญของแบคทีเรีย โดยโปรตีนของปลาสลิดจะสลายได้ง่ายทำให้แบคทีเรียเจริญได้ดี เมื่อเกิดการเสื่อมเสียปลาสลิดสดจะมีกลิ่นเหม็นจากการสลายตัวของโปรตีน มีเนื้อนิ่ม ท้องแตก ตาขุ่น เหงือกสีจาง มีเมือกที่เหงือก หากปลามีปริมาณไขมันสูงจะมีกลิ่นหืน เมื่อนำไปต้มกลิ่นนี้จะรุนแรงขึ้น (สุมาลี เหลืองสกุล, 2527; Dalgaard *et al*., 1993) การเสื่อมเสียของปลาสลิดสดเกิดได้จากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ เป็นต้น

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงของสีผิวและเนื้อปลา หากเนื้อปลาสดจะใส แต่ปลาเน่าเนื้อจะขุ่นเกิดจากการเปลี่ยนสีของเนื้อปลาโดยเป็นผลมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน หากเกิดสีเหลือง ส้ม แดง หรือไม่มีสีของเนื้อปลาจะเกิดจากการออกซิเดชันของสารประกอบคาร์โรทีนอยส์ซึ่งอยู่ในผิวหนังของปลา ส่วนเนื้อปลาที่มีสีขาวอาจเปลี่ยนเป็นสีครีมหรือเทาเนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของรงควัตถุฮีม ส่วนกล้ามเนื้อแดงจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ในบางครั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิดก็ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อปลา นอกจากนี้เนื้อปลายังเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสโดยการสูญเสียความยืดหยุ่น และมีความนิ่มเพิ่มขึ้น ปลาเน่าจะมีลักษณะเนื้อยุ้ย การนิ่มของเนื้อปลาเกิดจากการย่อยของกล้ามเนื้อและการอ่อนตัวของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และยังเกิดการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นรสของเนื้อปลาโดยกลิ่นเนื้อปลาสดเกิดจากสารประกอบคาร์บอนิล และแอลกอฮอล์ แต่กลิ่นที่ผิดปกติเกิดจากการถูกย่อยสลายของกรดอะมิโนซีสเทอีน และเมไธโอนีนได้เป็นสารประกอบ mercaptan, trimethylsulfide และ $H_2S$ ส่วนกลิ่นเหม็นเน่าเกิดจากสารประกอบ indol, putrescine, cadaverine และ diamines

2. การเสื่อมเสียทางเคมี (chemical damage) เกิดจากการย่อยสลายตัวเอง การรวมตัวของออกซิเจนกับไขมัน การสลายตัวของโปรตีนเกิดสารเอมีน แอมโมเนีย ซึ่งส่งผลให้ปลามีกลิ่นรสเปลี่ยนไป มีการเปลี่ยนสีและคุณค่าทางอาหารลดลง

3. การเสื่อมเสียทางจุลินทรีย์ (microbial damage) เกิดจากจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ปนเปื้อนและเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการเสื่อมเสียหรือการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเน่า

**2.4.1 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราเร็วของการเสื่อมเสียของปลาสลิดสด** (พิมพ์ชนก พริกบุญจันทร์, 2557)

1. รูปร่างของปลา เนื่องจากปลาสลิดเป็นปลาที่มีรูปร่างตัวแบนจะเน่าเสียเร็วกว่าปลาตัวกลมโดยปลาที่มีลำตัวแบนจะผ่านระยะการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อได้เร็วกว่า และปลาสลิดเป็นปลาที่มีไขมันมากจะทำให้ไขมันที่ไม่อิ่มตัวทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดกลิ่นเหม็นหืน

2. สภาพของปลาในขณะถูกจับหากปลาดิ้นมากจะขาดออกซิเจน และบอบช้ำมาก ทำให้ค่า pH ลดต่ำลงจึงทำให้ปลาสลิดสดเน่าเสียได้เร็วขึ้น

3. ชนิดและจำนวนของแบคทีเรียที่ปนเปื้อนมากับปลาสลิดสด หากมีแบคทีเรียที่ปนเปื้อนมามากก็จะทำให้เกิดการเน่าเสียได้เร็ว

4. อุณหภูมิการแช่ปลาสดควรทำให้เร็วที่สุด อุณหภูมิควรอยู่ในช่วง 0-1 องศาเซลเซียส จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาปลาสดไว้ได้นาน

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องถนอมปลาโดยเร็วหลังจากจับปลาได้ หากเกิดกลิ่นเหม็นเน่า และรสที่ผิดปกติก็จะทำให้ปลาไม่เป็นที่ยอมรับแก่ผู้บริโภค การบริโภคปลาสลิดสดจึงมักนำมาเป็นแกง แต่เนื่องจากปลาสลิดมีกลิ่นเฉพาะตัวจึงไม่นิยมนำมาบริโภคสด มักจะนำมาทำการแปรรูปโดยการตากแห้ง

**2.5 การแปรรูปปลาสลิด**

ปลาสลิดไม่นิยมบริโภคสดแต่มักจะนำมาแปรรูปเป็นปลาสลิดเค็มซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง มีกลิ่นหอม รสชาติดี เป็นที่ต้องการของตลาด ปลาสลิดเค็มแห้ง แบ่งได้เป็น 3 ชนิด ตามปริมาณเกลือ คือ ปลาสลิดเค็มน้อย (ใช้ปริมาณเกลือน้อยกว่า 5%) ปลาสลิดเค็มชนิดปานกลาง (ใช้ปริมาณเกลืออยู่ระหว่าง 5-10%) และปลาสลิดเค็มชนิดเค็มมาก (ใช้ปริมาณเกลือมากกว่า 10%) (วารุณี สุวรรณจงสถิต, 2546) ปลาสลิดสดและปลาสลิดเค็มแห้ง จัดได้ว่าเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะโปรตีนและแคลเซียม ซึ่งปลาสลิดแห้ง 100 กรัม มีโปรตีนอยู่ 45.3 กรัม และแคลเซียม 213 มิลลิกรัม แต่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไขมันอยู่ต่ำเท่ากับ 0.6 และ 0.9 กรัม ตามลำดับ

**การแปรรูปสัตว์น้ำโดยการทำเค็ม**

การทำเค็มเป็นการแปรรูปโดยใช้เกลือบริโภคช่วยในการเก็บถนอมสัตว์น้ำ โดยเกลือจะทำหน้าที่ดึงน้ำออกจากอาหารในปริมาณที่มากพอที่จะสามารถทำลายหรือยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ นอกจากนี้เกลือยังช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ เพิ่มแรงดันออสโมซิสทำให้เซลล์ของจุลินทรีย์แตกหรือแห้ง แต่เกลือไม่สามารถปรับปรุงคุณภาพของเนื้อปลาได้ถ้าใส่เกลือในปลาที่ไม่สดส่งผลให้ได้ปลาเค็มที่มีคุณภาพต่ำ (พิมพ์ชนก พริกบุญจันทร์, 2557) ดังนั้นคุณภาพของเกลือสำหรับผลิตปลาเค็มจึงเป็นสิ่งจำเป็น เกลือที่มีคุณภาพควรมีความบริสุทธิ์ ไม่มีแคลเซียมหรือแมกนีเซียมเจือปนหรือควรมีในปริมาณต่ำ ปลาเค็มที่มีแคลเซียมสูงจะเปราะหักง่าย ปลาเค็มที่ปนเปื้อนแมกนีเซียมจะทำให้มีรสขม เกลือที่ดีไม่ควรมีทองแดงและเหล็กปนอยู่ด้วยเพราะจะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน ผลึกของเกลือควรมีขนาด 3-5 มิลลิเมตร หากผลึกใหญ่เกินไปอัตราการละลายจะต่ำทำให้ปลาเค็มเน่าเสียได้ง่าย หากผลึกเล็กจะละลายเร็วเกินไปเวลาปล่อยน้ำไหลทำให้ไม่มีเกลือที่ผิวหน้าของปลาทำให้ปลาเน่าเสียได้ง่าย นอกจากนี้เกลืออาจมีการปนเปื้อนแบคทีเรียจำพวก *Bacillus* sp. หรือ *Micrococcus* sp. หรือแบคทีเรียสีแดง (red halophilic bacteria) จะทำให้ปลาเค็มมีสีแดงและเกิดการเน่าเสียมีกลิ่นเหม็น

**2.5.1 กระบวนการผลิตปลาสลิดเค็ม**

การทำปลาสลิดเค็มที่ผลิตในปัจจุบันเป็นวิธีอาศัยสภาพภูมิอากาศ ทำให้การผลิตถูกจำกัดและเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย (พรรณทิพย์ สุวรรณสาครกุล, 2543) การพัฒนากระบวนการผลิตปลาสลิดเค็มตากแห้งในไทยนิยมใช่วิธีการแช่น้ำเกลือ (dry salting to make brine) หรือการหมักแบบผสม (wet salting หรือ brine salting) เพื่อให้ได้คุณภาพสม่ำเสมอสามารถทำได้โดยนำปลาสลิดขนาด 8-9 ตัวต่อกิโลกรัม มาทำการขอดเกล็ด ตัดหัวควักไส้ออก ล้างน้ำสะอาด หลังจากนั้นแช่ปลาด้วยน้ำเกลือ 10% เป็นเวลา 30 นาที ก่อนจะนำไปหมักเกลือ โดยแช่ในน้ำเกลืออิ่มตัวนานเป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำปลาไปล้างน้ำสะอาด ทำให้แห้งโดยกระบวนการอบแห้งด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส อัตราความเร็วลม 80-85 เมตรต่อนาที ความชื้นสัมพัทธ์ในตู้อบ 45% วางปลาสลิดบนตะแกรง โดยแผ่ครีบเพื่อให้ปลาแห้งสม่ำเสมอทั้งตัว ใช้ระยะเวลาการอบ 12 ชั่วโมง จะได้ปลาสลิดเค็มแห้งที่มีความชื้น 40$\pm$2% การเก็บรักษาควรเก็บในที่แห้งและเย็น อากาศถ่ายเทได้สะดวก ถ้าเก็บเป็นระยะเวลานานควรเก็บที่อุณหภูมิ –18 องศาเซลเซียส และต้องมีบรรจุภัณฑ์ห่อหุ้มเพื่อป้องกันการปนเปื้อนและป้องกันการระเหยความชื้นของตัวปลาเมื่อเก็บในห้องเย็นเป็นเวลานาน (วารุณี สุวรรณจงสถิต, 2546) ลักษณะทั่วไปของปลาสลิดเค็มแห้ง คือ มีขนาดสม่ำเสมอ ไม่มีเกล็ดติดอยู่ ยกเว้นบริเวณโคนครีบ ภายในช่องท้องไม่มีเศษลำไส้ติดอยู่ ลำตัวและผิวหนังต้องไม่แตก ไม่มีสีน้ำตาลอมแดงที่หนังปลา โดยเฉพาะบริเวณที่มีไขมันสูง มีกลิ่นรสตามธรรมชาติ ไม่มีกลิ่นอับ กลิ่นหืน กลิ่นเหม็นเน่า ลักษณะเนื้อแน่นตึงไม่แข็งกระด้าง และไม่ร่วนซุย ไม่มีสิ่งแปลกปลอม มีค่า water activity ไม่เกิน 0.85% ปริมาณเถ้าไม่เกิน 0.3% ตะกั่วไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน $1x10^6$ โคโลนีต่อตัวอย่างจำนวน 1 กรัม มีเชื้อ *Staphylococcus aureus* ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่างจำนวน 1 กรัม เชื้อราไม่เกิน $2x10^2$ โคโลนีต่อตัวอย่างจำนวน 1 กรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาสลิดเค็ม, 2536 )

**2.5.2 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของปลาเค็ม**

เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ปลาเค็มที่มีคุณภาพดี นอกจากคุณภาพของเกลือที่ใช้แล้ว ยังควรคำนึงถึงความสดของปลา หากปลาไม่สดเกลือจะสามารถซึมเข้าตัวปลาได้เร็วทำให้ระยะเวลาการทำเค็มสั้นลงทำให้ได้ปลาเค็มคุณภาพไม่ดี และไม่ควรนำปลาแช่เยือกแข็งมาทำปลาเค็มเพราะจะทำให้เนื้อปลาเค็มกระด้าง ขนาดของชิ้นปลาควรจะไม่เล็กหรือใหญ่จนเกินไป ปลาที่มีลักษณะลำตัวแบนจะเค็มได้เร็วกว่าปลาที่มีลำตัวกลม ความเข้มข้นของน้ำเกลือที่นิยมใช้อยู่ระหว่าง 12-20% ของน้ำหนักเปียก ปลาที่มีชั้นไขมันสูงการซึมของเกลือจะช้าลง อุณหภูมิของการหมักก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ไทยมีอุณภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งเหมาะสมต่อการเจิญของจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงนิยมใช้เกลือที่มีความเข้มข้นสูงในการหมักประมาณ 20% เพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ และในระหว่างการหมักด้วยน้ำเกลือควรคนทุก 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้ความเข้มข้นของเกลือเท่ากันทุกจุด (พิมพ์ชนก พริกบุญจันทร์, 2557)

**การเสียของปลาสลิดเค็ม**

สาเหตุของการเสื่อมเสียของปลาเค็มสามารถเกิดได้จากจุลินทรีย์ 2 แบบ โดยแบบแรก คือ เรดเด็นนิ่ง (reddening) เกิดจากแบคทีเรียสีแดง 2 กลุ่ม *Pseudomonas salinaria* และ *Sarcina littoralis* แบบที่สอง คือ ดัน (dun spoilage) ซึ่งเกิดจากยีสต์และราซึ่งไม่ค่อยพบในเขตร้อน นอกจากนี้การเสียของปลาเค็มเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งทำให้ปลาเค็มมีกลิ่นหืนผลิตภัณฑ์จะเกิดสีเหลืองหรือสีน้ำตาล ซึ่งอาจเกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) ปลาที่มีไขมันไม่อิ่มตัวหรือปลาที่มีไขมันสูงจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้เร็ว ทำให้เสียคุณค่าทางอาหารของไขมัน โปรตีน และสูญเสียวิตามินเอและวิตามินอี การเกิดไนโตรซามีน (nitrosamine) เกิดจากสารประกอบไนเตรตทำปฏิกิริยากับอะมิโนกรุ๊ปเกิดเป็นสารประกอบไนโตรซามีนซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง (พิมพ์ชนก พริกบุญจันทร์, 2557)

**2.5.3 ปัจจัยที่มีผลต่อรสชาติของปลาสลิดเค็มทอด**

**2.5.3.1 คุณภาพของวัตถุดิบปลาสลิดเค็ม**

วัตถุดิบในการทำปลาสลิดเค็มได้มาจากปลาสลิดสดโดยมีปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมของแหล่งเพาะเลี้ยงปลาสลิดมาเกี่ยวข้องและแหล่งเพาะเลี้ยงปลาถือเป็นปัจจัยสำคัญที่จะนำไปสู่การผลิตปลาสลิดสดที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ปัจจัยเหล่านี้ ได้แก่ ฤดูกาล สภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิของน้ำ แสง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ปริมาณของแอมโมเนีย อาหารของปลาสลิด การกินอาหารของปลาสลิด เป็นต้น โดยเมื่ออุณหภูมิน้ำสูงขึ้นสัตว์น้ำจะมีกระบวนการเมตาโบลิซึมเพิ่มขึ้น แต่เมื่ออุณหภูมิต่ำลงการทำงานของเอนไซม์ในระบบย่อยอาหารลดลงทำให้อาหารที่ปลากินไปจะย่อยได้ช้า ทำให้ปลากินอาหารลดลงส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนจากอาหารเป็นเนื้อลดลง นอกจากนี้กระบวนการที่สำคัญในตัวปลาสลิดเอง ได้แก่ การหายใจ การกินอาหาร การย่อยอาหาร และการขับถ่ายจะขึ้นกับอุณหภูมิของน้ำ อุณหภูมิน้ำที่สูงหรือต่ำเกินไปทำให้สัตว์น้ำต้องใช้พลังงานในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอด และความเสี่ยงในการเกิดโรคของปลาสลิด (พัชราวลัย ศรียะศักดิ์ และคณะ, 2557; DeBoer *et al*., 2013)

**2.5.3.2 ผลของเกลือต่อการผลิตปลาเค็ม**

การใส่เกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ถูกใช้อย่างแพร่หลาย และเป็นวิธีดั้งเดิมที่ใช้ในการเก็บรักษาปลาที่มีไขมันสูง ซึ่งการใส่เกลือส่งผลให้ค่า water acitivity ($a_w$) ในกล้ามเนื้อของปลาลดลงจึงไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ เป็นผลให้เกลือสามารถไปยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์และยับยั้งเอนไซม์ที่ก่อให้เกิดกระบวนการ autolysis ได้ (Horner, 1997) นอกจากนี้เกลือยังมีผลต่อประสาทสัมผัสในการรับรสอีกด้วย เช่น กลิ่น และ รสชาติ ซึ่งตุ่มรับรสของมนุษย์จะมีความไวต่อสารประกอบบางอย่าง เช่น lactones และ กรดไขมันอิสระ ดังนั้นปริมาณสารประกอบเหล่านี้ที่เกิดขึ้นใน

ผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อยก็ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของรสชาติของผลิตภัณฑ์ได้ (Harris and Tall, 1994) เกลือมีผลต่อคุณภาพของปลาเค็ม โดยคุณภาพของปลาเค็มจะขึ้นกับชนิดของเกลือ คุณภาพของเกลือ ความเข้มข้นของเกลือ วิธีการใส่เกลือ รวมถึงระยะเวลาที่เกลือสัมผัสกับตัวผลิตภัณฑ์ซึ่งขึ้นกับชนิดของผลิตภัณฑ์ (Bellagha *et al*., 2007) โดยเกลือที่ใช้ทั่วไปที่คุณภาพดีจะประกอบด้วย โซเดียมคลอไรด์ 99.9% แต่สำหรับเกลือที่มีคุณภาพต่ำจะมีโซเดียมคลอไรด์อยู่ 80% และจะพบสารอื่นปนอยู่ด้วย เช่น แคลเซียมคลอไรด์ แมกนีเซียมคลอไรด์ โซเดียมซัลเฟต คาร์บอเนต และ แร่ธาตุอื่น เช่น เหล็ก สังกะสี เป็นต้น ผลึกเกลือที่ดีจะสามารถละลายน้ำได้เร็วและทำให้น้ำมีความเค็ม โดยเมื่อความดันออสโมติกระหว่างน้ำเค็มและกล้ามเนื้อของปลาแตกต่างกัน โซเดียมคลอไรด์จะแพร่จากภายนอกเข้าไปสู่กล้ามเนื้อของปลา ไอออนของโซเดียมและคลอไรด์จะจับกับน้ำและโปรตีนกลายเป็น complex จนกว่าจะความดันออสโมติกจะอยู่ในจุดสมดุล (Horner, 1997) ปลาเค็มที่มีความเข้มข้นของเกลืออยู่ถึง 20% จะมีแรงไอออนิกสูงเป็นสาเหตุให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ myofibril และเกิดการดึงน้ำออกจากโมเลกุลของโปรตีน นอกจากนี้ค่า pH และชนิดของเกลือก็ส่งผลต่อการเสียสภาพของโปรตีนเช่นกัน (Wheaton and Lawson, 1985)

**2.5.3.3 ขั้นตอนการผลิตปลาสลิดเค็ม**

การผลิตปลาสลิดเค็มแห้งให้เป็นที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค จะต้องมีคุณภาพที่สม่ำเสมอและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งทำได้โดยนำปลาสลิดที่มีขนาดไม่เล็กหรือใหญ่จนเกินไปมาใช้ เพื่อให้ปลาสลิดนั้นมีรสชาติและแห้งสม่ำเสมอกัน จากนั้นมาผ่านกระบวนการขอดเกล็ด ตัดหัว ล้างน้ำ ทำเค็ม และตากให้แห้ง โดยควบคุมสภาพแวดล้อมให้สะอาดและถูกหลักอนามัย นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ควรเก็บในที่แห้งและเย็น อากาศถ่ายเทได้สะดวก ก่อนจะส่งขายให้กับผู้บริโภคควรห่อหุ้มด้วยบรรจุภัณฑ์เพื่อป้องการสิ่งแปลกปลอม

**2.5.3.4 กระบวนการทอดปลาสลิด**

ผลของการทอดขึ้นกับชนิดของอาหารและสมบัติของน้ำมันที่ใช้ คุณภาพอาหาร ความร้อน และเวลาที่ใช้ทอด โดยน้ำมันที่ใช้ทอดจะเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนให้แก่อาหาร ซึ่งคุณภาพของน้ำมันมีผลต่อการดูดซับน้ำมันในผลิตภัณฑ์ด้วย (Kochhar, 2001) การทอดอาหารในกะทะก้นลึกที่ต้องใช้น้ำมันมากและต้องใช้อุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน ทำให้มีกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นและเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำมัน ดังนั้นจึงต้องเลือกน้ำมันที่เหมาะสมในการทอด คือ มีจุดที่กลายเป็นควันสูง เพราะจะต้องทอดก่อนที่น้ำมันจะสลายเป็นควันและให้สารพิษ และจะช่วยลดการอมน้ำมัน ซึ่งน้ำมันปาล์มมีความคงทนต่อการเกิดออกซิเดชันดี มีปริมาณกรดโอเลอิกสูง และไม่ค่อยเกิดฟองเวลาทอด (Tarmizi *et al*., 2016) ความร้อนจากการทอดจะมีผลต่อค่า water activity ($a_w$) โดยจะทำให้ค่า $a_w$ ในอาหารจะลดลง และไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และทำลายเอนไซม์ในอาหารด้วย อายุของการเก็บของอาหารทอดจะขึ้นกับปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์ขณะการเก็บรักษา (Fellow, 1990) การทอด

อาหารจนกรอบทั้งชิ้นสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 12 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง ในภาชนะและสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2544) นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการด้วย สารประกอบที่เกิดจากการสลายตัวของน้ำมันอาจเป็นพิษต่อร่างกายและทำให้น้ำมันมีคุณค่าทางโภชนาการลดลง การเกิดออกซิเดชันของวิตามินที่ละลายในไขมัน ทั้งวิตามินเอ แคโรทีนอยด์ และวิตามินอี วิตามินยังถูกทำลายได้ด้วยความร้อนเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น วิตามินอีที่ถูกดูดซับจะถูกออกซิไดซ์ระหว่างการเก็บรักษา ส่วนกรดไขมันจำเป็น เช่น กรดไลโนเลอิก ก็จะสูญเสียพันธะคู่เช่นเดียวกัน ทำให้อัตราส่วนของกรดไขมันชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวเปลี่ยนไป สำหรับการสูญเสียโปรตีนจะเกิดขึ้นเมื่อผิวด้านนอกกรอบเกิดปฏิกิริยา Maillard browning ระหว่างกรดอะมิโนของโปรตีนและเปบไทด์กับน้ำตาลรีดิวซ์ (กลูโคสหรือฟรุคโตส) เกิดสารประกอบโมเลกุลใหญ่ที่ให้สีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ (Leszkowiat *et al*., 1990) และวิธีการทอดก็มีผลอาหารเช่นกัน พบว่าการทอดปลาสลิดเค็มที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ที่เวลา 10 นาที โดยที่น้ำมันที่ใช้ในการทอดปลาท่วมตัวปลาจะเป็นการลดปริมาณความชื้นได้ดี และการทำให้เนื้อปลาสลิดเป็นชิ้นด้วยการเลาะก้างและครีบออกก่อนทอดจะเหมาะต่อผู้บริโภค (วารุณี สุวรรณจงสถิต, 2546)

**2.6 การวัดคุณภาพของปลาสลิดแปรรูป**

การวัดการประเมินคุณภาพของปลาสลิดแปรรูป ส่วนใหญ่นิยมใช้การประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยผู้ประเมินควรสังเกตลักษณะที่มองเห็นของผลิตภัณฑ์และบันทึกลักษณะที่ผิดปกติ เช่น การประเมิน กลิ่นรส สี เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และยังมีการตรวจวัดคุณภาพโดยการวิเคราะห์ทางด้านเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ควบคู่กันไป

**2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

Frangos และคณะ (2010) ศึกษาผลของความเค็ม น้ำมันออริกาโน่ และการบรรจุแบบสุญญากาศกับการยืดอายุการเก็บเนื้อปลาเทราต์ในตู้แช่ 4 องศาเซลเซียส พบว่าถึงจะมีการเติมเกลือแต่การบรรจุโดยที่มีอากาศภายในถุงสามารถพบแบคทีเรียในกลุ่ม Lactic acid, *Shewanella putrefaciens*, *Pseudomonas* spp. และ *Enterobacteriaceae* เป็นจำนวนมาก แต่สำหรับการทดลองบรรจุแบบสุญญากาศพบว่าผลิตภัณฑ์จะให้ค่า total volatile basic nitrogen (TVBN) และค่า trimrthylamine nitrogen (TMAN) ต่ำกว่าการบรรจุแบบมีอากาศหลังจากผ่านการเก็บรักษามาเป็นเวลา 6 วัน แต่ค่า thiobarbituric acid (TBA) จะให้ค่าไม่แตกต่างกัน จากการประเมินทางประสาทสัมผัสและการเก็บรักษาพบว่า ตัวอย่างที่มีการเติมเกลือและผสม 0.2% น้ำมันออริกาโน่และการบรรจุแบบสุญญากาศ สามารถเก็บได้นานสุด (16-17 วัน) รองลงมาคือตัวอย่างที่เติมเกลือและการบรรจุแบบสุญญากาศเก็บได้เป็นเวลา 14 วัน ส่วนตัวอย่างที่มีการเติมเกลือแต่บรรจุแบบมี

อากาศเก็บได้นาน 8 วัน และชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมเกลือและบรรจุแบบมีอากาศเก็บได้นาน 5 วัน การเพิ่มความเข้มข้นของน้ำมันออริกาโน่เป็น 0.4% จะไม่เป็นที่ยอมรับด้านกลิ่น

Hwang และคณะ (2012) ศึกษาผลของความเข้มข้นของเกลือและวิธีการทำแห้งที่มีต่อคุณภาพและการสร้างฮีสตามินในเนื้อปลานวลจันทร์ (*Chanos chanos*) ตากแห้ง พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเกลือจะทำให้ปริมาณ โคลิฟอร์มโดยรวม ปริมาณน้ำในตัวอย่าง ความชื้น total volatile basic nitrogen (TVBN) และ thiobarbituric acid (TBA) ในตัวอย่างปลาแห้งตากลดลง แต่เมื่อเปรียบเทียบวิธีทำแห้งพบว่าการทำแห้งแบบวิธี cold-drying จะให้คุณภาพที่ดีกว่าโดยให้ค่า TVBN และ TBV ที่ต่ำกว่า ทุกตัวอย่างจะถูกตรวจพบฮีสตามีนมีปริมาณต่ำกว่า 1.9 มิลลิกรัมต่อ100 กรัม แต่ตัวอย่างที่เตรียมโดยไม่เติมเกลือและตากแห้งด้วยวิธี hot-drying ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส และวิธีตากแดดจะพบว่ามีค่าฮีสตามินสูง 249.7 และ 67.4 มิลลิกรัมต่อ100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งเป็นอันตรายเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ระดับ 50 มิลลิกรัมต่อ100 กรัม

Petrus และคณะ (2013) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี การประเมินทางประสาทสัมผัส และปริมาณของจุลินทรีย์ ต่อการทำปลา (Wadi Betok) หมักในทางตอนใต้ของกาลิมันตัน ประเทศอินโดนีเซีย โดยนำตัวอย่างปลามาใส่เกลือที่ความเข้มข้น 5, 10, 15, 20, 25, 50, 75, และ 100% w/w จากการศึกษาพบว่าให้ค่า pH อยู่ในช่วง 6.74-7.87 ค่า $a_w$ ในช่วง 0.75-0.93 โดยมีเกลือเป็นองค์ประกอบอยู่ที่ 2.39-13.68% และปริมาณโปรตีนเท่ากับ 11.50-16.52% และผลการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าตัวอย่างปลาที่เติมเกลือ 15% ให้ค่าการยอมรับสูงที่สุด โดยมีค่าเนื้อสัมผัสเท่ากับ 5.90 กลิ่นเท่ากับ 5.89 รสชาติเท่ากับ 5.93 และสีเท่ากับ 5.64 และพบว่าตัวอย่างที่ใส่เกลือ 5% จะพบจุลินทรีย์สูง $2.44x10^6$ CFU/g และพบจุลินทรีย์ในกลุ่มแลกติกสูง $2.13 x10^6$ CFU/g

Okoronkwo และคณะ (2014) ศึกษาผลของความแตกต่างของเกลือต่อปริมาณจุลินทรีย์ในตัวอย่างเนื้อสดในตลาด Okigwe Abattoir ในรัฐ Imo ประเทศไนจีเรีย พบว่าผลของความแตกต่างของความเข้มข้นเกลือ 2-16% พบว่าที่ตัวอย่างใส่เกลือ 2% พบแบคทีเรียกลุ่มเด่น *Acetobacter, Vibrio* spp., *Micrococci* spp. และ *Bacillus* spp. และที่ตัวอย่างใส่เกลือ 4% พบแบคทีเรียกลุ่มเด่น *Staphylococcus* spp. และ *Clostridium* spp.

Farid และคณะ (2014) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของการทำเค็มตากแห้งของปลาช่อน *Channa striatus* Bloch, 1801 และ *Channa punctatus* Bloch, 1793 ที่อุณหภูมิห้อง (27-31 องศาเซลเซียส) เพื่อศึกษาการเก็บรักษา ในกรณีช่อน (*Channa striatus* Bloch, 1801) เค็มตากแห้งให้ค่าความชื้นเท่ากับ 48.84% โปรตีนเท่ากับ 28.49% ไขมันเท่ากับ 5.63% เถ้าเท่ากับ 18.97% และค่า pH เท่ากับ 6.3 และในกรณีปลาช่อน (*Channa punctatus* Bloch, 1793) เค็ม

ตากแห้งจะให้ค่าความชื้นเท่ากับ 46.21% โปรตีนเท่ากับ 23.58% ไขมันเท่ากับ 4.03% เถ้าเท่ากับ 27.27% และค่า pH เท่ากับ 6.5 พบว่าในระหว่างการเก็บรักษา ค่าความชื้นและ pH มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่ค่าโปรตีน ไขมัน และเถ้ามีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยปลาช่อนเค็ม *Channa striatus* Bloch, 1801 จะเก็บได้ 165 วัน และปลาช่อนเค็ม *Channa punctatus* Bloch, 1793 จะเก็บได้ 150 วัน

# บทที่ 3

# ระเบียบวิธีวิจัย

## 3.1 อุปกรณ์ และสารเคมี ที่ใช้ในการทดลอง

### 3.1.1 เครื่องมือวิจัย

1. มีด (knife)
2. เขียง (trencher)
3. ไมโครปิเปตต์ (micropipette) (Biorad, USA)
4. หม้อนึ่งความดัน (autoclave) (Hirayama รุ่น Ha-300 MII, JAPAN)
5. หลอดทดลอง (test tube) ขนาด 25 x 150 มิลลิลิตร
6. หลอดทดลองพลาสติก (Microcentrifuge tube)
7. หลอดทดลองพลาสติก (Microtube) ขนาด 1.5 มิลลิลิตร
8. หลอดพลาสติกดูดสาร (tip) ขนาด1-10, 10-100 และ 100-1,000ไมโครลิตร
9. ตะเกียงแก๊ส
10. ตู้บ่มเชื้อ (incubator) (MEMMERT, GERMAN)
11. ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar flow) (รุ่น HS124, CHAINA)
12. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) (Memmert, German)
13. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (-80 องศาเซลเซียส) (Thermo Fisher Scientific รุ่น 702, USA)
14. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (-20 องศาเซลเซียส) (Haier, THAILAND)
15. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ ( 4 องศาเซลเซียส) (Panasonic, THAILAND)
16. เครื่องตีบดผสม (stomacher) (BagMixer 400P, Interscience, France)
17. เครื่องผสมสาร (vortex mixer) (Vortex geniez รุ่น G560E, USA)
18. เครื่องชั่งไฟฟ้า 2 ตำแหน่ง (electronic digital balance) (ARC 120, OHAUS, USA)
19. เครื่องแพคสุญญากาศ (Vacuum Packager) (GOLDENPACK, CHAINA)
20. เครื่องวัดความเค็ม (Salinity meter) (IONIX PC5, CHAINA)
21. เครื่องวัดค่า water activity ($a_w$) (METER รุ่น Aqualab Pre, USA)
22. เวอร์เนี่ยคาริเปอร์ (virnier caliper) (CHAINA)

**3.1.3 สารเคมี**

1. สารละลาย 0.1% Peptone water (Himedia, India)
2. Butterfied’s phosphate buffer (Himedia, India)
3. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl ) (UNIVAR, Australia)
4. Dichloran Rose Bengal Chloram phenical Agar (DRBC) (Merck, German)
5. Plate Count Agar (PCA) (Himedia, India)
6. เอทานอลความเข้มข้น 70% (70% ethanol)

**3.1.4 แหล่งที่มาของปลาสลิดที่ใช้ในการวิจัย**

สั่งซื้อปลาสลิดสดจากจังหวัดสมุทรปราการอายุเฉลี่ย 8 เดือน ขนส่งมาโดยแช่ในลังโฟมที่มีน้ำแข็งตลอดเวลา

**3.2 วิธีดำเนินการวิจัย**

**3.2.1 เก็บตัวอย่างปลาสลิดและทำการแปรรูปเป็นปลาสลิดตากแห้ง**

ทำการศึกษาโดยการเก็บตัวอย่างปลาสลิดจากจังหวัดสมุทรปราการโดยเลือกขนาดปลาอายุ 8 เดือน หรือมีขนาดตัวเท่าๆกัน มาทำการตัดหัวปลา ขอดเกล็ด ตัดครีบและหางออก ล้างน้ำให้สะอาด นำแช่ในน้ำเกลือ 5% ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดนำตัวอย่างปลาที่แช่ในน้ำเกลือออกมาล้างน้ำให้สะอาด และนำตัวอย่างปลาไปแยกหมักเกลือที่ปริมาณต่าง ๆ ดังนี้ 0%NaCl, 3%NaCl, 5%NaCl, 7%NaCl และ 9%NaCl ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เมื่อครบตามเวลานำตัวอย่างปลาที่ได้ไปล้างและตากแดดโดยพลิกตัวปลาทุก ๆ 3 ชั่วโมง (ช่วง 8:00-16:00 น.) เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง (ตามวิธีการทำปลาสลิดแดดเดียวของเกษตรกร) นำไปทำการวัดความเค็ม

**3.2.1.1 การวัดความเค็ม**

ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม บดตัวอย่างให้ละเอียด นำตัวอย่างที่บดละเอียดมาละลายด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร ตรวจวัดของเครื่องวัดความความเค็ม (Salinity meter) PC5 / IONIX; CHAINA)

**3.2.2 ทดสอบด้านประสาทสัมผัสในการชิมปลาสลิด**

นำปลาสลิดตากแห้งจากข้อ 3.2.1 มาทำการหั่นเป็นชิ้นกว้าง 1x1 ตารางนิ้ว และนำไปทอดด้วยน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที โดยให้น้ำมันท่วมชิ้นปลาขณะทอด ทอดจนมีสีเหลืองทอง นำขึ้นจากกะทะเพื่อซับน้ำมัน หลังจากนั้นนำใส่จานโดยแยกแต่ละความเค็ม เพื่อนำไปให้อาสาสมัครจำนวน 111 คน เป็นผู้ชิม โดยอาสาสมัครจะเป็นบุคคลทั่วไปไม่จำกัดอายุและเพศ โดยทดสอบด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 5-point hedonic sacale โดยที่ด้านกลิ่น คะแนน 1 หมายถึง กลิ่นเน่า และคะแนน 5 หมายถึง กลิ่นหอม ด้านรสชาติ คะแนน 1 หมายถึง เค็มและขม และคะแนน 5 หมายถึง รสชาติดี ด้านเนื้อสัมผัส คะแนน 1 หมายถึง เปื่อยยุ่ย และคะแนน 5 หมายถึง เนื้อแน่นมาก และด้านความชอบโดยรวม คะแนน 1 หมายถึง ชอบน้อยมาก และคะแนน 5 หมายถึง ชอบมาก

**3.2.3 ทดสอบระยะเวลาในการเก็บรักษาปลาสลิดตากแห้ง**

นำตัวอย่างปลาสลิดตากแห้งในแต่ละความเค็มจากข้อ 3.2.1 มาทำการสุ่มวัดความเข้มข้นของเกลือที่อยู่ในเนื้อปลาตากแห้งด้วยเครื่องวัดความเค็ม Salinity meter และตรวจวิเคราะห์ค่า $a_w$ นำปลาแต่ละความเค็มเป็นจำนวน 3 ตัว ทำการบรรจุภายใต้สุญญากาศด้วยพลาสติกชนิด Polyethylene ความหนา 89.5 ไมโครเมตร และนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างทุก ๆ 3 วัน มาทำการวิเคราะห์หาปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยดัดแปลงตามมาตรฐานของ BAM, 2001 ในบทที่ 3 (สำหรับแบคทีเรีย) และบทที่ 18 (สำหรับยีสต์และเชื้อรา) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่า $a_w$ วัดค่า pH และปริมาณโปรตีน (AOAC, 2012)

**3.2.3.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total viable Count) (ดัดแปลงจาก BAM, 2001 Chapter 3)**

ชั่งตัวอย่าง 50 กรัม (เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Ohaus รุ่น ARC 120, USA) นำไปผสมกับ Butterfied's phosphate buffer ปริมาตร 450 มิลลิลิตร ใส่ในถุง Stomacher ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ (Aseptic techniques) จากนั้นนำไปตีปั่นด้วยเครื่อง Stomacher เป็นเวลา 1 นาที นำตัวอย่างที่ตีปั่นเรียบร้อยแล้วทำการเจือจาง (Serial dilution) โดยการปิเปต 1 มิลลิลิตร ของตัวอย่างลงใน Butterfied's phosphate buffer ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เป็นการเจือจาง $10^{-2}$ เท่า ถึง $10^{-8}$ เท่าด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ ปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในเพลทปลอดเชื้อ เพื่อวิเคราะห์ด้วย

วิธี Pour plate ด้วยอาหาร Plate Count Agar (PCA) (Himedia) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส (Memmert INE 500, Germany) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนอาหารแต่ละความเจือจาง บันทึกผล และคำนวณเชื้อจุลินทรีย์ในเพลทที่มีจำนวนโคโลนีประมาณ 25-250 โคโลนี รายงานผลเป็นหน่วยโคโลนีต่อกรัม (CFU/g) โดยเก็บตัวอย่างวันที่ 0, 3, 6, 9 และ 12 วัน

**3.2.3.2 ปริมาณยีสต์และรา (BAM, 2001 Chapter 18)**

ชั่งตัวอย่าง 50 กรัม (เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Ohaus รุ่น ARC 120, USA) นำไปผสมกับ 0.1% Peptone water ปริมาตร 450 มิลลิลิตร ใส่ในถุง stomacher ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ (Aseptic techniques) จากนั้นนำไปตีปั่นด้วยเครื่อง Stomacher เป็นเวลา 2 นาที นำตัวอย่างที่ตีปั่นเรียบร้อยแล้วทำการเจือจาง (Serial dilution) โดยการปิเปต 1 มิลลิลิตร ของตัวอย่างลงใน 0.1% Peptone water ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เป็นการเจือจาง $10^{-2}$ เท่า ถึง $10^{-6}$ เท่า ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ ปิเปตตัวอย่าง 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในเพลทที่มีอาหาร Dichloran Rose Bengal Chloramphenical Agar (DRBC); Merck เพื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Spread plate นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนอาหารแต่ละความเจือจาง บันทึกผล และคำนวณเชื้อจุลินทรีย์ในเพลทที่มีจำนวนโคโลนีประมาณ 10-150 โคโลนี รายงานผลหน่วยเป็น CFU/g โดยเก็บตัวอย่างวันที่ 0, 3, 6, 9 และ 12 วัน

**3.2.3.4 ค่าความเป็นกรด-เบส (pH)**

บดตัวอย่างให้ละเอียด นำตัวอย่างที่บดได้วางลงบนบริเวณตรวจวัดของเครื่องวัดความเป็นกรดเบส (pH meter; HORIBA Compact pH meter pH33) จากนั้นจึงทำการวัดค่าความเป็นกรด-เบส (ทำการปรับตั้งเครื่องก่อนใช้งานทุกครั้งด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ที่มีค่าความเป็นกรด-เบสเท่ากับ 4 และ 7

**3.2.3.5 การวิเคราะห์ค่า $a_w$ (Water activity)**

ทำการวิเคราะห์หาค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (water activity; $a_w$) โดยใช้เครื่องวัดค่า $a_w$ (Water activity analyzer) รุ่น Aqualab Pre ทำการวิเคราะห์โดยนำตัวอย่างเนื้อปลาสลิดที่ทำการปรับให้มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้อง ใส่ตัวอย่างลงในลิ้นชักของเครื่องและทำการปิดลิ้นชัก ทำการหมุนลิ้นชักจากตำแหน่ง OPEN/LOAD ไปยังตำแหน่ง READ เพื่อทำการตรวจวัดค่า $a_w$ โดยเครื่องจะแสดงผลของค่า $a_w$ โดยค่าที่อ่านได้จะแสดงบนหน้าจอ LED พร้อมแสดงอุณหภูมิของตัวอย่าง

**3.2.3.6 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2012)**

เตรียมตัวอย่างเนื้อปลาสลิดแดดเดียวชั่งน้ำหนัก 0.5-2 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ใส่หลอดสำหรับย่อยโปรตีน/ไนโตรเจน (Digestion flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม Copper sulphate, Crystal 2 เม็ด และเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น (95-98%) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร จากนั้นนำ Digestion flask เข้าเครื่องย่อยและทำการย่อยโดยใช้อุณหภูมิตั้งแต่ 150-400 องศาเซลเซียส รวมทั้งหมด 6 ขั้นตอน ใช้เวลาประมาณ 4-5 ชั่วโมง โดยทำการย่อยจนได้สารละลายสีเขียวใสจึงปิดเครื่องย่อย ตั้งทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงจนกระทั่งเย็น นำหลอดย่อยเข้าเครื่องกลั่น โดยเติมน้ำกลั่นปริมาตร 20 มิลลิลิตร ตามด้วย 40% NaOH ปริมาตร 80 มิลลิลิตร ในขณะกลั่นมีขวดบรรจุ 4% $H_2BO_3$ ปริมาตร 80 มิลลิลิตร เพื่อจับก๊าซแอมโมเนีย จากนั้นจึงนำไปไตเตรทด้วยสารละลาย 0.1N HCl วัดค่าพีเอชจนได้ค่าเท่ากับสารละลายก่อนการกลั่น ทำการบันทึกปริมาตร 0.1N HCl ที่ใช้

**3.2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ**

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยบรรจุตัวอย่างปลาจำนวน 3 ตัว ต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ (1 บรรจุภัณฑ์ หมายถึง 1 ซ้ำ) ทำการวิเคราะห์ผลทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ เพื่อศึกษาความแตกต่างของคุณภาพด้านต่างๆ ในทุกๆ 3 วันตลอดอายุการเก็บรักษา โดยเก็บตัวอย่างและทำการวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงอย่างน้อย 3 ซ้ำต่อชุดการทดลอง สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design; RCBD) นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ผลความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดการทดลองโดยวิธี One-way ANOVA ด้วยโปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% รายงานผลการทดลองด้วยค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความแปรปรวน (Standard Deviation; SD)

# บทที่ 4

# ผลการวิจัย

## 4.1 ผลการเก็บตัวอย่างปลาสลิดและทำการแปรรูปเป็นปลาสลิดแดดเดียว

จากผลการเก็บรักษาของปลาสลิดในแต่ละปริมาณเกลือและการวิเคราะห์ปริมาณของจุลินทรีย์ในปลาสลิดแดดเดียว จากการศึกษาการบรรจุภายใต้สุญญากาศด้วยพลาสติกชนิด Polyethylene ความหนา 89.5 ไมโครเมตร พบว่าตัวอย่างที่ใช้ปริมาณของเกลือสูงภายหลังการแปรรูปและนำไปตากแห้งจะให้ค่าปริมาณของเกลือสูง โดยแสดงค่าความปริมาณเกลือดังตารางที่ 4-1 พบว่าภายหลังการแปรรูปปริมาณของเกลือจะอยู่ในช่วง 19-157 กรัมต่อ100 กรัมของตัวอย่าง ซึ่งโดยทั่วไปร่างกายคนเรามีความจำเป็นต้องใช้โซเดียม 0.25-0.5 กรัมต่อวัน และไม่ควรบริโภคเกิน 6 กรัมต่อวัน

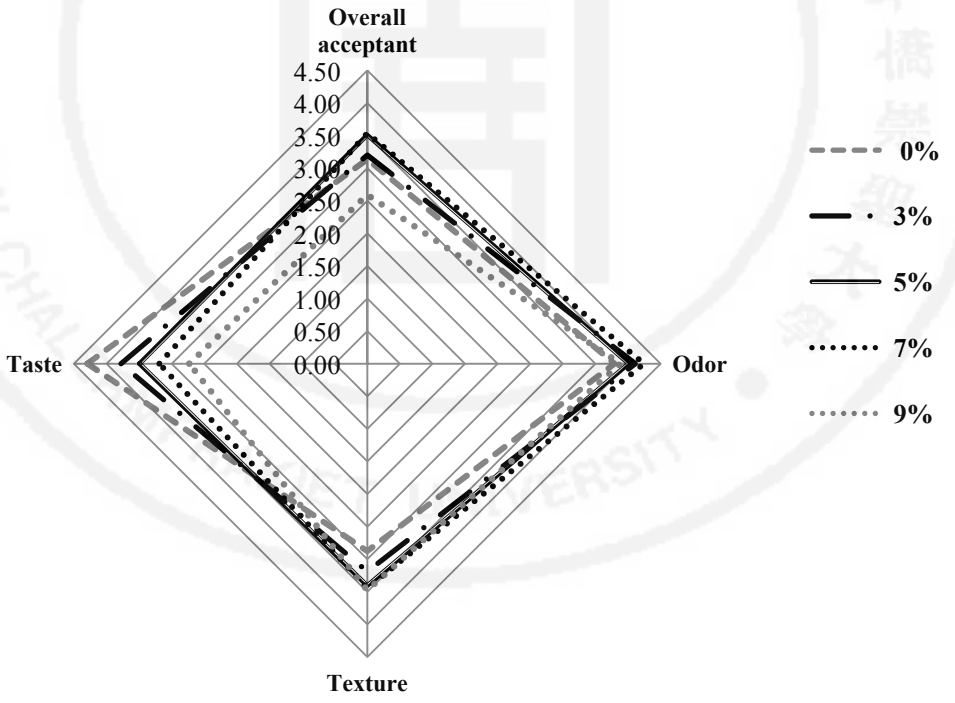
**ตารางที่ 4-1** ปริมาณเกลือจากตัวอย่างปลาสลิดก่อนและภายหลังการแปรรูป

| ปริมาณของเกลือที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างก่อนการตากแห้ง (%) | ค่าเฉลี่ยของปริมาณเกลือภายหลังการตากแห้ง ± SD (g/100 g) |
|---|---|
| 0 | 19 ± 0.121 |
| 3 | 133 ± 0.015 |
| 5 | 139 ± 0.015 |
| 7 | 154 ± 0.035 |
| 9 | 157 ± 0.017 |

## 4.2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้ชิมจำนวน 111 คน พบว่าค่าประสาทสัมผัสด้านกลิ่นผู้ชิมส่วนใหญ่จะชอบปลาสลิดแดดเดียวที่ทำเค็มด้วยเกลือปริมาณ 7% รองลงมาคือ ที่ปริมาณเกลือ 3% และ 5% ตามลำดับ คิดเป็นค่าความชอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นจากคะแนนเต็ม 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25, 4.11 และ 4.01 ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนผลการทดสอบประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสพบว่าผู้ชิมส่วนใหญ่จะชอบ

ปลาสลิดแดดเดียวที่ทำเค็มด้วยเกลือปริมาณ 9% รองลงมาคือ 7% และ 5% ตามลำดับ โดยมีค่าการทดสอบประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสจากคะแนนเต็ม 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.48, 3.45 และ 3.41 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติพบว่าผู้ชิมส่วนใหญ่จะชอบปลาสลิดแดดเดียวที่ทำเค็มด้วยเกลือปริมาณต่ำ คือที่ 0% รองลงมาคือ 3% และ 5% ตามลำดับ คิดเป็นค่าทดสอบประสาทสัมผัสด้านรสชาติจากคะแนนเต็ม 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30, 3.78 และ 3.50 ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และผลการทดสอบประสาทสัมผัสด้านการยอมรับโดยรวมพบว่าผู้ชิมส่วนใหญ่จะให้การยอมรับกับปลาสลิดแดดเดียวที่ทำเค็มด้วยเกลือปริมาณ 7% รองลงมาคือที่ปริมาณเกลือ 5% และ 3% ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 5 จะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.54, 3.51 และ 3.20 ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในภาพที่ 4-1

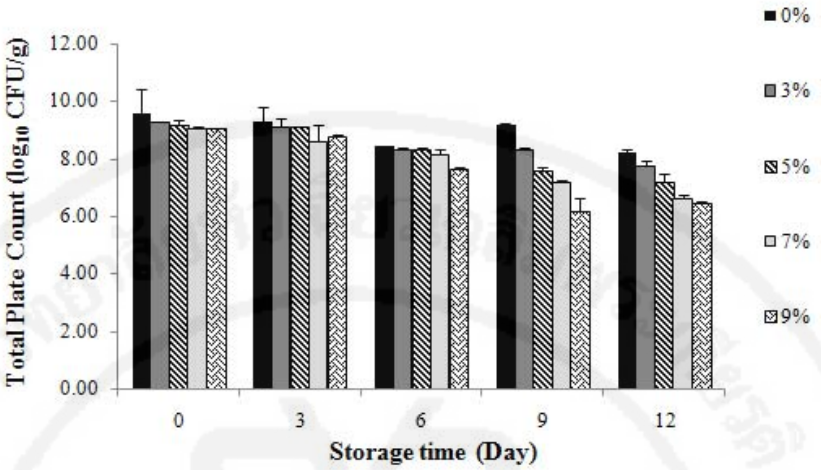



ภาพที่ 4-1 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของปลาสลิดตากแห้งทอดเพื่อแปรปริมาณเกลือ

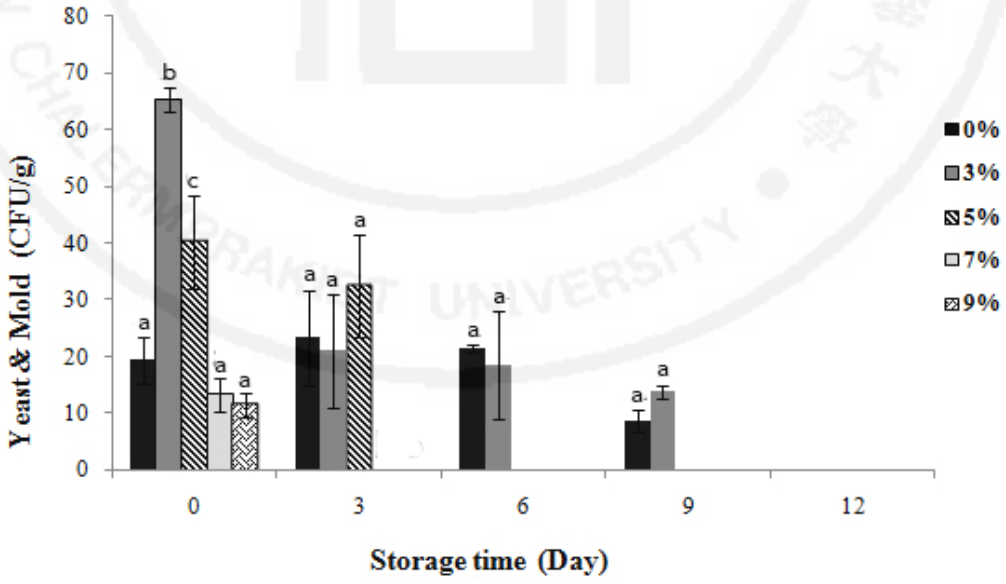
**4.3 ผลการทดสอบการเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียว**

**4.3.1 ผลการศึกษาการเจริญของจุลินทรีย์**

นำตัวอย่างปลาสลิดแดดเดียวของแต่ละปริมาณเกลือมาทำการบรรจุถุงแบบสุญญากาศ และนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างทุก ๆ 3 วัน เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมด เป็นระยะเวลา 12 วัน พบว่าจากผลการศึกษาปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยทำการเก็บตัวอย่างปลาสลิดแดดเดียวที่บรรจุแบบสุญญากาศมาทำการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ในทุก ๆ 3 วัน พบว่าในปลาสลิดแดดเดียวมีจำนวนจุลินทรีย์สูงในระยะแรกของการทดลอง โดยค่าปริมาณเกลือที่ 0%, 3%, 5%, 7% และ 9% พบการเจริญของจุลินทรีย์ในวันเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.83 $\log_{10}$ CFU/g, 9.26 $\log_{10}$ CFU/g, 9.15 $\log_{10}$ CFU/g, 9.06 $\log_{10}$ CFU/g, และ 9.01 $\log_{10}$ CFU/g ตามลำดับ และมีปริมาณยีสต์และเชื้อราเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.33 CFU/g, 65.25 CFU/g, 40.25 CFU/g, 13.33 CFU/g และ 11.50 CFU/g ตามลำดับ และหลังจากการเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวเป็นระยะเวลาหนึ่ง จำนวนของจุลินทรีย์จะค่อย ๆ ลดลง โดยในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาที่ปริมาณเกลือ 0%, 3%, 5%, 7% และ 9% พบการเจริญของจุลินทรีย์ลดลงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.20 $\log_{10}$ CFU/g, 7.76 $\log_{10}$ CFU/g, 7.19 $\log_{10}$ CFU/g, 6.61 $\log_{10}$ CFU/g, และ 6.45 $\log_{10}$ CFU/g ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าปลาสลิดแดดเดียวที่ปรุงด้วยเกลือที่มีปริมาณสูงจะส่งผลให้จำนวนของจุลินทรีย์ลดลง การลดลงของจำนวนจุลินทรีย์ในทุกชุดของการทดลองเมื่อเทียบกับชุดควบคุมในแต่ละวันของการเก็บรักษาจะมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในภาพที่ 4-2 สำหรับการศึกษาปริมาณของยีสต์และเชื้อรา พบว่าจำนวนของยีสต์และเชื้อราจะมีปริมาณลดลงจนไม่สามารถนับจำนวนได้โดยสังเกตได้จากหลังเก็บตัวอย่างไว้เป็นระยะเวลา 6 วัน ปริมาณของยีสต์และเชื้อราลดลงอย่างมาก และตัวอย่างที่มีปริมาณของเกลือตั่งแต่ 7% ถึง 9% ไม่พบการเจริญของยีสต์และเชื้อราเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยไม่พบการเจริญของยีสต์และเชื้อราตั่งแต่วันที่ 3 ของการเก็บรักษา ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงผลในภาพที่ 4-3



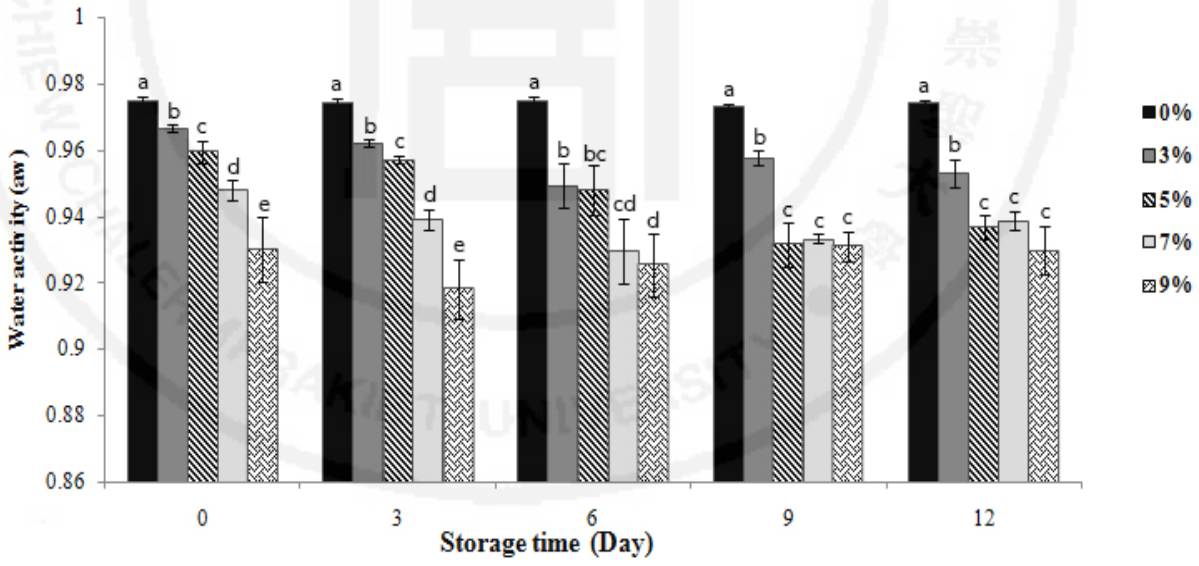

ภาพที่ 4-2 ปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างปลาสลิดแดดเดียวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน (ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation; SD))




ภาพที่ 4-3 ปริมาณของยีสต์และเชื้อราในตัวอย่างปลาสลิดแดดเดียวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน (ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation; SD))

### 4.3.2 ผลการวิเคราะห์ค่า water activity ($a_w$)

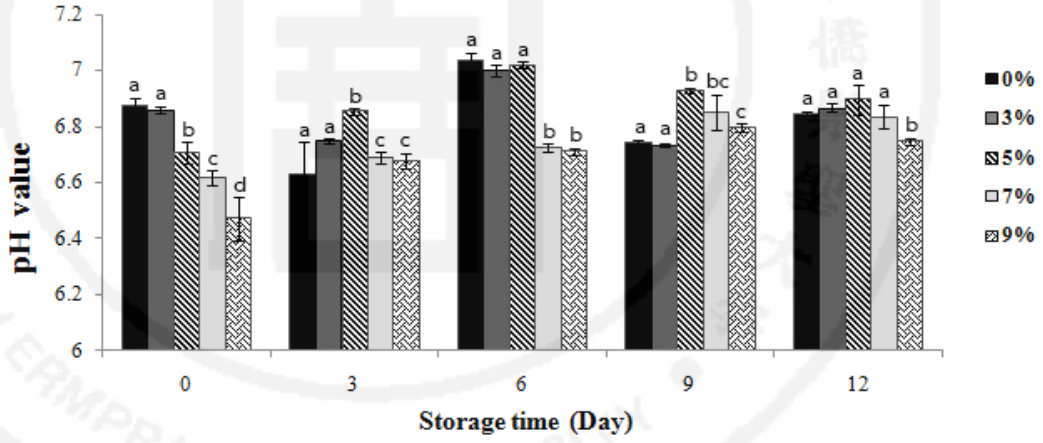
ภายหลังการเก็บตัวอย่างปลาสลิดแดดเดียวในบรรจุถุงแบบสุญญากาศ และนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และทำการเก็บตัวอย่างทุก ๆ 3 วัน มาทำการวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงของค่า $a_w$ ในช่วงเวลาเก็บรักษาตัวอย่างเป็นระยะเวลา 12 วัน พบว่าปลาสลิดแดดเดียวที่มีปริมาณเกลือสูงจะมีค่า $a_w$ ต่ำ เมื่อเริ่มต้นการทดลองพบว่าตัวอย่างที่มีค่าปริมาณเกลือที่ 0%, 3%, 5%, 7% และ 9% มีค่าเฉลี่ย $a_w$ เท่ากับ 0.975±0.001, 0.967±0.001, 0.959±0.003, 0.948±0.003 และ 0.930±0.010 ตามลำดับ เมื่อผ่านการเก็บรักษาค่า $a_w$ จะค่อยๆ ลดลง โดยในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาตัวอย่างที่มีปริมาณเกลือที่ 0%, 3%, 5%, 7% และ 9% จะมีค่าเฉลี่ย $a_w$ เท่ากับ 0.974±0.001, 0.953±0.004, 0.937±0.004, 0.939±0.003 และ 0.929±0.007 ตามลำดับ ซึ่งค่า $a_w$ ที่ค่อย ๆ ลดลงในแต่ละชุดการทดลองของแต่ละวันมีความแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในภาพที่ 4-4




ภาพที่ 4-4 ค่า water activity ($a_w$) ในตัวอย่างปลาสลิดแดดเดียวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน (ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation; SD))

**4.3.3 ผลการวิเคราะห์ค่า pH**

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ในตัวอย่างที่ถูกเก็บรักษา โดยพบว่าค่า pH ของวันเริ่มต้นการทดลองที่มีปริมาณเกลือ 0%, 3%, 5%, 7% และ 9% จะมีค่าเฉลี่ย pH เท่ากับ 6.88±0.03, 6.86±0.01, 6.71±0.04, 6.62±0.03 และ 6.42±0.08 ตามลำดับ ภายหลังการเก็บรักษาค่า pH ของทุกชุดการทดลองจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาตัวอย่างที่มีปริมาณเกลือ 0%, 3%, 5%, 7% และ 9% จะมีค่าเฉลี่ย pH เท่ากับ 6.85±0.01, 6.87±0.02, 6.90±0.06, 6.84±0.04 และ 6.75±0.01 ตามลำดับ ยกเว้นในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาในตัวอย่างที่มีปริมาณของเกลือที่ 0%, 3% และ 5% จะมีการเพิ่มขึ้นของค่า pH และให้ค่า pH ที่แตกต่างจาก ชุดที่เตรียมด้วยปริมาณเกลือ 7% และ 9% ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงผลในภาพที่ 4-5

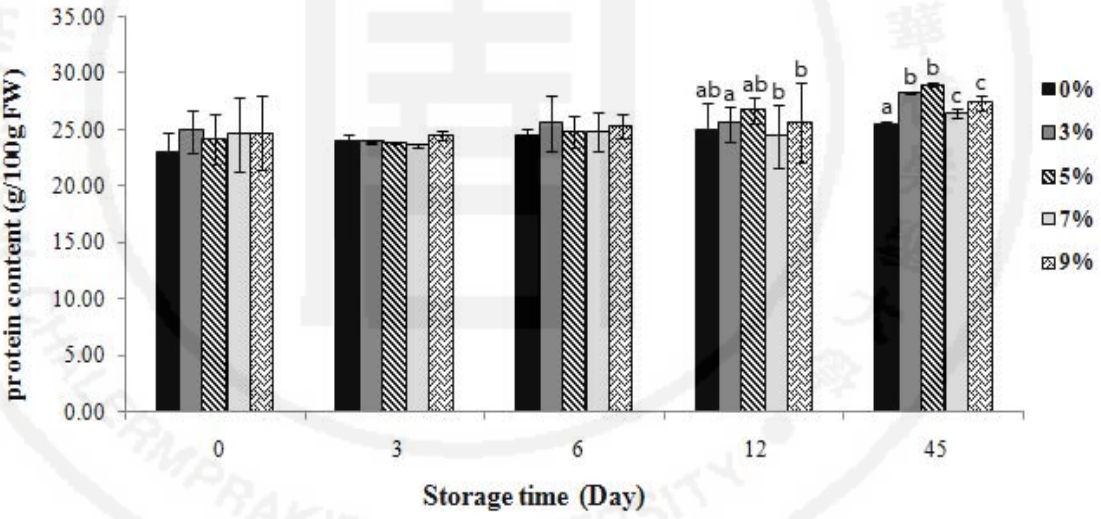



ภาพที่ 4-5 ค่า pH ในปลาสลิดแดดเดียวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 วัน (ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation; SD))

**4.3.4 ผลการวิเคราะห์ค่าโปรตีน**

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนของเนื้อปลาสลิดแดดเดียวแสดงดังภาพที่ 4-6 โดยค่าโปรตีนเริ่มต้นก่อนการเก็บรักษาของตัวอย่างที่มีค่าปริมาณเกลือที่ 0%, 3%, 5%, 7% และ 9% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.01±1.79, 24.91±1.87, 24.15±2.23, 24.60±3.25 และ 24.77±3.27 กรัม ต่อ 100 กรัมของตัวอย่าง ตามลำดับ โดยจากการทดลองพบว่าภายหลังการเก็บรักษาวันที่ 3 ทุกตัวอย่างของแต่ละปริมาณของเกลือมีการสูญเสียของโปรตีนเพียงเล็กน้อย แต่ภายหลังการเก็บ

รักษาในวันที่ 6, 9 และ 12 วัน ปริมาณโปรตีนของเนื้อปลาสลิดมีค่าเพิ่มมาก โดยในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ตัวอย่างที่มีปริมาณเกลือ 0%, 3%, 5%, 7% และ 9% จะมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยเท่ากับ 25.00±2.40, 25.56±1.55, 26.81±1.16, 24.48±2.78 และ 25.69±3.60 กรัม ต่อ 100 กรัมของตัวอย่าง ตามลำดับ โดยพบว่าปริมาณโปรตีนของแต่ละชุดการทดลองในการเก็บรักษาตั่งแต่เริ่มต้นจนถึงวันที่ 6 นั้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ปริมาณโปรตีนของการเก็บรักษาในวันที่ 12 และวันที่ 45 ของการทดลองจะเริ่มมีความแตกต่างกัน โดยการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานถึง 45 วันนั้น พบว่าตัวอย่างที่มีปริมาณเกลือ 0% และ 9% ให้ปริมาณโปรตีนลดลง แต่ตัวอย่างที่มีปริมาณของเกลือที่ 3%, 5% และ 7% ให้ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น โดยพบว่าปริมาณโปรตีนของแต่ละชุดการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมในวันที่ 45 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)




ภาพที่ 4-6 ปริมาณ protein content ในปลาสลิดแดดเดียวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation; SD))

# บทที่ 5

## อภิปรายผลการวิจัย

จากการแปรรูปปลาสลิดแดดเดียวโดยใช้กรรมวิธีตามกลุ่มเกษตรเพื่อศึกษาปริมาณของเกลือที่ 0%, 3%, 5%, 7% และ 9% โดยศึกษาว่าวิธีการดังกล่าวจะมีความปลอดภัยและเหมาะสมต่อผู้บริโภคหรือไม่ โดยพบว่าปลาสลิดแดดเดียวที่แปรรูปมาจะถูกจัดอยู่ในปลาสลิดชนิดเค็มน้อย (เกลือ 5%) และเค็มปานกลาง (เกลือ5-10%) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาสลิดเค็ม (ศรวณีย์ รอดเที่ยง, 2542) แต่เมื่อภายหลังการแปรรูปและนำมาวัดปริมาณเกลือ พบว่ามีความปริมาณเกลือในช่วง 19-157 กรัมต่อ 100 กรัมของตัวอย่าง ซึ่งร่างกายมนุษย์มีความจำเป็นต้องใช้โซเดียมแค่ 0.25-0.5 กรัมต่อวัน ( Brown *et. al*., 2009) โดยค่าเพดานความเค็มสูงสุดเป็นปริมาณมากที่สุดที่ปลอดภัยต่อการบริโภค คือ บริโภคเกลือแกงหรือโซเดียมคลอไรด์ได้มากที่สุดไม่เกิน 6 กรัมต่อคนต่อวัน (มีโซเดียมเป็นส่วนประกอบอยู่ประมาณ 2.4 กรัม) โดยเกลือจะทำหน้าที่เพิ่มรสชาติ และช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ นอกจากนี้เกลือที่ความเข้มข้นต่ำจะมีผลไปกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ในขณะที่เกลือความเข้นข้นสูงจะยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยที่พบว่ายิ่งเพิ่มปริมาณของเกลือในการแปรรูปปลาสลิดแดดเดียวจะทำให้การเจริญของจุลินทรีย์ลดลง โดยเรียงลำดับการเจริญของจุลินทรีย์จากน้อยไปมากจะพบที่ตัวอย่างที่มีเกลือ 9%, 7%, 5%, 3% และ 0% ตามลำดับ การเพิ่มปริมาณของเกลือจะทำให้ค่า water activity ($a_w$) ของตัวอย่างลดลงจึงทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ นอกจากนี้เกลือยังทำให้เกิดการดึงน้ำออกจากเซลล์ของจุลินทรีย์ส่งผลให้ความดันออสโมติกสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ และช่วยจำกัดจำนวนของแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของอาหารเน่าเสียได้ (Yanganza *et al*., 2009) จากผลการทดลองพบว่าตัวอย่างที่มีปริมาณเกลือ 9%, 7%, 5%, 3% และ 0% จะให้ค่า $a_w$ เฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 0.930$\pm$0.009, 0.948$\pm$0.003, 0.959$\pm$0.003, 0.966$\pm$0.001 และ 0.975$\pm$0.001 ตามลำดับ และพบการเจริญของจุลินทรีย์ในวันเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยที่ 9.01 $\log_{10}$ CFU/g, 9.06 $\log_{10}$ CFU/g, 9.15 $\log_{10}$ CFU/g, 9.26 $\log_{10}$ CFU/g และ 9.83 $\log_{10}$ CFU/g ตามลำดับ และมีปริมาณยีสต์และเชื้อราเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยที่ 11.50 CFU/g, 13.33 CFU/g, 40.25 CFU/g, 65.25 CFU/g และ 19.33 CFU/g ตามลำดับ โดยในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาที่ปริมาณเกลือ 9%, 7%, 5%, 3% และ 0% จุลินทรีย์มีการเจริญลดลงโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.45 $\log_{10}$ CFU/g, 6.61 $\log_{10}$ CFU/g, 7.19 $\log_{10}$ CFU/g, 7.76 $\log_{10}$ CFU/g และ 8.20 $\log_{10}$ CFU/g ตามลำดับ การที่ตัวอย่างทุกชุดการทดลองมีค่าเฉลี่ย $a_w$ สูงถึง 0.9 จะส่งผลให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดีและทำให้ปลาสลิดแดดเดียวไม่สามารถเก็บไว้ได้นานๆ หากจำหน่ายไม่หมดจะทำให้คุณภาพของปลาสลิดแดดเดียวที่เก็บไว้ลดลง Petrus และคณะ (2013) ทำการหมักปลา (Wadi Betok) ทางตอน

ใต้ของกาลิมันตัน ประเทศอินโดนีเซีย โดยนำตัวอย่างปลามาใส่เกลือที่ความเข้มข้น 5, 10, 15, 20, 25, 50, 75, และ 100% w/w พบว่าให้ค่า pH อยู่ในช่วง 6.74-7.87 ค่า $a_w$ ในช่วง 0.75-0.93 พบว่าตัวอย่างที่ใส่เกลือ 5% จะพบจุลินทรีย์สูง $2.44x10^6$ CFU/g และพบจุลินทรีย์ในกลุ่มแลกติกสูง $2.13 x10^6$ CFU/g ซึ่งปลาสลิดเค็มที่ดีควรมีค่า $a_w$ ไม่เกิน 0.85 และมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $1x10^6$ CFU/g เชื้อราต้องไม่เกิน $2x10^2$ CFU/g (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2536) เมื่อเทียบกับตัวอย่างในการทดลองพบว่าตัวอย่างมีค่า $a_w$ สูงเกินกว่ามาตรฐานจึงส่งผลให้มีจำนวนจุลินทรีย์สูงตามไปด้วย

เนื่องจากน้ำมันปาล์มมีความคงทนต่อการเกิดออกซิเดชันดี มีปริมาณกรดโอเลอิกสูง และไม่ค่อยเกิดฟองเวลาทอด (Tarmizi *et al*., 2016) ความร้อนจากการทอดจะมีผลต่อค่า $a_w$ โดยจะทำให้ค่า $a_w$ ในอาหารจะลดลง และไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ และทำลายเอนไซม์ในอาหารด้วย อายุของการเก็บของอาหารทอดจะขึ้นกับปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์ขณะการเก็บรักษา (Fellow, 1990) ดังนั้นน้ำมันปาล์มจึงถูกนำมาใช้ในการทอดปลาสลิดแดดเดียว ผลจากการทดสอบประสาทสัมผัสของปลาสลิดแดดเดียวที่ผ่านการทำเค็มและนำมาทอด ผลจากผู้ชิมจำนวน 111 คน พบว่าการทดสอบประสาทสัมผัสด้านกลิ่นผู้ชิมส่วนใหญ่จะชอบปลาสลิดแดดเดียวที่ทำเค็มด้วยเกลือปริมาณ 7% รองลงมาคือที่ปริมาณเกลือ 3% และ 5% ตามลำดับ คิดเป็นค่าความชอบด้านกลิ่นจากคะแนนเต็ม 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25, 4.11 และ 4.01 ตามลำดับ การทดสอบประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสพบว่าผู้ชิมส่วนใหญ่จะชอบปลาสลิดแดดเดียวที่ทำเค็มด้วยเกลือปริมาณ 9% รองลงมาคือที่ปริมาณเกลือ 7% และ 5% ตามลำดับ โดยมีค่าความชอบด้านเนื้อสัมผัสจากคะแนนเต็ม 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.48, 3.45 และ 3.41 ตามลำดับ การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติพบว่าผู้ชิมส่วนใหญ่จะชอบปลาสลิดแดดเดียวที่ทำเค็มด้วยเกลือปริมาณต่ำสุด คือ 0% รองลงมาคือที่ปริมาณเกลือ 3% และ 5% ตามลำดับ คิดเป็นค่าความชอบด้านรสชาติจากคะแนนเต็ม 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30, 3.78 และ 3.50 ตามลำดับ และด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์พบว่าผู้ชิมส่วนใหญ่จะให้การยอมรับกับปลาสลิดแดดเดียวที่ทำเค็มด้วยเกลือปริมาณ 7% รองลงมาคือที่ปริมาณเกลือ 5% และ 3% ตามลำดับ คิดเป็นค่าความชอบโดยรวมจากคะแนนเต็ม 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.54, 3.51 และ 3.20 ตามลำดับ โดยทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ผลจากการเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 วัน ซึ่งการเสื่อมเสียของปลาสลิดแดดเดียวเกิดได้จากการเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์และทางเคมี โดยพบว่าในช่วงเริ่มต้นของการเก็บรักษาจนถึงวันที่ 6 ของการเก็บรักษา

ปริมาณจุลินทรีย์จะมีจำนวนลดลงในทุกการทดลอง แต่หลังจากวันที่ 6 ปริมาณของแบคทีเรียจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นในทุกชุดของการทดลองซึ่งเป็นผลมาจากจุลินทรีย์มีการนำเอาโปรตีนจากในเนื้อปลาสลิดไปใช้เพื่อการเจริญเพิ่มจำนวนซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีที่กล่าวว่าโปรตีนของปลาสลิดจะสลายได้ง่ายทำให้แบคทีเรียเจริญได้ดี (สุมาลี เหลืองสกุล, 2527; Dalgaard *et al.*, 1993) ยกเว้นชุดควบคุม แต่ภายหลังการเก็บรักษาวันที่ 12 เมื่อทำการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ในตัวอย่างพบว่าปริมาณของจุลินทรีย์มีจำนวนลดลง สำหรับปริมาณยีสต์และเชื้อราภายหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 วัน ที่ปริมาณของเกลือ 5%, 7% และ 9% ไม่พบการเจริญของยีสต์และเชื้อราอีกเลย นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของปลาสลิดแดดเดียวในวันแรกของการทดลองที่มีปริมาณของเกลือมากจะทำให้ค่า pH ต่ำลง โดยตัวอย่างที่มีปริมาณเกลือ 0%, 3%, 5%, 7% และ 9% จะมีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 6.88$\pm$0.03, 6.86$\pm$0.01, 6.71$\pm$0.04, 6.62$\pm$0.03 และ 6.42$\pm$0.08 ตามลำดับ ภายหลังการเก็บรักษาค่า pH ของทุกชุดการทดลองค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งแสดงถึงมีความเป็นด่างเพิ่มขึ้น โดยความเป็นด่างอาจเกิดจากเกิดจากการย่อยสลายตัวเอง หรือการย่อยสลายจากจุลินทรีย์ โดยมีการสลายตัวของโปรตีนเกิดเป็นสารเอมีน แอมโมเนีย ซึ่งมีสมบัติเป็นด่าง และถ้าหากมีปริมาณมาก ๆ จะทำให้ปลามีกลิ่นรสเปลี่ยนไป และมีคุณค่าทางอาหารลดลง จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนโดยเริ่มต้นพบว่าตัวอย่างที่มีปริมาณเกลือ 0%, 3%, 5%, 7% และ 9% จะมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยเท่ากับ 23.01$\pm$1.79, 24.91$\pm$1.87, 24.15$\pm$2.23, 24.60$\pm$3.25 และ 24.77$\pm$3.27 กรัม ต่อ 100 กรัมของตัวอย่าง ตามลำดับ ภายหลังการเก็บรักษาในช่วงแรกพบว่าปริมาณโปรตีนของทุกชุดการทดลองลดลง แต่หลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 วัน พบว่ามีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นในเกือบทุกชุดการทดลองจนถึงวันที่ 12 ของการเก็บรักษา โดยตัวอย่างที่มีปริมาณเกลือ 0%, 3%, 5%, 7% และ 9% จะมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยเท่ากับ 25.00$\pm$2.40, 25.56$\pm$1.55, 26.81$\pm$1.16, 24.48$\pm$2.78 และ 25.69$\pm$3.60 กรัม ต่อ 100 กรัมของตัวอย่าง ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนที่ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจะสอดคล้องกับการศึกษาค่า $a_w$ ในระหว่างการเก็บรักษา โดยพบว่าค่า $a_w$ ของทุกชุดการทดลองจะค่อย ๆ ลดลง โดยในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา โดยค่า $a_w$ ของตัวอย่างที่มีปริมาณเกลือ 0%, 3%, 5%, 7% และ 9% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.97$\pm$0.00, 0.953$\pm$0.004, 0.936$\pm$0.003, 0.939$\pm$0.002 และ 0.929$\pm$0.007 ตามลำดับ เมื่อเพิ่มระยะเวลในการเก็บรักษาปริมาณโปรตีนก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากการหายไปของปริมาณน้ำในตัวอย่างที่เก็บไว้นาน ซึ่งตามมาตรฐานของปลาสลิดแดดเดียว

แห้ง 100 กรัม ควรมีโปรตีนอยู่ 45.3 กรัม และแคลเซียม 213 มิลลิกรัม และมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต และไขมันอยู่ต่ำเท่ากับ 0.6 และ 0.9 กรัม ตามลำดับ

# บทที่ 6

# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

## 6.1 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาการใช้ปริมาณของเกลือที่แตกต่างกันในการเตรียมปลาสลิดแดดเดียวแบบวิธีของเกษตรกรผู้แปรรูปปลาสลิดตั้งแต่ 0%, 3%, 5%, 7% และ 9% โดยปริมาณของเกลือภายหลังการแปรรูปมีปริมาณค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 19-157 กรัมต่อ 100 กรัมของตัวอย่าง ภายหลังการนำปลาสลิดแดดเดียวไปทอดและทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าปลาสลิดที่ใช้เกลือปริมาณ 7% ได้รับความชอบโดยรวมสูงที่สุด ซึ่งหากบริโภคในครั้งละจำนวนมากก็จะส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค ภายหลังการแปรรูปและนำไปตากแดดพบว่าปลาสลิดแดดเดียวมีค่า $a_w$ และปริมาณจุลินทรีย์สูงเกินกว่าค่ามาตรฐานของปลาสลิดเค็มที่ดี และจากการนำปลาสลิดตามท้องตลาดที่ขายมาตรวจวัดค่า $a_w$ ก็พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน คือช่วงประมาณ 0.94-0.97 ซึ่งถือว่ามีค่า $a_w$ ที่สูงเหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่จะนำไปสู่การเสื่อมเสียของปลาสลิดแดดเดียว ผู้ผลิตจึงควรผลิตและจำหน่ายปลาสลิดแดดเดียววันต่อวัน จากผลการทดลองการบรรจุถุงแบบสุญญากาศ และนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวไว้ได้ไม่เกิน 6 วัน โดยที่ยังคงคุณภาพที่ดี นอกจากนี้ตัวอย่างที่แปรรูปด้วยเกลือที่ปริมาณ 7% ยังสามารถลดการเจริญของยีสต์และเชื้อราได้ดี ซึ่งสามารถเก็บได้สูงสุดเป็นระยะเวลา 6 วัน โดยไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง แต่ถ้าในระหว่างการแปรรูปปลาสลิดมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในจำนวนมากก็ยิ่งจะส่งผลให้ปลาสลิดแดดเดียวเสื่อมเสียเร็วขึ้น ดังนั้นการแปรรูปปลาสลิดแดดเดียวจึงแปรรูปปลาสลิดในบริเวณที่สะอาด เพื่อลดการการปนเปื้อนจุลินทรีย์ และควรใช้เกลือที่ปริมาณ 7% เพื่อช่วยในยืดอายุในการเก็บรักษาตัวอย่างและยังเป็นรสชาติที่ชอบของคนส่วนใหญ่

## 6.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดในพื้นที่การแปรรูปและการตากปลา ซึ่งส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนและแห้งไม่สนิทจึงทำให้ค่า water activity ($a_w$) และพบจุลินทรีย์เริ่มต้นค่อนข้างสูง สิ่งที่ควรวิเคราะห์เพิ่มเติม เพื่อให้ได้ผลงานวิจัยที่ครบถ้วนสมบูรณ์ได้ เช่น การวัดสี วัดเนื้อสัมผัส วัดค่าความชื้น และตรวจวิเคราะห์การเกิดกลิ่นหืนของตัวอย่างปลาสลิดแดดเดียว เช่น ค่า Thiobarbituric acid (TBA) ซึ่งควรดำเนินงานวิจัยเพิ่มเติมในครั้งถัดไป ข้อมูลนี้สามารถใช้เป็นแนวทางที่กลุ่มเกษตรกรผู้แปรรูปควรจะนำไปใช้ในการปรับปรุงการแปรรูปและการจำหน่ายผลิตภัณฑ์เบื้องต้น

**บรรณานุกรม**


กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมประมง กองเศรษฐกิจการประมง. (2545) *สถิติประมงน้ำจืด.* กรุงเทพฯ : กอง กรม กระทรวง.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมประมง. (2548) *การเพาะเลี้ยงปลาสลิด.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุม สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมประมง กองเศรษฐกิจการประมง. (2551) *สถิติประมงน้ำจืด.* กรุงเทพฯ : กอง กรม กระทรวง.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมประมง กองเศรษฐกิจการประมง. (2552) *สถิติประมงน้ำจืด.* กรุงเทพฯ : กอง กรม กระทรวง.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมประมง กองเศรษฐกิจการประมง. (2553) *สถิติประมงน้ำจืด.* กรุงเทพฯ : กอง กรม กระทรวง.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมประมง กองเศรษฐกิจการประมง. (2554) *สถิติประมงน้ำจืด.* กรุงเทพฯ : กอง กรม กระทรวง.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมประมง กองเศรษฐกิจการประมง. (2555) *สถิติประมงน้ำจืด.* กรุงเทพฯ : กอง กรม กระทรวง.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมประมง กองเศรษฐกิจการประมง. (2556) *สถิติประมงน้ำจืด.* กรุงเทพฯ : กอง กรม กระทรวง.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมประมง กองเศรษฐกิจการประมง. (2557) *สถิติประมงน้ำจืด.* กรุงเทพฯ : กอง กรม กระทรวง.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมประมง กองเศรษฐกิจการประมง. (2558) *สถิติประมงน้ำจืด.* กรุงเทพฯ : กอง กรม กระทรวง.

กรมส่งเสริมการเกษตร. (ม.ป.ป.) *ปลาสลิด.* [ออนไลน์] แหล่งที่มา : http://www.doae.go.th/library/html/detail/f_salid/p11_1.htm (15 สิงหาคม 2556)

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2544) *หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น.* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. หน้า 160.

พัชราวลัย ศรียะศักดิ์ นิวุฒิ หวังชัย ชนกันต์ จิตมนัส จงกล พรมยะ และเลอเบล หลุยส์. (2557) “ผลกระทบจากสภาพอากาศและฤดูกาลต่อคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ” *วารสารวิจัย มข.* 19 (5) หน้า 743-751.

พิมพ์ชนก พริกบุญจันทร์. (2557) *ผลิตภัณฑ์ประมง* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. หน้า 24.

**บรรณานุกรม (ต่อ)**

พรรณทิพย์ สุวรรณสาครกุล. (2543) *ปลาสลิดเค็มแห้ง.* เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 1/2543. สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง กรุงเทพฯ. หน้า 24.

วารุณี สุวรรณจงสถิต. (2546) *การปรับปรุงกรรมวิธีการทอดและอายุการเก็บรักษาของปลาสลิดเค็มทอดกรอบ.* วิทยานิพนธ์ วท.ม. (สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริจรรยา เขาประเสริฐ. (2551) *การใช้ประโยชน์จากสารสกัดใบหม่อนเพื่อยืดอายุการก็บรักษาปลาสลิดตากแห้ง.* วิทยานิพนธ์ วท.ม. (สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร) พิษณุโลก : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ศรวณีย์ รอดเที่ยง. (2542) *ผลของกรดต่อคุณภาพและอายุการเก็บปลาสลิดเค็ม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.* วิทยานิพนธ์ วท.ม. (สาขาวิชาผลิตภัณฑ์ประมง) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุมาลี เหลืองสกุล. (2527) *จุลชีววิทยาทางอาหาร.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชัยเจริญ.

สัญชัย บุญญะธานี. (2548) *การเลี้ยงปลาสลิด.* กรุงเทพฯ : อักษรสยามการพิมพ์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2536) *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาเค็ม : ปลาสลิด*. มอก. 1199-2536.

องค์การสะพานปลา. (ม.ป.ป.) *สถิติราคาปลาน้ำจืดสดที่สะพานปลากรุงเทพมหานคร.* [ออนไลน์] แหล่งที่มา : http://www.fishmarket.co.th (15 สิงหาคม 2556)

Bacteriological analytical manual Online, 2001 Chapter 3, Aerobic plate count. USFDA page 8. (http://www.cfsan.fda.gov)

Bacteriological analytical manual Online, 2001 Chapter 18, Yeasts, Molds and Mycotoxins. USFDA page 4. (http://www.cfsan.fda.gov)

Bellagha, S.A., Sahli, A., Farhat, N., and Kechaou, G. A. (2007) Studies on salting and drying of sardine (Sardinella aurita): Experimental kinetics and modeling. *Journal of Food Engineering*. 78, 947-952.

Brown, I.J., Tzoulaki, I., Candeias, V., and Elliott, P. ( 2009) Salt intakes around the world: implications for public health. *International Journal Epidemiology.* 38, 791-813.

**บรรณานุกรม (ต่อ)**

Hwang, C.C., Lin, C.M., Kung, H.F., Huang, Y.L., Hwang, D.F., Su, Y.C., and Tsai, Y.H. (2012) Effect of salt concentrations and drying methods on the quality and formation of histamine in dried milkfish (*Chanos chanos*). *Food Chemistry.* 135, 839-844.

Harris, P., and Tall, J. (1994) *Rancidity in fish foods*. London:Chapman and Hall.

Horner, W.F.A. (1997) Preservation of fish by curing drying, salting and smoking. *Fish processing Technology*, G.M. Hall (Ed). 2 nd, Blackie Academic and professional, Lon, 32-73 pp.

Dalgaard, T., Gram, L., and Huss, H.H. (1993) Spoilage and shelf-life of cod fillets packed in vacuum or modified atmosphere. *International Journal of Food Microbiology.* 28, 21-29.

DeBoer, J.A., Pope, K.L., and Koupl, K.D. (2013) Environmental factors regulating the recruitment of walleye *Sander vitreus* and white bass *Morone chrysops* in irrigation reservoirs. *Ecology of Freshwater Fish.* 22, 43-54.

Farid, F.B., Latifa, G.A., Nahid, M.N. and Begum, M. (2014) Comparison of the changes in Phisico-chemical characteristic of dry salted Snake-head Shoal (*Channa stratus* Bloch, 1801) and Taki (*Channa punctatus* Bloch, 1793) at room temperature (27-31°C). *Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences.* 2, 18-23.

Fellow, P.J. (1990) *Food Processing Technology Principle and Practice*. Ellis Horwood Limited. 505 pp.

Frangos, L., Pyrgotou, N., Giatrakou, V., Ntzimani, A., and Savvaidis, I.N. (2010) Combined effects of salting, oregano oil and vacuum-packaging on the shelf-life of refrigerated trout fillets. *Food Microbiology*. 27, 115-121.

Kleinewietfeld, M., Manzel, A., Titze, J., Kvakan, H., Yosef, N., Linker, R.A., Muller, D.N., and Hafler, D.A. (2013) Sodium chloride drives autoimmune disease by the induction of pathogenic Th17 cell. *Nature.* 496, 518-522.

**บรรณานุกรม (ต่อ)**

Kochhar, S.P. (2001) The composition of frying oils. *In Rossel JB (ed) Frying: Improving quality.* Cambridge, England: Woodhead Publishing Ltd. 87-114 pp.

Leszkowiat, M.J.V., Barichello, V., Yada, R.Y., Coffin, R.H., Lougheed, E.C., and Stanley, D.W. (1990) Contribution of sucrose to nonenzymatic browing in potato chips. *Journal Food Science.* 55, 281-284.

Okoronkwo, C.U., Udensi, E.A., and Nwaigwe, G.A. (2014) Effect of different salt concentration on the microbiological quality of fresh meat sold in the Okigwe local Abattoir, Imo state, Nigeria. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology.* 8, 46-51.

Petrus, Purnomo, H., Suprayitno, E., and Hardoko. (2013) Physicochemical characteristics, sensory acceptability and microbial quality of *Wadi Betok* a traditional fermented fish from South Kalimantan, Indonesia. *International Food Research Journal.* 20, 933-939.

Tarmizi, A.H.A., Ismail, R., and Kuntom, A. (2016) Effect of frying on the palm oil quality attributes – A review. *Journal of Oil Palm Research.* 28, 143–153.

Wheaton, F. and Lawson, T. (1985) *Processing Aquatic Food Products*. New York. 517 pp.

Yaganza, E.S., Teweddell, R.J., and Arul, J. (2009) Physicochemical basis for inhibitory effects of organic and inorganic salts on the growth of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *Carotovorum* and *Pectobacterium atrosepticum*. *Applied Environmental Microbiology.* 75, 1465-1469.

# ภาคผนวก ก
# วิธีการเตรียมสารเคมี

## 1. สารเคมี

### 1.1 การเตรียม 0.1% Peptone water

| | |
|---|---|
| Peptone | 1.00 กรัม |
| น้ำกลั่น | 1,000 มิลลิลิตร |

นำส่วนประกอบต่าง ๆ ไปละลายในน้ำกลั่นบรรจุลงในฟลาสทำการปิดฝาด้วยสำลี และปิดทับอีกครั้งด้วยกระดาษ นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

### 1.2 การเตรียม Plate Count Agar (PCA)

| | |
|---|---|
| Plate count agar | 23.5 กรัม |
| น้ำกลั่น | 1,000 มิลลิลิตร |

นำส่วนประกอบต่าง ๆ ไปละลายในน้ำกลั่นบรรจุลงในฟลาสทำการปิดฝาด้วยสำลี และปิดทับอีกครั้งด้วยกระดาษ นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

**ภาคผนวก ข**

**ประวัติย่อคณะผู้วิจัย**

**คณะผู้วิจัย**

**หัวหน้าโครงการวิจัย**


ภาษาไทย นางสาวพรพิมล กาญจนวาศ

ภาษาอังกฤษ Miss Pornpimon Kanjanavas

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำ กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

สถานที่ทำงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

ที่อยู่ 254 พระยาสุเรนทร์ 21 ถนนพระยาสุเรนทร์ แขวงบางชัน เขตคลองสามวา จังหวัดกรุงเทพมหานคร

โทรศัพท์ 083-9080717 หรือ 02-3126300 ต่อ 1488

E – mail address kanjanavas@hotmail.com


**ผู้ร่วมวิจัย**

1. 
ภาษาไทย นายชัยรัตน์ เตชวุฒิพร

ภาษาอังกฤษ Mr. Chairat Techavuthiporn

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำ กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

สถานที่ทำงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

โทรศัพท์ 086-5245998 หรือ 02-3126300 –1488


2. 
ภาษาไทย นางสาวอลิษา สุนทรวัฒน์

ภาษาอังกฤษ Miss Alisa Soontornwat

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำ กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

สถานที่ทำงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
ที่อยู่ 53/10 ซอยติวานนท์ 20 ตำบลบางกระสอ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี
โทรศัพท์ 089-0203104 หรือ 02-3126300 ต่อ 1488

3. ภาษาไทย นางสาวชวนพิศ จิระพงษ์
ภาษาอังกฤษ Miss Chaunpis Jirapong
ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำ กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
สถานที่ทำงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
ที่อยู่ 35 หมู่ 5 ตำบลสำโรงกลาง อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ
โทรศัพท์ 089-0203104 หรือ 02-3126300 ต่อ 1488

## ภาคผนวก ค

# แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส

**แบบทดสอบผลิตภัณฑ์ปลาสลิดทอด**

วันที่ทดสอบ…… เพศ ❑ หญิง ❑ ชาย อายุ.....ปี อาชีพ.....

**<u>โปรดทำเครื่อง ✓ หมายถูกให้คะแนนคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามหัวข้อต่อไปนี้</u>**

ด้านกลิ่นของปลาสลิดแห้งทอด

| ตัวอย่าง | 5<br>กลิ่นหอม | 4<br>หอมเล็กน้อย | 3<br>กลิ่นโคลน กลิ่นปลาสด | 2<br>กลิ่นหืน กลิ่นอับ | 1<br>กลิ่นเหม็นเน่า |
|---|---|---|---|---|---|
| 862 | | | | | |
| 223 | | | | | |
| 756 | | | | | |
| 544 | | | | | |
| 681 | | | | | |

ด้านรสชาติปลาสลิดแห้งทอด

| ตัวอย่าง | 5<br>รสชาติดี | 4<br>ค่อนข้างเค็ม | 3<br>เค็ม | 2<br>เค็มมาก | 1<br>เค็มและขม |
|---|---|---|---|---|---|
| 862 | | | | | |
| 223 | | | | | |
| 756 | | | | | |
| 544 | | | | | |
| 681 | | | | | |

ด้านลักษณะเนื้อปลาสลิดแห้งทอด

| ตัวอย่าง | 5<br>เนื้อแน่นดี | 4<br>เนื้อค่อนข้างแน่น | 3<br>แห้งแข็ง หรือ ร่วน | 2<br>ค่อนข้างแห้งแข็ง หรือค่อนข้างร่วน | 1<br>แข็งกระด้าง เปื่อยยุ่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| 862 | | | | | |
| 223 | | | | | |
| 756 | | | | | |
| 544 | | | | | |
| 681 | | | | | |

ตัวอย่างปลาสลิดแห้งที่ท่านชอบ (เรียงตามลำดับความชอบจากชอบมากที่สุดถึงชอบน้อยที่สุด)

1…….. 2…….. 3 ……. 4…….. 5……..

**✳ หมายเหตุ การชิมควรดื่มน้ำหลังจากชิมผ่านไปในแต่ละชิ้น และเว้นระยะห่างในการชิมแต่ละชิ้นประมาณ 5 นาที**