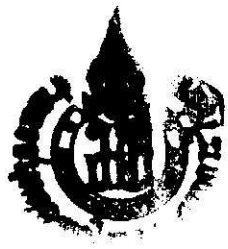


รายงานการวิจัย

เรื่อง

การผลิตปลาสะเต๊ะจากปลามูลค่าต่ำ

Fish Satay Production from Low Value Fish

โดย

ไพรัตน์ โสภโณดร

พิทยา อดุลยธรรม

ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

Order Key 15602

BIB Key 142752

2541

เลขหมู่ 664.336.5 344 พ94

เลขทะเบียน 2541 ก 1

26 พ.ค. 2541

บทคัดย่อ

การศึกษากระบวนการผลิตปลาสะเต๊ะจากปลาข้างเหลือง (yellow stripe trevally, Selaroides leptolepis) ที่มีองค์ประกอบทางเคมี คือ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า แคลเซียม ฟอสฟอรัส ร้อยละ 79.79 80.31 12.32 8.86 0.89 และ 1.04 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ ค่าทีบีเอ 5.52 มิลลิกรัมมาโลนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง ปริมาณด่างที่ระเหยได้ทั้งหมด 19.38 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อ 100 กรัมตัวอย่าง ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 1.96×10^4 โคโลนีต่อกรัม และค่าพลังงาน 173.48 กิโลคาลอรี่ต่อ 100 กรัม

กระบวนการผลิตปลาสะเต๊ะที่เหมาะสมโดย 2 กระบวนการ ได้แก่ แบบอบและแบบทอด พบว่าสำหรับปลาสะเต๊ะแบบอบ จำเป็นต้องลดความชื้นของปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อให้เหลือร้อยละ 40 ก่อนนำปลามาผ่านลูกกลิ้ง และจุ่มในน้ำปรุงรสแล้วอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 80 นาที ส่วนปลาสะเต๊ะแบบทอด นำปลาที่ลดความชื้นให้เหลือร้อยละ 40 และผ่านลูกกลิ้งแล้วมาทอดที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 วินาที แล้วนำไปจุ่มในน้ำปรุงรสก่อนอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที สูตรเครื่องปรุงรสที่ได้พัฒนาแล้ว ประกอบด้วยขิง พริกไทยป่น พริกขี้หนูป่น ผงชูรส ซอสถั่วเหลือง เกลือ น้ำตาล และ น้ำ ร้อยละ 1.8 0.5 0.2 0.4 2.2 1.9 20.9 และ 72.1 ตามลำดับ สำหรับปลาสะเต๊ะแบบอบ และร้อยละ 3.5 0.5 0.2 0.4 2.2 1.9 20.5 และ 70.8 ตามลำดับ สำหรับปลาสะเต๊ะแบบทอด ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า แคลเซียม ฟอสฟอรัสร้อยละ 4.50 74.03 11.63 6.98 0.85 0.69 ตามลำดับ สำหรับปลาสะเต๊ะแบบอบ และร้อยละ 5.75 57.99 27.36 5.29 0.60 0.67 ตามลำดับ สำหรับปลาสะเต๊ะแบบทอด ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด มีค่าพลังงาน 462.13 และ 478.09 กิโลคาลอรี่ต่อ 100 กรัม และมีค่า Aw 0.39 และ 0.41 ตามลำดับ ส่วนคุณภาพทางจุลินทรีย์ของปลาสะเต๊ะทั้ง 2 แบบ พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม เชื้อราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม ตรวจไม่พบ E. coli และ Staphylococcus aureus ผลการสำรวจการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภค ร้อยละ 83 และ 89 ให้การยอมรับปลาสะเต๊ะแบบอบ และแบบทอดในระดับปานกลางถึงระดับมาก

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด ที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกัน คือ ถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง โพลีโพรพิลีน/ความหนา 0.04 และ 0.075 มิลลิเมตรตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง พบว่า ความชื้น ค่า Aw และค่าทีบีเอ เพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์เพียงเล็ก

น้อย ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทั้งสองแบบ พบว่า ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสเครื่องเทศ และรสชาติ เกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก กลิ่นหืนเพิ่มขึ้นขณะที่ความกรอบลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยที่ความแตกต่างของภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ปลาสะเต๊ะทั้งสองแบบอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) และพบว่าปลาสะเต๊ะแบบอบมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ถึงสัปดาห์ที่ 5 สำหรับปลาสะเต๊ะแบบทอดยังมีคุณภาพในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ถึงสัปดาห์ที่ 8

Abstract

Studies on production of fish satay from yellow stripe trevally fish (Selaroides leptolepis) in the from of frozen and bufferfly splitting were carried out. The chemical analysis of fish showed that it contained moisture, protein, fat, ash, calcium and phosphorus: 79.79, 80.31, 12.32, 8.86, 0.89 and 1.04 %dry weight basis, respectively. It also consisted of 5.52 mg malonaldehyde/kg in TBA value, 19.38 mgN/100 g in TVB, 1.96 X 10^4 colonies/g in total viable count and 173.48 calories of energy / 100 g

The optimum processing method for 2 types e.g. baked and fried products were as follows : for baked product, butterfly splitting fish was dehydrated until the moisture was 40% then pressed using roller and dipped in seasoning sauce before baked at 150^{o}C for 80 minutes. Whereas for fried products, the dehydrated and pressed fish was deep- fried in vegetable oil at 220^{o}C for 45 seconds then dipped in seasoning sauce and baked at 150^{o}C for 25 minutes. The seasoning sauce was developed for both types of products. The most acceptable formular was similar except the water and ginger content which were 72.% and 1.8% for baked product and 70.8% and 3.5% for fried product. The remainning ingredient were 0.5% ground pepper, 0.2% ground chilli, 0.4% monosodium glutamate, 2.2% soybean sauce, 1.9% salt and 20.9% sugar. Fish satay product was analysed for some chemical, physical and microbiological quality. The results showed that the baked product contained 4.5% moisture, 74.03% protein, 11.63% fat, 6.98% ash, 0.85% calcium, 0.69% phosphorus, Aw of 0.39 and energy of 462.13 Cal/100 g whereas the fried product contained 5.75% moisture,57.99% protein, 27.36% fat, 5.29% ash, 0.60% calcium, 0.67% phosphorus, Aw of 0.41 and energy of 478.09 Cal/100 g. Both of them had total viable count and mold count less than 100 colonies/g and 10 colonies/g respectively, whereas E. coli and Staphylococcus aureus were not detected. Consumer test using 100 people showed that about 83% and 89% of consumer accepted the developed product for baked and fried product, respectively.

The storage stability of the developed products kept at the ambient temperature for 8 weeks in 3 types of packaging,i.e. high density polyethylene bag with 0.04 mm. thickness and polypropylene bag with 0.04 and 0.075 mm. thickness, showed that the moisture content, Aw and TBA value were increased and microbiological qualities were slightly increased during storage. There was no difference in sensory quality of the products kept in difference packages throughout the storage period. The baked and fried products were accepted until 5 and 8 weeks of storage, respectively.

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อ.....(1)

Abstract.....(3)

กิตติกรรมประกาศ.....(5)

สารบาญ.....(6)

รายการตาราง.....(8)

รายการภาพ.....(10)

บทนำ.....1

ตรวจเอกสาร.....2

- ปลาที่เป็นผลพลอยได้จากการประมง.....2
- องค์ประกอบของเนื้อปลา.....4
- การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว.....6
- วัตถุดิบที่ใช้ผลิตอาหารขบเคี้ยว.....8
- อาหารขบเคี้ยวจากเนื้อปลา.....8
- ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ.....9
- ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว.....12
- การเก็บรักษาและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว.....15

วัตถุประสงค์.....17

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ.....18

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของวัตถุดิบหลัก.....19

ตอนที่ 2 สำรวจลักษณะผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะในอุดมคติของผู้บริโภค.....20

ตอนที่ 3 การพัฒนาสูตรเครื่องปรุงรส.....22

ตอนที่ 4 การปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์.....27

ตอนที่ 5 การประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์.....30

ตอนที่ 6 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ.....31

ตอนที่ 7 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา.....31

ตอนที่ 8 การประเมินต้นทุนวัตถุดิบการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ.....32

ผลและวิจารณ์.....33
บทสรุป.....82
เอกสารอ้างอิง.....84
ภาคผนวก แบบทดสอบชิมผลิตภัณฑ์และแบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์.....93

รายการตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 ตัวอย่างชนิดปลาที่เป็นผลพลอยได้จากการประมง....3

2 กลุ่มของอาหารขบเคี้ยวและตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ในแต่ละกลุ่มที่วางจำหน่าย....7

3 สัดส่วนระหว่าง เกลือ น้ำตาล และพริกขี้หนูป่น จากการวางแผนแบบ มิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1....24

4 เครื่องปรุงรสสูตรต่างๆ ที่ได้จากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1....24

5 สัดส่วนระหว่าง เกลือ น้ำตาล และพริกขี้หนูป่น จากการวางแผนแบบ มิกซ์เจอร์ครั้งที่ 2....26

6 เครื่องปรุงรสสูตรต่างๆ ที่ได้จากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 2....26

7 องค์ประกอบทางเคมีและจุลินทรีย์ของปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ....34

8 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ย (S/I) ของปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ปลาสะเต๊ะสูตรต้นแบบ....35

9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าอัตราส่วนเฉลี่ย ของปัจจัยคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ (สูตรต้นแบบ)....36

10 คะแนนเรียงลำดับความชอบจากการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ ที่ปรุงรสด้วยสูตรเครื่องปรุงรส จากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1....38

11 คะแนนรวมผลของเกลือ น้ำตาล พริกต่อความชอบของผู้ทดสอบชิมในผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ ที่ปรุงรสด้วยสูตรเครื่องปรุงรส จากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1....38

12 ผลรวมคะแนนจากผลการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ ที่ปรุงรสด้วยสูตรเครื่องปรุงรส จากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 2....39

13 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรส E'....39

14 ส่วนผสมเครื่องปรุงรสสูต E'....42

15 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ ที่ปรับปรุงกลิ่นรสเครื่องเทศ ครั้งที่ 1และครั้งที่ 2....43

16 ส่วนผสมเครื่องปรุงรสสำหรับปลาสะเต๊ะแบบอบ....45

17 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ....49

18 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอด....51

19 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาสะเต๊ะ แบบอบและแบบทอด ที่ใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต....54

20 คุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ของปลาสะเต๊ะแบบอบ และแบบทอด.....56
21 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ และแบบทอด.....57
22 ความสำคัญของเหตุผลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวของผู้บริโภค
ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน.....60
23 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าคะแนนความชอบในปัจจัยคุณภาพของ
ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ของผู้บริโภค
ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน.....61
24 การคำนวณต้นทุนส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ปละสะเต๊ะ.....80
25 ต้นทุนการผลิตปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด (บาท/กิโลกรัมผลิตภัณฑ์).....80

รายการภาพ

ภาพที่ หน้า

1 การผลิตผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ.....11
2 ขั้นตอนกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะสูตรต้นแบบ.....21
3 แผนภาพการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1 (ก) และภาพขยาย 3 เท่า (ข).....23
4 แผนภาพการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 2 (ก) และภาพขยาย 3 เท่า(ข) 25
5 กระบวนการผลิตปลาสะเต๊ะแบบอบ.....28
6 กระบวนการผลิตปลาสะเต๊ะแบบทอด.....29
7 เค้าโครงปัจจัยคุณภาพของปลาสะเต๊ะที่ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสสูตร E'.....41
8 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของปลาระหว่างการอบ.....47
9 กระบวนการผลิตปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด.....53
10 เค้าโครงปัจจัยคุณภาพของปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด.....58
11 ปริมาณความชื้นของปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ระหว่างการเก็บรักษา
ในถุงพลาสติกชนิดต่างๆ.....63
12 ค่า Water Activity ของปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ระหว่างการเก็บรักษา
ในถุงพลาสติกชนิดต่างๆ.....65
13 ค่าทีบีเอ ของปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ระหว่างการเก็บรักษา
ในถุงพลาสติกชนิดต่างๆ.....66
14 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ของปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และ แบบทอด (ข)
ระหว่างการเก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิดต่างๆ.....68
15 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยลักษณะปรากฏ ของปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข)
ระหว่างการเก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิดต่างๆ.....70
16 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยกลิ่นรสเครื่องเทศ ของปลาสะเต๊ะ แบบอบ (ก) และแบบทอด (ข)
ระหว่างการเก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิดต่างๆ.....72
17 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยกลิ่นหืน ของปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข)
ระหว่างการเก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิดต่างๆ.....73

18 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยความกรอบ ของปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข)
ระหว่างการเก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิดต่างๆ.....75
19 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยรสชาติ ของปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข)
ระหว่างการเก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิดต่างๆ.....77
20 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยการยอมรับ ของปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข)
ระหว่างการเก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิดต่างๆ.....78

บทนำ

สัตว์น้ำทะเลเป็นทรัพยากรที่สำคัญยิ่งของประเทศไทย กล่าวคือเป็นแหล่งอาหารและสามารถทำรายได้ให้กับประเทศในแต่ละปีจำนวนมาก จากการสำรวจในปี 2534 พบว่าผลผลิตสัตว์น้ำทะเลที่ผลิตได้ของประเทศไทยมีปริมาณ 2,478,607 ตัน มูลค่า 26,403.7 ล้านบาท เป็นผลผลิตจากฝั่งอ่าวไทยปริมาณ 1,820,687 ตัน และจากฝั่งทะเลอันดามันปริมาณ 657,920 ตัน ในปริมาณผลผลิตสัตว์น้ำทะเลทั้งหมดนี้เป็นปลา ปริมาณ 2,018,152 ตัน มีมูลค่า 14,319.3 ล้านบาท ประกอบด้วยปลาผิวน้ำ 726,130 ตัน มูลค่า 8,226.9 ล้านบาท ปลาหน้าดิน 180,309 ตัน มูลค่า 2,579.2 ล้านบาท ปลาเลย 129,873 ตัน มูลค่า 1,308.9 ล้านบาท และปลาเป็ด 981,840 ตัน มูลค่า 2,474.3 ล้านบาท โดยทั่วไปปลาเป็ดมีขนาดเล็ก จัดเป็นผลพลอยได้จากการประมงที่มีทั้งปลาผิวน้ำและปลาหน้าดินมีปริมาณสูงมาก คือร้อยละ 48.65 ของปริมาณปลาที่ผลิตได้ทั้งหมด แต่มูลค่าของปลาเป็ดอยู่ในระดับต่ำ เมื่อเทียบกับปลาผิวน้ำและปลาหน้าดินชนิดอื่นๆ โดยพบว่าราคาของปลาเป็ดในปี พ.ศ. 2534 กิโลกรัมละ 1.7-3.1 บาท และการใช้ประโยชน์จากปลาเป็ดเหล่านี้เกือบทั้งหมดคือ นำมาผลิตปลาป่นเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ (กรมประมง, 2536)

อนึ่งประเทศไทยยังคงประสบปัญหาเกี่ยวกับการขยายเขตทำการประมง 200 ไมล์ทะเล และปัญหาจำนวนประชากรสัตว์น้ำทะเลลดน้อยลงทุกปี ขณะเดียวกันก็พบว่าทรัพยากรสัตว์น้ำทะเลจากอ่าวไทยส่วนใหญ่เป็นปลาเป็ด ซึ่งหมายรวมถึงปลาชนิดต่างๆ ที่ประชากรไม่นิยมบริโภคแม้ว่าจะเจริญเต็มที่แล้ว และปลาที่นิยมบริโภคแต่ยังมีขนาดเล็กกว่าที่ตลาดต้องการ (วีระ โภคาพันธ์ และคณะ, 2528)

จากที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าปลาที่มีมูลค่าต่ำถูกนำไปผลิตเป็นอาหารสัตว์จำนวนมาก ในขณะที่การบริโภคปลาของคนไทยยังอยู่ในปริมาณต่ำ คือ 20 กิโลกรัมต่อคนต่อปี (Inoue, 1987) ดังนั้นหากสามารถนำเอาปลามูลค่าต่ำเหล่านี้มาแปรรูปเป็นอาหารมนุษย์ นอกจากจะเพิ่มอาหารประเภทปลาสำหรับการบริโภคแล้ว ยังสามารถเพิ่มมูลค่าของปลาเหล่านี้ให้สูงขึ้น รวมทั้งเป็นการใช้ทรัพยากรซึ่งมีจำกัดและนับวันจะลดน้อยลงได้อย่างคุ้มค่าอีกด้วย ดังนั้นเพื่อเพิ่มมูลค่าของปลามูลค่าต่ำที่เป็นผลพลอยได้จากการประมง ให้เป็นอาหารสำหรับการบริโภคของมนุษย์ที่มีโปรตีนสูง จึงได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะเพื่อเป็นอาหารขบเคี้ยวที่มีโปรตีนสูง และมีคุณภาพมาตรฐานตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งในการทดลองนี้ใช้ปลาข้างเหลืองเป็นตัวแทนของปลาราคาถูก

ตรวจเอกสาร

ปลาที่เป็นผลพลอยได้จากการประมง

ผลผลิตที่เป็นผลพลอยได้จากการประมงมักเรียกว่าปลาเป็ด หมายถึงปลาชนิดต่างๆที่ประชาชนไม่นิยมบริโภคแม้ว่าจะโตเต็มที่แล้ว และปลาที่นิยมใช้บริโภคแต่ยังมีขนาดเล็กกว่าขนาดที่ตลาดต้องการ ซึ่งการใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่ คือใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตปลาป่น จากการศึกษาของวีระ โภคาพันธ์ และคณะ (2528) เกี่ยวกับชนิดของสัตว์น้ำที่ประกอบกันเป็นปลาเป็ดบริเวณกลางอ่าวไทยที่ระดับลึกกว่า 40 เมตร ลงไปพบว่าประกอบด้วยสัตว์น้ำทั้งสิ้น 55 ครอบครัว (family) 80 สกุล (genus) และ 124 ชนิด (species) ซึ่งเป็นกลุ่มปลาเป็ดแท้ กลุ่มปลามีค่าทางเศรษฐกิจวัยอ่อน และกลุ่มสัตว์น้ำอื่นๆ ดังนี้

1. กลุ่มปลาเป็ดแท้ (true trash fish) หมายถึงกลุ่มปลาที่มีค่าทางเศรษฐกิจน้อย ไม่นิยมนำมาบริโภคเป็นอาหารของมนุษย์โดยตรง ปกติใช้แปรรูปเป็นปลาป่น อาหารสัตว์ และการทำปุ๋ย ปลากลุ่มนี้ส่วนใหญ่เมื่อเจริญเต็มที่แล้วยังคงมีขนาดเล็ก ชนิดที่สำคัญได้แก่ครอบครัวปลานกแก้ว (Scaridae) ครอบครัวปลาแป้น (Leiognathidae) ครอบครัวปลาปักเป้า (Tetraodontidae) ครอบครัวปลาอมไข่ (Apogconidae) และครอบครัวปลาปากแตร (Fistularitdae)

2. กลุ่มปลามีค่าทางเศรษฐกิจวัยอ่อน (juvenile economic fish) หมายถึงกลุ่มปลาที่มีค่าทางเศรษฐกิจแต่ยังมีขนาดเล็ก หากปล่อยให้มีการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยต่อไป ก็สามารถนำมาใช้บริโภคเป็นอาหารของมนุษย์โดยตรง ชนิดที่สำคัญ ได้แก่ ครอบครัวปลาหนวดฤาษี (Mullidae) ครอบครัวปลาทรายแดง (Nemipteridae) ครอบครัวปลาตาหวาน (Priacanthidae) ครอบครัวปลาปากคม (Synodontidae) และครอบครัวปลาสีกุน (Carangidae)

3. กลุ่มสัตว์น้ำอื่นๆ หรือกลุ่มสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง (invertebrate) หมายถึง กลุ่มปลาหมึก กุ้ง กั้ง ปูต่างๆ ที่มีขนาดเล็ก

Atan และ Mohamad (1986) ได้รายงานถึงตัวอย่างของชนิดปลาที่เป็นผลพลอยได้จากการประมงในประเทศมาเลเซีย ดังแสดงในตารางที่ 1 และเสนอแนะให้นำมาใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับการบริโภคของมนุษย์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว เช่น ข้าวเกรียบปลา ผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง เช่น ลูกชิ้น ชิ้นปลาชุบแป้ง (fish finger) เนื้อปลาบด ผลิตภัณฑ์พื้นบ้าน เช่น ปลาแห้ง ปลาเค็ม ปลารมควัน และผลิตภัณฑ์อาหารอื่นๆ เช่น เบอร์เกอร์ ไส้กรอก ซุปอาหารเด็กอ่อน นอกจากนี้ในประเทศมาเลเซียมีการนำปลาขนาดเล็ก ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการประมงมาผลิตเป็น

ตารางที่ 1 ตัวอย่างชนิดปลาที่เป็นผลพลอยได้จากการประมง

ครอบครัว	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาไทย
Carangidae	Selaroides leptolepis (Cuv.)	Yellow stripe trevally Slender trevally	ปลาข้างเหลือง
	Megulaspis cordyla	Torpedo trevally	ปลาหางแข็ง
Clupeidae	Sardinilla fimbriata (Val.)	Fringe-Scale Sardine	ปลาหลังเขียว ปลาแซลั้น
Engranlidae	Thrissocles hamiltoni (Gray)	Anchovy	ปลาไส้ตัน
Leiognathidae	Leiognathus splendens (Cuv.)	Splendid	ปลาแป้น
Mullidae	Upeneus sulphureus (Cuv.)	Yellow Goatfish	ปลาแพะเหลือง ปลาหนวดฤาษี
Nemipteridae	Nemipterus tolu (Cuv.& Val.)	Thread-finned Bream	ปลาทรายแดง
	Nemipterus japonicus (Bloch)	Thread-finned Bream	ปลาทรายแดง
Sciaenidae	Sciaena russeia	Russel's Jewfish	ปลาจวด
Synodontidae	Saurida ndosquamis	Lizard fish	ปลาปากคม
Serradae	Epinephelus sexfasciatus	Coral cod	ปลาคอด

ที่มา : ดัดแปลงจาก Atan และ Mohamad (1986)

ผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆได้แก่ ลูกชิ้นปลา ฟิชเค็ก (fish cake) ปลาหมัก (บูดู) อาหารขบเคี้ยว เช่น ข้าวเกรียบ ปลาสะเต๊ะ (Wan Rahimah, 1982)

องค์ประกอบของเนื้อปลา

ปลาแต่ละชนิดมีส่วนที่รับประทานได้ในปริมาณที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ รูปร่าง อายุ และช่วงในการจับปลาว่าก่อนหรือหลังวางไข่ แต่โดยทั่วๆไปมีประมาณร้อยละ 45-50 ของน้ำหนักปลาทั้งตัว ปลาที่มีรูปร่างรูปไข่ เช่น ปลาทูน่า ปลาแซลมอน มีปริมาณส่วนที่รับประทานได้มากกว่าร้อยละ 60 ปลาที่มีส่วนหัวและส่วนท้องมาก เช่น ปลาคอด ปลาพอลแลค หรือปลาที่มีรูปร่างแบน เช่น ปลาโซล จะมีส่วนที่รับประทานได้ร้อยละ 35-40 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 15-24 ไขมันร้อยละ 0.1-22 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 1-3 สารประกอบอนินทรีย์ร้อยละ 0.8-2 และน้ำร้อยละ 66-84 (The Ministry of Science and Technology of Japan, 1980) โดยทั่วไปปริมาณน้ำและไขมันของปลามีความสัมพันธ์กันกล่าวคือ ถ้ามีปริมาณไขมันสูงจะมีปริมาณน้ำต่ำ (Sato, *et al.*, 1978) เช่น ปลาคอดซึ่งเป็นปลาไขมันต่ำ มีปริมาณน้ำในกล้ามเนื้อร้อยละ 80 ขณะที่ปลาแมคเคอรอลซึ่งเป็นปลาไขมันสูงมีปริมาณน้ำในกล้ามเนื้อร้อยละ 50 (Love, 1970) องค์ประกอบเหล่านี้ยังมีความแตกต่างกันตามชนิดของกล้ามเนื้อ โดยในกล้ามเนื้อสีดำจะมีปริมาณไขมันสูงกว่าในกล้ามเนื้อสีขาว ในขณะที่มีปริมาณโปรตีนต่ำกว่า (Watabe, 1979) แต่ปลาจำพวกที่มีไขมันมากกว่าร้อยละ 6 จะพบปริมาณไขมันในกล้ามเนื้อสีขาวสูงกว่ากล้ามเนื้อสีดำ (Vlieg and Murray,1988)

สำหรับปลาข้างเหลือง (Yellow stripe trevally, Selaroides leptolepis) ซึ่งเป็นปลาในครอบครัว Carangidae และจัดเป็นปลาผิวน้ำ (pelagic fish) ชอบหากินเป็นฝูง มีการเคลื่อนไหวว่องไว กล้ามเนื้อแข็งแรง อาศัยอยู่ตามเขตชายฝั่งและน้ำลึก มีองค์ประกอบทางเคมีคือ ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า ร้อยละ 73.35 6.98 18.30 1.27 ตามลำดับ (ณรงศักดิ์ ฮุนนางกูร, 2534)

โปรตีนในเนื้อปลาประกอบด้วย โปรตีนซาร์โคพลาสมิกพบในส่วนของพลาสมา โปรตีนไมโอฟิบริลลาพบในเส้นใยกล้ามเนื้อ และโปรตีนสโตรมาซึ่งพบในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Suzuki, 1981) โปรตีนซาร์โคพลาสมิก ประกอบด้วยโปรตีนที่ละลายน้ำได้หลายๆ ชนิด เช่น ไมโอเจน สามารถสกัดออกมาได้โดยใช้สารละลายเกลือที่เข้มข้นต่ำหรือการบีบเนื้อปลา ในปลาซาร์ดีนและปลาแมคเคอรอล ซึ่งเป็นปลาผิวน้ำเช่นเดียวกับปลาข้างเหลืองจะมีปริมาณโปรตีนซาร์โคพลาสมิก สูงกว่าปลาหน้าดิน (Shimizu, *et al.*, 1976) แต่โปรตีนชนิดนี้มีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการต่ำกว่าโปรตีนไมโอฟิบริลลา เนื่องจากมักสูญเสียในระหว่างการล้างปลา โปรตีนไมโอฟิบริลลาซึ่งอยู่ในรูปของไมโอไฟบริลมีประมาณร้อยละ 66-77 ของปริมาณโปรตีนทั้งหมด ประกอบด้วย แอคติน ไมโอซิน และโปรตีนอื่นๆ เช่นโทรโปไมโอซินและแอคตินิน

ส่วนโปรตีนสโตรมาประกอบด้วย คอลลาเจนและอิลาสติน เมื่อให้ความร้อนชื้นแก่เนื้อปลา คอลลาเจนจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปเจลาตินที่ละลายน้ำ ซึ่งทำให้สามารถแยกเนื้อปลาออกจากกันง่ายขึ้น แต่จะไม่มีผลต่ออิลาสติน เพราะมีความต้านทานต่อความร้อนได้สูง (Suzuki, 1981)

กรดอะมิโนซึ่งได้จากการสลายตัวของโปรตีนด้วยเอนไซม์ พบว่าในปลามีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบตามความต้องการของร่างกาย ปริมาณกรดอะมิโนในกล้ามเนื้อสัตว์น้ำมีปริมาณใกล้เคียงกับสัตว์อื่นๆ แต่ปริมาณไดอะมิโนไนโตรเจนในปลาจะสูงกว่าในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม โดยเฉพาะ ไลซีน ฮีสติดีน อาร์จินิน สำหรับไลซีนในกล้ามเนื้อปลานั้นสูงกว่าในเนื้อวัวถึงร้อยละ 30 (Stansby and Hall, 1967)

ไขมันปลาพบอยู่ใต้ผิวหนังและกล้ามเนื้อของปลา ประกอบด้วยไขมันที่ร่างกายเก็บไว้ใช้เป็นพลังงาน (depot-fat) และไขมันที่ไม่ได้ถูกสะสมเพื่อใช้เป็นพลังงาน (nondepot-fat) เช่น ฟอสโฟลิปิด โคเลสเตอรอล (Doe, *et al.*, 1983) องค์ประกอบทางเคมีของไขมันปลาต่างจากไขมันอื่นๆ ในธรรมชาติ คือมีส่วนประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณสูงคือร้อยละ 60-75 โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า-3 ซึ่งเป็นกรดไขมันที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย เนื่องจากร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์เองได้ (Goodnight, *et al.*, 1982) ปลาแต่ละชนิดมีปริมาณกรดไขมันชนิดนี้แตกต่างกัน โดยจะพบมากในปลาแฮริ่ง แมคเคอรอล แซลมอน และปลาทูน่า (Crawford, *et al.*, 1976) ประโยชน์ของกรดไขมันชนิดนี้ต่อร่างกายคือ ช่วยลดปัญหาโรคหัวใจ และไขข้ออักเสบ จากการศึกษาทางระบาดวิทยาในชาวเอสกิโมและชาวเกาะในประเทศญี่ปุ่นรวมทั้งประชากรซึ่งบริโภคปลาทะเลเป็นประจำในประเทศอื่นๆ พบว่ามีอุบัติการของโรคหลอดเลือดและโรคหัวใจต่ำกว่าประชากรที่ไม่บริโภคปลา (Hirai, *et al.*, 1980)

ปริมาณแร่ธาตุและวิตามินในเนื้อปลาพบว่า อยู่ในช่วงร้อยละ 3.4 ของน้ำหนักสด ในกระดูกหรือก้างปลามีแคลเซียม และฟอสฟอรัสในปริมาณสูง แร่ธาตุที่มีประโยชน์อีกอย่างที่พบในปลาคือไอโอดีน ซึ่งมีอยู่ในปริมาณสูง (Nettleton, 1985) ส่วนวิตามินที่พบในเนื้อปลามีครบถ้วนตามที่ร่างกายต้องการ แต่ละชนิดกระจายอยู่ในอวัยวะต่างๆ ในน้ำมันปลาพบวิตามินเอ และวิตามินดีมากที่สุด วิตามินอีที่พบในเนื้อปลาเป็นสารกันหืน โดยธรรมชาติมีส่วนที่สำคัญในการป้องกันการเกิดออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวและสามารถป้องกันโรคหัวใจได้ด้วย (Dyerberg and Jorqenson, 1982)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

อาหารว่างหรืออาหารขบเคี้ยว (Snack food) หมายถึงอาหารที่รับประทานระหว่างมื้ออาหาร สามารถรับประทานได้ทันทีหรืออาจมีการเตรียมบ้างเล็กน้อย มีอายุการเก็บนานพอสมควร แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ ประเภทที่รับประทานได้ทันที ได้แก่ ขนมขบเคี้ยวต่างๆ เช่น มันฝรั่งทอด ข้าวเกรียบ อีกประเภทหนึ่งต้องมีการเตรียมเพิ่มอีกเล็กน้อย เช่น อาหารกึ่งสำเร็จรูปบางชนิด (Blenford, 1982)

Harper (1981) ได้แบ่งอาหารขบเคี้ยวออกเป็น 3 ยุคตามลำดับก่อนหลังของการแพร่หลายดังนี้ อาหารขบเคี้ยวยุคแรก (first generation snacks) ที่ผลิตและนิยมรับประทานได้แก่ มันฝรั่งทอด (conventional potato) กล้วยฉาบ ข้าวโพดคั่ว ถั่วทอด และผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบ อาหารขบเคี้ยวยุคที่ 2 (second generation snacks) ได้แก่ อาหารขบเคี้ยวสุกพอง ประเภทที่ทำจากการอัดพอง (Extrusion) ซึ่งที่ผลิตและจำหน่ายในเมืองไทยได้แก่ ผลิตภัณฑ์ประเภทพองกรอบ ประเภทแป้งพองกรอบ อาหารขบเคี้ยวยุคที่ 3 (third generation snacks) เป็นอาหารขบเคี้ยวที่ผลิตโดยกระบวนการที่อัดให้ออกมาเป็นรูปทรงต่างๆ เป็นประเภทที่ไม่ได้สุกพองขยายตัวทันทีที่ออกจากเครื่องอัดพอง ลักษณะอาหารขบเคี้ยวจากที่กล่าวมา ตั้งแต่ยุคเริ่มแรกจนถึงปัจจุบันมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือมีความกรอบ มีความพองตัวและมีความหนาแน่นต่ำ (ประชา บุญญศิริกูล, 2537) ในปัจจุบันความนิยมในการบริโภคอาหารขบเคี้ยวเพิ่มมากขึ้น ซึ่งทำให้ชนิดของอาหารขบเคี้ยวมีความหลากหลายมากขึ้น ดังนั้นผู้ผลิตจึงจำเป็นต้องพัฒนาผลิตภัณฑ์อยู่ตลอดเวลา เพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภคหรือความต้องการของตลาด

อาหารขบเคี้ยวเป็นสินค้าที่มีแนวทางการตลาดกว้างขวางหลากหลาย และมีการขยายตัวเพิ่มขึ้น Tettweiler (1991) รายงานว่าในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาตลาดอาหารว่างในประเทศสหรัฐอเมริกาขยายตัวขึ้นร้อยละ 88 คิดเป็นมูลค่า 10 พันล้านเหรียญสหรัฐ ขณะที่ตลาดยุโรปมีการขยายตัวร้อยละ 80 คิดเป็นมูลค่า 5.3 พันล้านเหรียญสหรัฐ ในปี ค.ศ.1988 ตลาดอาหารว่างในประเทศญี่ปุ่นมีมูลค่า 3.5 พันล้านเหรียญสหรัฐ สำหรับในประเทศไทยตลาดอาหารว่างประเภทต่างๆมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกๆปี โดยที่ความเติบโตของตลาดเป็นไปในลักษณะที่แปรปรวนเนื่องจากเป็นวัฏจักรที่เปลี่ยนแปลงเร็วมาก เพราะส่วนแบ่งของตลาดขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ ด้วย นอกเหนือจากรสชาติ และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น การใช้ภาชนะบรรจุ การใช้สื่อโฆษณา (ศูนย์ข้อมูลคู่แข่งดาต้าแบงค์, 2537) และพบว่าในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา การพัฒนาด้านอาหารขบเคี้ยวมีความเจริญก้าวหน้าเป็นอย่างมาก ในสมัย 10 ปีก่อนมีเพียงไม่กี่ยี่ห้อ ส่วนใหญ่เป็นประเภทรสกุ้งคล้ายๆ ข้าวเกรียบกุ้ง แต่ในปัจจุบันอาหารขบเคี้ยวมีจำหน่ายในตลาดมากกว่า 30-40 ยี่ห้อ มีรูปร่างและรสชาติแตกต่างกันไป เช่น รสกุ้ง ปลา ปลาหมึก มันฝรั่ง สเต็ก

พิซซ่า หรือเคลือบคาราเมลและน้ำผึ้ง ทั้งได้พัฒนาภาชนะบรรจุให้ดูสะอาดสวยงามและน่ารับประทาน คุณภาพเทียบเท่าอาหารขบเคี้ยวจากต่างประเทศ (นิรนาม, 2533) อย่างไรก็ตาม ยังมีการนำเข้าผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากต่างประเทศ และมีแนวโน้มมากขึ้น ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเพื่อออกสู่ตลาด จึงมีโอกาสประสบความสำเร็จสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งแล้วน่าจะมีการนำเอาวัตถุดิบอย่างอื่นที่มีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าวัตถุดิบประเภทแป้งมาใช้ในการผลิต เพื่อจะได้ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวชนิดใหม่ที่คุณภาพสูงออกสู่ตลาด อาหารขบเคี้ยวบางชนิดที่มีจำหน่ายในตลาดแสดงในตารางที่ 2 (Tettweiler, 1991)

ตารางที่ 2 กลุ่มของอาหารขบเคี้ยวและตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ในแต่ละกลุ่มที่วางจำหน่าย

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์
อาหารขบเคี้ยวประเภทร้อน (Hot snacks)	Minipizzas, Pizza Baguettes, Toasts au gratin, Cup noodle, Spring rolls etc.
อาหารขบเคี้ยวประเภทเย็น(Cold snack)	
นมและผลิตภัณฑ์	Yoghurts,Plain and/or with fillings Mini cheese cubes
ผลิตภัณฑ์ขนมอบ	Cakes bars, Minitarts, Cookies, Biscuits
ขนมที่เป็นแท่ง	Granula/muesli bars, Chocolate bars Minibreak bars, Energy bars
ผลิตภัณฑ์ของคาว	Chips(crips), Sticks, Extruded products Crackers, Pretzels, Salt sticks
อื่นๆ	Popcorn, Rice snacks, Fruit sticks /rolls Dip sticks

ที่มา: ดัดแปลงจาก Tettweiler (1991)

วัตถุดิบที่ใช้ผลิตอาหารขบเคี้ยว

Blenford (1982) กล่าวว่า วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตอาหารว่างแบ่งได้เป็น 10 ชนิด คือ พืชหัว ธัญพืช ถั่วเปลือกแข็ง ถั่ว ผลไม้ พืชน้ำมัน เนื้อสัตว์ อาหารทะเล ผลิตภัณฑ์นมและแป้ง

ธงชัย สุวรรณสิชณน์ (2535) ได้พัฒนาอาหารขบเคี้ยวจากแป้งถั่วลิสงไขมันต่ำผสมแป้งมันสำปะหลังชนิดพรีเจลาติไนซ์ และพบว่าอัตราส่วนของวัตถุดิบที่ให้สแน็คเบสที่มีลักษณะดีคือ ปริมาณแป้งพรีเจลาติไนซ์ ร้อยละ 26-92 แป้งถั่วลิสงไขมันต่ำ ร้อยละ 32-95 และน้ำร้อยละ 46-13

สายใจ จริยาเอกภาส (2536) ศึกษากรรมวิธีการผลิตแคบหมูปรุงรสเพื่อใช้เป็นอาหารขบเคี้ยว วัตถุดิบที่นำมาใช้คือหนังหมูในขณะที่ ธรรมนูญ โปรดปราน (2537) ได้ใช้หนังไก่เป็นวัตถุดิบในการผลิตหนังไก่ปรุงรส นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ทำจากธัญพืช เช่น อะราเร ทำจากข้าวเจ้า เซมเบทำจากข้าวเหนียว ผลิตภัณฑ์ทั้งสอง ชนิดนี้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่นิยมบริโภคในประเทศญี่ปุ่น (บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรม แห่งประเทศไทย, 2537)

อาหารขบเคี้ยวจากเนื้อปลา

เนื้อปลาเป็นอาหารที่ให้โปรตีนสูง สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายรูปแบบ เช่น การใช้ประกอบอาหารในครัวเรือน การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ลูกชิ้นปลา ปลาเค็ม ปลาแห้ง ปลารมควัน ผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบด รวมถึงผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว อาหารขบเคี้ยวที่ทำจากเนื้อปลาที่เป็นที่รู้จักกันดีในแถบประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ ข้าวเกรียบ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ดั้งเดิมที่มีมานานแล้ว (Yu, *et al.*,1981) ดวงใจ ทิระบาล และนงนุช รักสกุลไทย (2533) กล่าวว่า ส่วนผสมหลักในการทำข้าวเกรียบ คือ แป้งมันสำปะหลัง ข้าวเกรียบที่นิยมรับประทานกันทั่วไป คือ ข้าวเกรียบกุ้ง และข้าวเกรียบปลา

ข้าวเกรียบปลาซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ผลิตเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนกรรมวิธีการผลิตโดยการนำเอาเนื้อปลาที่ผ่านการแยกก้างแล้วผสมแป้งมันสำปะหลัง เครื่องปรุงรส ได้แก่ เกลือ ผงชูรส และน้ำตาล นวดส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันแล้วปั้นเป็นแท่งกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 4-6 เซนติเมตร และยาว 25-30 เซนติเมตร ต้มให้สุก หลังจากทิ้งไว้ให้เย็นแล้ว ตัดเป็นแผ่นบางๆ ความหนาประมาณ 3-5 มิลลิเมตร นำไปตากแดด 2-3 วัน และนำไปทำให้สุกโดยการทอดผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพต่ำ แต่เมื่อได้ปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตให้ทันสมัยขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากตากแห้งมีความชื้นร้อยละ 10 และหลังจากทอดแล้วจะพองกรอบให้เนื้อสัมผัสที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูง (Siaw, *et al.*,1985) ในประเทศมาเลเซีย เรียกผลิตภัณฑ์นี้ว่า "keropok" ผลิตโดยใช้ปลาที่เป็นผลพลอยได้จากการประมง เช่น ปลาซาร์ดีน (Atan and Mohamad,1986)

สมยศ จรรยาวิลาส และคณะ(2533) ได้ศึกษาการทำปลาเส้นจากปลาราคาถูก ได้แก่ปลาฉลาม ปลาตาหวาน และปลาดาบ วิธีการทำโดยนำเอาเนื้อปลาดังกล่าวที่ผ่านการแยกเอากระดูกและก้างออกแล้ว ในอัตราส่วน 2:1:1 มาผสมกับส่วนอื่นๆ โดยใช้เนื้อปลาร้อยละ 74 แป้งมันสำปะหลังเกลือป่น น้ำตาลทรายขาว และพริกไทยป่น ร้อยละ 15 7 2 และ 2 ตามลำดับ ผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน แล้วนำไปทำให้สุก โดยวิธีการ 2 วิธี คือรีดส่วนผสมผ่านลูกกลิ้งร้อน 2 ลูก จากนั้นตัดเป็นเส้นแล้วนำไปอบแห้ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้นประมาณร้อยละ 14 วิธีที่สองคือ อัดส่วนผสมผ่านรูเล็กๆ ส่วนผสมจะเลื่อนลงในน้ำเดือด เมื่อสุกตักขึ้นแช่ในน้ำเย็นแล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้อแน่นกรอบหอม และได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิม เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นอาหารว่างหรือรับประทานเป็นกับแกล้ม

ผลิตภัณฑ์ปลาแห้งเป็นอาหารขบเคี้ยวอีกชนิดหนึ่งที่มีหลายรูปแบบ นิยมบริโภคมากในพื้นที่แถบชายฝั่งทะเลเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความกรอบ ปลาที่นิยมนำมาใช้ผลิตอาหารขบเคี้ยวส่วนมากเป็นปลาผิวน้ำที่มีขนาดเล็ก เช่น ปลาไส้ตัน ปลาซาร์ดีน ปลาแฮริ่ง ปลาแมคเคอเรล หรือหากเป็นปลาที่มีขนาดใหญ่ก็จะทำในรูปปลาแล่ (Nielson and Bruun, 1990)

ทิดบิทส์ (tidbits) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว ในลักษณะปลาแห้งปรุงรส กระบวนการผลิตใช้ปลาขนาดเล็กทั้งตัวหรือถ้าเป็นปลาขนาดใหญ่จะตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆนำมา ล้างน้ำให้ สะอาดแล้วชุบแป้งก่อนที่จะทอดในน้ำมันที่ร้อนจัด ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความกรอบ นิยมบริโภคกับเบียร์หรือเครื่องดื่มอื่นๆ ในประเทศอังกฤษเรียกผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ว่า "Whitebait" ส่วนในประเทศ ญี่ปุ่นเรียกว่า "tempura" (Nielsonand Bruun, 1990)

ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ

ปลาสะเต๊ะในภาษามาเลเซียใช้คำว่า "sate ikan" ซึ่งหมายถึง ชิ้นปลาสดหรือชิ้นปลาที่ทำให้สุกแล้วเสียบด้วยไม้ (Coope, 1987) และพบในบางรายงานใช้คำว่า satay fish หรือ barbecued fish โดยได้อธิบายถึงกระบวนการผลิตไว้ว่า นำปลาแล่มาแช่ในน้ำปรุงรสก่อนที่จะทำแห้งแล้วอบจนกระทั่งกรอบ (Chng, *et al.*, 1991) Wan Rahimah (1982) กล่าวว่าในประเทศมาเลเซียมีการผลิตปลาสะเต๊ะเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน ซึ่งปลาที่นำมาใช้ในการผลิตเป็นปลาที่เป็นผลพลอยได้จากการประมง ขนาดความยาวเฉลี่ย 7-10 เซ็นติเมตร เช่น ปลาแพะเหลือง (yellow goat fish, Upeneus sulphureus) , red mullet (Parpencus heptacanthus) และ thread-finned bream (Nemipterus sp.) ซึ่งขั้นตอนการผลิตแบบดั้งเดิมโดยการนำปลาสดมาตัดหัวขอดเกล็ดแล่แบบผีเสื้อ เอาเครื่องในและกระดูกออก ล้างทำความสะอาด นำไปตากแดดให้แห้งแล้วผ่านลูกกลิ้ง จากนั้นจุ่มในน้ำปรุงรส

และนำไปอบให้แห้ง ต่อมา Wan Rahimah (1982) ได้ปรับปรุงกระบวนการผลิต ในขั้นตอนการตากแดดจะใช้เครื่องทำแห้งแทน โดยอบปลาในเครื่องทำแห้งที่อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียสนาน 90 นาที แล้วเพิ่มอุณหภูมิเป็น 55-60 องศาเซลเซียส จนกระทั่งปลามีความชื้นร้อยละ 10-11 แล้วจึงผ่านลูกกลิ้งก่อนจุ่มในน้ำปรุงรสที่ประกอบด้วย น้ำตาล 110 กรัม เกลือ 5 กรัม พริกขี้หนูป่น 15 กรัม พริกไทยป่น 3 กรัม ผงชูรส 2 กรัม ขิง 20 กรัม และน้ำ 400 มิลลิลิตร และอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที ขั้นตอนการผลิตดังแสดงในภาพที่ 1 ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ได้มีมูลค่าเพิ่มขึ้นเป็นกิโลกรัมละประมาณ 20 เหรียญมาเลเซีย จากราคาปลาสดกิโลกรัมละประมาณ 0.25 เหรียญมาเลเซีย

Jamilah (1985) รายงานว่า ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ผลิตจากเนื้อปลาบด ที่ได้จากปลาผลพลอยได้จากการประมง ผสมกับส่วนผสมอื่นๆ แล้วบรรจุในไส้เซลลูโลส นำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาหั่นเป็นแว่นๆ เสียบไม้ไผ่ ไม้ละ 2-3 ชิ้นให้ความร้อน 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที แล้วจุ่มในน้ำซอสปรุงรสก่อนการบรรจุเพื่อจำหน่าย

Chng และคณะ (1991) รายงานถึงการผลิตปลาสะเต๊ะในประเทศไทยว่า ใช้เนื้อปลาบดผสมกับส่วนผสม ซึ่งได้แก่ แป้ง ซอสถั่วเหลือง น้ำตาล เกลือ เมล็ดงา จากนั้นขึ้นรูปเป็นแผ่นกลมๆ นำไปตากแดดประมาณครึ่งวันแล้วนำมาทอดในน้ำมัน ได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่สามารถรับประทานได้ทันที ผลิตภัณฑ์นี้ใช้ปลาปากคม (Lizard fish) กิโลกรัมละ 6-8 บาท ได้ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ มูลค่ากิโลกรัมละ 80-100 บาท

ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะเพื่อเป็นอาหารขบเคี้ยวประเภทเนื้อปลาซึ่งมีโปรตีนสูง คุณลักษณะหลักของผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาพิจารณาในการพัฒนาและปรับปรุงเพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้แก่ เนื้อสัมผัสและรสชาติของผลิตภัณฑ์ โดยที่เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ควรมีลักษณะที่ฟู-กรอบ ไม่แข็ง ส่วนรสชาตินั้นต้องพิจารณาตามความเหมาะสม Atan และ Mohamad (1986) กล่าวว่าการผลิตปลาสะเต๊ะในประเทศมาเลเซียนั้นมีขั้นตอนการเตรียมปลาก่อนการปรุงรสของผู้ผลิตแต่ละรายไม่แตกต่างกัน แต่จะมีความแตกต่างกันในเรื่องของน้ำปรุงรส จากการทดลองของ Wan Rahimah (1982) ในน้ำปรุงรสประกอบด้วยเครื่องปรุงรสหลายชนิด ได้แก่ กลุ่มของเครื่องเทศ (พริกขี้หนู พริกไทย ขิง) น้ำตาล เกลือ และผงชูรส ดังนั้นรสชาติหลักของผลิตภัณฑ์จะมีรสหวาน รสเค็ม และ รสเผ็ด ซึ่งจะอ่อนเข้มเพียงใด ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้บริโภค

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างมีระบบจะมีการทดลองผลิตภัณฑ์กับผู้บริโภคเป็นระยะๆ ผู้บริโภคจะเข้ามามีบทบาทในการเลือกแนวความคิดของผลิตภัณฑ์ (product concept) การเลือกผลิตภัณฑ์จากสูตรตามที่นิยม และการประเมินผลผลิตภัณฑ์ขั้นทดลองในระดับนำร่อง (pilot plant) และขั้นโรงงาน (process line) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคถือว่ามีความสำคัญ เพราะเป็น

ส่วนหนึ่งที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นได้รับความสำเร็จในเชิงพานิชย์ วิธีการและเทคนิคที่จะใช้ในการศึกษาผู้บริโภคนั้นมีมากมาย สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ การศึกษาเค้าโครงลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนา และการศึกษาปฏิกิริยาของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่พัฒนา วิธีการศึกษาปฏิกิริยาของผู้บริโภคที่นิยมใช้กัน ได้แก่ การสำรวจความต้องการของผู้บริโภค (consumer survey) มักจะใช้วิธีการสัมภาษณ์ โดยให้ผู้บริโภคที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามที่เตรียมมา (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2529)

ปลาสด

↓

ตัดหัว ขอดเกล็ด

↓

แล่แบบผีเสื้อ

เอากระดูก เครื่องในออก

↓

ล้างทำความสะอาด

↓

อบในเครื่องทำแห้ง

อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส 1.5 ชม.เพิ่มอุณหภูมิเป็น 55-60 องศาเซลเซียส

จนกระทั่งปลามีความชื้นร้อยละ 10-11

↓

ผ่านลูกกลิ้ง

↓

จุ่มในน้ำปรุงรส

↓

อบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 25 นาที

↓

ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ

ภาพที่ 1 การผลิตผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ

ที่มา: Wan Rahimah (1982)

ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

คุณภาพอาหารขบเคี้ยวมีความสำคัญต่อการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของอาหารขบเคี้ยวมีหลายประการดังนี้

1. **วัตถุดิบและส่วนผสม** วัตถุดิบชนิดต่างๆ ที่นำมาผลิตอาหารขบเคี้ยว มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งสิ้น สำหรับผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิต ประกอบด้วย ปลา และเครื่องปรุงรส

ปลา เป็นวัตถุดิบที่เสื่อมคุณภาพได้ง่าย ทันทีที่ปลาตายจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหลายประการซึ่งมีผลให้คุณภาพความสดของปลาจะลดลงเรื่อยๆ ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ Almas (1981) กล่าวว่าสามารถตรวจสอบความสดของปลาได้โดยพิจารณาคุณภาพภายนอก คือ ลักษณะปรากฏ ปลาที่มีความสดมีลักษณะผิวหนังเป็นมัน เหงือกสีแดง ไม่มีเมือก ตาใส สะอาด นูน พื้นท้องไม่แตก รสชาติของเนื้อปลาที่มีความสดภายหลังการทำให้สุกจะมีรสชาติดี สำหรับลักษณะของเนื้อปลาเป็นเงาสีใส เนื้อสัมผัสยืดหยุ่น เมื่อทำให้สุกชิ้นเนื้อจะเกาะรวมตัวกันแน่น สำหรับคุณภาพภายใน เป็นคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางอาหาร รวมทั้งสารพิษที่เกิดจากแบคทีเรีย Tanikawa และคณะ (1985) กล่าวว่าองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น ถ้าเนื้อปลามีไขมันเป็นองค์ประกอบในปริมาณสูง เมื่อนำไปแปรรูปเป็นปลาแห้งทำให้เกิดการหืนในระหว่างการเก็บรักษา

เครื่องเทศ ไม่จัดว่าเป็นอาหารเพราะมีคุณค่าทางอาหารน้อยมาก แต่เครื่องเทศช่วยทำให้รสและกลิ่นของอาหารดีขึ้น ทำให้อาหารน่ารับประทาน จึงได้จัดเครื่องเทศไว้เป็นอาหารเสริมหรือเครื่องเคียง คุณค่าของเครื่องเทศอยู่ที่กลิ่นและน้ำมันหอม (essential oil) ที่มีอยู่ในเครื่องเทศนั้น (พยอม ตันติวัฒน์, 2521) การใช้ประโยชน์จากเครื่องเทศส่วนใหญ่มุ่งในด้านปรุงแต่งกลิ่นรสอาหารเป็นสำคัญ ส่วนของเครื่องเทศที่ใช้ในการประกอบอาหารได้แก่เปลือก ดอก ลำต้นใต้ดิน ผล รากใบ (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2527) Dziezak (1989) และ Giese (1994) กล่าวว่าเครื่องเทศที่ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารมี 3 รูปแบบ คือ ในสภาพที่ยังไม่แปรรูป เช่น ใบ เมล็ด จะให้กลิ่นและกลิ่นรสของเครื่องเทศ แต่มีข้อเสียคือกลิ่นรสจะถูกปลดปล่อยออกมาช้าและกระจายไม่ถั่วถึง เครื่องเทศบดเป็นการนำเอาส่วนต่างๆของเครื่องเทศมาบดให้มีขนาดเล็กลง ทำให้กลิ่นรสถูกปลดปล่อยออกมาเร็วขึ้น แต่อาจทำให้เกิดการสูญเสียกลิ่นรสในระหว่างการบด และเครื่องเทศสกัดในรูปน้ำมันหอมระเหย และโอริโอเรซิน การนำเครื่องเทศรูปแบบใดมาใช้กับผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม อย่างไรก็ตามสิ่งที่ต้องคำนึงคือคุณภาพของเครื่องเทศ ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเครื่องเทศมาจากพื้นที่ปลูกหลาย ๆ พื้นที่ทำให้การควบคุมคุณภาพทำได้ยาก การผลิตเครื่องเทศให้ได้คุณภาพดีต้องดูแลด้านความสะอาด

.ารป้องกันการกัดกินของหนูและแมลง และการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ Giese (1994) กล่าวว่า สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ในเครื่องเทศได้โดยการใช้เอททิลีนออกไซด์ ซึ่งองค์การอาหารและยาอนุญาตให้มีสารนี้ตกค้างอยู่ได้ไม่เกิน 50 พีพีเอ็ม นอกจากนี้ยังอนุญาตให้ใช้รังสีในการลดปริมาณจุลินทรีย์ในเครื่องเทศ โดยใช้ในปริมาณไม่เกิน 30 กิโลเกรย์

การใช้เครื่องเทศกับอาหารขบเคี้ยว อาจใช้วิธีการคลุกกับเครื่องเทศผงแห้ง และในรูปที่เป็นของเหลวหนืด (slurry) ซึ่งมีส่วนผสมของเครื่องเทศกับน้ำมัน แล้วฉีดพ่นลงบนผลิตภัณฑ์ (Giese, 1994) สายใจ จริยาเอกภาส (2536) ได้ศึกษาการเตรียมเครื่องเทศโดยทำแห้ง ให้มีความชื้นเหลือร้อยละ 3-5 ก่อนนำไปบดด้วยเครื่องปั่นให้อยู่ในรูปของเครื่องเทศผง แล้วเคลือบแคบหมูซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ธรรมนูญ โปรดปราน (2537) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์หนังไก่ทอดปรุงกลิ่นรสเครื่องเทศที่นำมาใช้ในรูปเครื่องเทศผง ได้แก่ กระเทียม ใบมะกรูด ตะไคร้ พริกหยวก กระเทียม พริกไทย (อัตราส่วน 1:1) ซึ่งมีความชื้นร้อยละ 3-5 และเคลือบหนังไก่ทอด โดยการผสมในอ่างผสมในปริมาณร้อยละ 3 ของปริมาณหนังไก่ทอด พบว่า ผลิตภัณฑ์กลิ่นรส กระเทียมพริกไทยได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด Wan Rahimah (1982) ผลิตผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะโดยใช้เครื่องเทศที่ประกอบด้วย พริกขี้หนูป่น พริกไทยป่น และขิงป่น ผสมกับเครื่องปรุงรสอื่นๆ ที่อยู่ในรูปของเหลว ทำการจุ่มปลาที่ผ่านลูกกลิ้งแล้วในน้ำปรุงรสก่อนนำไปทำให้สุกโดยการอบ ลักษณะและคุณสมบัติของเครื่องเทศดังกล่าวเป็นดังนี้

ขิง (Ginger, Zingiber officinale Vern Adrak) เป็นพืชพื้นเมืองทางทวีปเอเชีย เช่นอินเดีย จีน ไทย ขิงมีลำต้นใต้ดินเรียกว่าเหง้า ซึ่งเป็นส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์ พบสารประกอบ พวก แป้ง ยาง เมือก น้ำมันขัน และน้ำมันหอมซึ่งมีอยู่ในขิง ร้อยละ 1-2 ประกอบด้วยสาร Sesqniterpene hydrocarbon ร้อยละ 50 ได้แก่ Zingiberene สาร Sesquiterpene alcohols ได้แก่ Zingerberol, Monoterpenoids Ester ของ Acetic acid และ Cuprylic acid และพบสารประเภทฟีนอลในปริมาณน้อยมาก ส่วนน้ำมันขันเป็นสารที่ให้กลิ่นฉุน รสเผ็ดและไม่ระเหย ประกอบด้วยสาร gengerol, shogaol และ zingerone ขิงสามารถกลบกลิ่นคาวปลาได้ดี และมีคุณสมบัติเป็นสารกันหืนใช้ใส่ในน้ำมันเพื่อป้องกันการหืน ซึ่งสารที่ทำหน้าที่เป็นสารกันหืน คือสารจำพวกฟีนอล (พยอม ตันติวัฒน์, 2521) Lee และคณะ (1986) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันการหืนของเหง้าขิงในเนื้อหมูดิบ ที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าค่าทีบีเอของตัวอย่างที่ไม่เติมสารสกัดจากขิงมีค่าสูงกว่าตัวอย่างที่เติมสารสกัดจาก ขิงร้อยละ 0.5 ถึง 2.5 เท่า

พริก เป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Capsicum ประกอบด้วยสารที่มีรสเผ็ดร้อนตั้งแต่ ร้อยละ 0.1 ถึง 1 ได้แก่ Capsicin, Dihydrocapsaicin, Nordihydrocapsaicin Homocapsaicin และ Homo-

dihydrocapsaicin สารเหล่านี้อยู่บริเวณไส้ของผล การใช้ประโยชน์ของพริกในด้านอาหารคือ ใช้แต่งรสของเครื่องดื่มและเหล้า ผสมเป็นเครื่องแกง ให้รสเผ็ดแก่อาหาร (พยอม ตันติวัฒน์, 2521)

พริกไทย (pepper, Piper nigrum Linn.) มี 2 แบบคือ พริกไทยดำ (black pepper) ซึ่งได้จากผลพริกไทยที่ผลโตเต็มที่แต่ยังไม่สุก เมื่อเก็บจากต้นแล้วนำมาทำให้แห้งจนผลเปลี่ยนเป็นสีดำ และพริกไทยล่อน (white pepper) ซึ่งจะเก็บผลสุกของพริกไทยนำมาแช่น้ำเพื่อลอกเอาเปลือกชั้นนอกออกไป และนำมาผึ่งให้แห้ง พริกไทยดำมีน้ำมันระเหยอยู่ร้อยละ 2-4 มีสารอัลคาลอยด์หลักคือ piperine ร้อยละ 5-9 สารอัลคาลอยด์ชนิดอื่นๆที่พบมี piperidine และ piperettine ซึ่งสารอัลคาลอยด์เหล่านี้ให้กลิ่นฉุนและรสเผ็ด นิยมใช้พริกไทยในการแต่งกลิ่นอาหาร เครื่องดื่ม เหล้า ลูกกวาด อาหารประเภทเนื้อ และเนยแข็ง (พยอม ตันติวัฒน์, 2521)

สารช่วยฟู เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวควรมีลักษณะฟูและกรอบ ซึ่งจะทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับสูงขึ้น วิธีการอย่างหนึ่งคือการใช้สารช่วยฟู ซึ่งส่วนใหญ่นิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ขนมอบ แต่จากการศึกษาของวารุณี วารัญญานนท์ และคณะ (2535) ได้ใช้สารช่วยฟูเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของหนังหมูปรุงรส พบว่าหนังหมูที่ผ่านการต้มในน้ำเดือด 10 นาที แล้วแช่ในสารละลาย $NaHCO_3$ เข้มข้นร้อยละ 1.5 เป็นเวลา 15 นาที เมื่อนำไปทอดจะให้ค่าอัตราการพองตัว และอัตราการดูดน้ำ 5.35 และ 3.63 เท่า ซึ่งสูงกว่าหนังหมูต้มในน้ำเดือดอย่างเดียว เมื่อผลิตเป็นหนังหมูปรุงรส ได้รับการยอมรับในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสจากผู้บริโภคดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้หนังหมูที่ไม่ผ่านการแช่ในสารละลาย $NaHCO_3$

2. ความชื้นของผลิตภัณฑ์

ความชื้นของผลิตภัณฑ์มีความสำคัญต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ เช่น โครงสร้างลักษณะเนื้อสัมผัส คุณค่าทางโภชนาการ รวมทั้งรสชาติของอาหารด้วย ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในอาหารจึงส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติดังกล่าว (Troller and Christina, 1978) มานะ จึงตระกูล (2531) กล่าวว่าระดับความชื้นมีผลต่อความกรอบของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการผลิตอาหารขบเคี้ยวเพื่อให้คุณภาพที่ดีต้องคำนึงถึงการลดปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง และได้ระดับความชื้นที่เหมาะสม สมบัติ ขอทวีวัฒนา (2529) กล่าวว่าในการลดความชื้นของอาหารในการทำแห้งจะเกิดการหดตัว ซึ่งทำให้โครงสร้างเสียหายกล่าวคือ เมื่อน้ำระเหยออกจากอาหารทำให้เกิดช่องว่าง ผิวด้านนอกของอาหารจะพยายามเข้าไปแทนที่ช่องว่างนั้น ทำให้เซลล์เกิดการหดตัวเข้าไปเท่าๆ กันทุกส่วนของอาหาร Balaban และ Pigott (1986) ศึกษาถึงการหดตัวของกล้ามเนื้อปลาในระหว่างการทำแห้ง โดยใช้ปลาโอเชียนเพิช (oceanperch, Sebastes marinus) แล่แบบ fillets และ

เอาหนังออก ตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยม และลดความชื้นโดยการทำแห้งที่อุณหภูมิ 24.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 35 และความเร็วลม 35.6 เมตร/นาที จำนวน 30 ตัวอย่างพบว่า ความยาว ความกว้าง และความหนาของชิ้นปลาเกิดการหดตัวร้อยละ 20 50.5 และ 50.6 ตามลำดับ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงความชื้นที่เกิดจากการทำแห้งยังส่งผลกระทบต่อคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ การทำแห้งทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพ อุณหภูมิที่ทำให้เกิดการเสียสภาพของโปรตีนจะแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของโปรตีนและชนิดของปลา (Aitken and Connell, 1979) โดยทั่วไปพบว่าโปรตีนร้อยละ 90 จะเสียสภาพที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส แต่โทรโปไมโอซินอาจทนได้จนถึงอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (Connell, 1962) Opstvedt (1988) กล่าวว่าความรุนแรงของผลกระทบต่อคุณภาพของโปรตีนในอาหารขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและระยะเวลาในการทำแห้ง นอกจากนี้การทำแห้งส่งเสริมให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและการเหม็นหืน (Aitken and Connell, 1979) ของปฏิกิริยาจะได้สารประกอบคาร์บอนิล ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในลักษณะเดียวกันกับการเกิดสีน้ำตาลระหว่างกรดอะมิโนกับน้ำตาลรีดิวซ์ (Bligh, *et al.*, 1988) ซึ่งก็ส่งผลให้คุณค่าทางอาหารลดลง สำหรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยเฉพาะความกรอบของผลิตภัณฑ์นั้น พบว่าผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวแต่ละชนิดมีระดับความชื้นที่เหมาะสมแตกต่างกัน จากการศึกษาการผลิตแคบหมูปรุงกลิ่นรสของสายใจ จริยาเอกภาส (2536) พบว่าระดับความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่พอเหมาะที่ทำให้ผู้บริโภคยอมรับคุณภาพด้านประสาทสัมผัส คือ ร้อยละ 2.69-3.42

Talburt และ Smith (1967) กล่าวว่ามันฝรั่งทอดประเภทชิพ (potato chips) ควรมีความชื้นอยู่ประมาณร้อยละ 3 หรือน้อยกว่าอาหารขบเคี้ยวอื่นๆ เช่น คอร์นชิพ ผลิตภัณฑ์จากชีส ประเภทเคอล (curls) พัฟ (puffs) แท่ง (stick) เป็นต้น ควรมีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 3 และจากการศึกษาในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดประเภทชิพ ผู้บริโภคจะไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูงกว่าร้อยละ 3.57 เนื่องจากเนื้อสัมผัสมีความกรอบลดลง

การเก็บรักษาและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สภาวะการเก็บรักษา ซึ่งโดยทั่วไปแล้วคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะลดต่ำลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น การเสื่อมเสียคุณภาพของอาหารขบเคี้ยวจนผู้บริโภคไม่ยอมรับ คือการสูญเสียความกรอบและการเหม็นหืน

การสูญเสียความกรอบเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นต่ำมาก ทำให้สามารถดูดซับความชื้นจากอากาศบริเวณข้างเคียงได้ง่าย และถ้าความชื้นเกินระดับหนึ่งแล้วผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจะไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ส่วนการเหม็นหืนเกิดขึ้นเนื่องจากในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวมี

ไขมันหรือน้ำมันเป็นองค์ประกอบ โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภททอด (มานะ จึงตระกูล, 2531) Matz (1984) กล่าวว่าไขมันจะเป็นตัวก่อให้เกิดการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ได้โดยเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน (oxidative rancidity) และเกิดปฏิกิริยาการสลายตัว (hydrolytic rancidity) ซึ่งมีผลโดยตรงต่อกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์

การป้องกันการสูญเสียความกรอบโดยการป้องกันการดูดความชื้นของผลิตภัณฑ์ ซึ่งวิธีการหนึ่งที่สามารถทำได้คือการใช้ภาชนะบรรจุที่เหมาะสม Matz (1984) กล่าวว่าการจะเลือกใช้ วัสดุบรรจุชนิดใดเพื่อบรรจุอาหารขบเคี้ยวขึ้นอยู่กับความเหมาะสม ซึ่งคุณสมบัติที่สำคัญคือสามารถป้องกันความชื้นและออกซิเจนได้ ป้องกันการซึมผ่านของไขมันและกลิ่นต่างๆ ได้ นอกจากนี้ภาชนะบรรจุต้องมีความแข็งแรงพอสมควรเพื่อป้องกันการแตกหักของผลิตภัณฑ์ ในการบรรจุควรมีการลดออกซิเจนบริเวณปากถุง (head space) Sacharow และ Griffin (1980) กล่าวว่า ภาชนะบรรจุสำหรับอาหารขบเคี้ยวควรมีออกซิเจนซึมผ่านได้น้อยกว่า 1 มิลลิลิตร ต่อ 1.6 ตารางเซ็นติเมตร ต่อ 24 ชั่วโมงที่ความดัน 1 บรรยากาศ อุณหภูมิ 23.9 องศาเซลเซียส และมีค่าอัตราการซึมผ่านของความดันไอ (water vapour transmission rate, WVTR) ต่ำกว่า 0.4 กรัมต่อ 1.6 ตารางเซ็นติเมตร ต่อ 24 ชั่วโมง ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 อุณหภูมิ 37.7 องศาเซลเซียส

ถุงพลาสติกเป็นบรรจุภัณฑ์อีกประเภทหนึ่งที่สามารถใช้บรรจุอาหารได้ ทำจากฟิล์มพลาสติกซึ่งชนิดที่รู้จักกันดีได้แก่ โพลิเอทิลีน และโพลีโปรปิลีน ฟิล์มโพลีเอทิลีนมีลักษณะบางใส แต่ชนิดที่มีความหนาแน่นสูงคือ 0.941-0.959 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร มีความใสลดลง คุณสมบัติโดยทั่วไปของฟิล์มโพลีเอทิลีน คือมีความเหนียวสูง ดูดซึมน้ำได้ต่ำ ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซได้ดี แต่ป้องกันการซึมผ่านของไขมันได้ต่ำ ส่วนฟิล์มโพลีโพรพิลีนมีลักษณะใส แสงสว่างผ่านได้ มีความเหนียวและแข็งแรงกว่าฟิล์มโพลีเอทิลีน ดูดซึมน้ำได้ต่ำมาก ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและไขมันได้ดี ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ต่ำ ทนต่อความร้อนและการขีดข่วนได้สูง นอกจากนี้ความหนาของพลาสติกมีส่วนสัมพันธ์กับคุณมบัติอื่นๆ คือ เมื่อมีความหนาเพิ่มขึ้นทำให้ความคงรูป การต้านแรงดึง การต้านแรงฉีกขาด ความสามารถในการสกัดกั้นไอน้ำและอากาศดีขึ้น (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, 2533)

จากการศึกษาของธงชัย สุวรรณสิชณน์ (2535) ในการเก็บรักษาอาหารขบเคี้ยวที่ทำจากแป้งถั่วลิสงไขมันต่ำ ผสมแป้งมันสำปะหลังพรีเจลาติไนซ์ กลิ่นรสเนยเคลือบคาราเมล ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ และถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรปิลีน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 2 เดือน พบว่าปริมาณความชื้น ค่า Aw และค่าเปอร์ออกไซด์มีค่าสูงขึ้น คุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ กลิ่นหืน มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ขณะที่กลิ่นรสเนยและความกรอบมีแนวโน้มลดลง ซึ่งมีผล

ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นในทุกสภาวะการการเก็บรักษา ตัวอย่างที่เก็บในถุงอลูมิเนียมฟอยล์เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ น้อยกว่าตัวอย่างที่เก็บในถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน เช่นเดียวกับตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อยกว่าตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง การยอมรับผลิตภัณฑ์จึงสูงกว่า

สายใจ จริยาเอกภาส (2536) ศึกษาการเก็บรักษาแคบหมูปรุงกลิ่นรสในถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 9 สัปดาห์ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิห้องมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นและค่าทีบีเอเพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษามากกว่าที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส การยอมรับผลิตภัณฑ์ มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะสูงกว่าที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง

ธรรมนูญ โปรดปราน (2536) ศึกษาการเก็บรักษาหนังไก่ทอดปรุงกลิ่นรส โดยบรรจุในถุงพลาสติกลามิเนตของครัยโอแวค และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตด้วยพลาสติก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าผลิตภัณฑ์มีความชื้นและค่าทีบีเอสูงขึ้น คุณภาพด้านประสาทสัมผัส ด้านความกรอบลดลง และกลิ่นออกซิไดซ์เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อยกว่าและได้รับการยอมรับสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ลามิเนตด้วยพลาสติกสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกลามิเนตของครัยโอแวค

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาพัฒนากระบวนการผลิตและเครื่องปรุงรสผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ
2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะระหว่างการเก็บรักษาในภาชนะที่แตกต่างกัน
3. ศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะของผู้บริโภค

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุ

1. ปลาข้างเหลือง (yellow tripe trevally, Selaroides leptolepis) จากบริษัทแหลมทองการประมง จำกัด อ.เมือง จ.ปัตตานี เป็นปลาที่มีขนาดความยาว 5-6 เซนติเมตรอยู่ในรูปปลาแล่แบบผีเสื้อแช่เยือกแข็ง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

2. เครื่องปรุงรสผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย

- ขิงป่น (ตราทริฟฟิทซ์)
- พริกไทยป่น (ตราเกษตร)
- พริกขี้หนูป่น (ตราเกษตร)
- ซอสถั่วเหลือง (ตราง่วนเซียง)
- เกลือป่น น้ำตาลทราย และผงชูรส
- น้ำมันปาล์ม (ตรามรกต)
- ผงฟู (โซเดียมไบคาร์บอเนต)

3. บรรจุภัณฑ์ประกอบด้วย

- ถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (high density polyethylene, HDPE) ขนาด 7x6 ตารางนิ้ว ความหนา 0.04 มิลลิเมตร
- ถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน (polypropylene, PP) ขนาด 7x6 ตารางนิ้ว ความหนา 0.04 มิลลิเมตร
- ถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน ขนาด 7x6 ตารางนิ้ว ความหนา 0.075 มิลลิเมตร

4. วัสดุและเคมีภัณฑ์ สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี

5. วัสดุและอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย

- เครื่องทำแห้งแบบกระแสลมร้อน (hot air dryer)
- ลูกกลิ้งสำหรับรีดปลา
- ตู้อบแบบขดลวดไฟฟ้า

2.อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี ประกอบด้วย

- ตู้อบไฟฟ้า (Memmert รุ่น ULM 50 Memmert Co, Ltd. ประเทศเยอรมัน)
- เครื่องปั่นผสม (Homoginizer) (ACE รุ่น AM-8 Nihonseiki Kaisha Co., Ltd.) ประเทศญี่ปุ่น
- เครื่องวัดปริมาณพลังงาน (Gallenkamp รุ่น CBA 305010 M Gallenkamp International Co., Ltd. ประเทศอังกฤษ)
- เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Lufft รุ่น 5803 G Lufft GmbH Co.,Ltd. ประเทศเยอรมัน)
- เตาเผา (Carbolite รุ่น ELF 10/6 Bamfort Co., Ltd ประเทศอังกฤษ)
- สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Hitachi รุ่น U-200 Hitachi Co., Ltd. ประเทศญี่ปุ่น)

3. อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

4. อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

วิธีการ

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของวัตถุดิบหลัก

เก็บตัวอย่างปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อแช่เยือกแข็งที่ผ่านการละลายน้ำแข็ง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ประมาณ 12 ชั่วโมง จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดทำการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ คือ

1.1 ปริมาณความชื้น โดยวิธีอบในตู้อบไฟฟ้า (A.O.A.C., 1990)

1.2 ปริมาณโปรตีน โดยวิธีเจลดาล (A.O.A.C., 1990)

1.3 ปริมาณไขมัน โดยวิธีซอคเลต (A.O.A.C., 1990)

1.4 ปริมาณเถ้า โดยวิธีเผาในเตาเผา (A.O.A.C., 1990)

1.5 ปริมาณแคลเซียม (A.O.A.C., 1990)

1.6 ปริมาณฟอสฟอรัส (A.O.A.C., 1990)

1.7 ปริมาณสารประกอบไนโตรเจนในรูปด่างที่ระเหยได้ทั้งหมดโดยวิธีคอนเวย์ (Hasegawa, 1987)

1.8 ปริมาณทีบีเอ (Egan, *et al.*,1981)

1.9 ปริมาณพลังงาน ด้วยเครื่อง Bomb calorimeter (A.O.A.C., 1990)

CENTRAL LIBRARY
PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตอนที่ 2 สำรวจลักษณะผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะในอุดมคติของผู้บริโภค

เพื่อหาเค้าโครงลักษณะผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ผู้บริโภคต้องการ (ideal product) ตามวิธีการที่ได้ดัดแปลงจากวิธีของ Wan Rahimah (1982) ดังรายละเอียดในหัวข้อวิธีเตรียมเครื่องปรุงรสและการผลิตปลาสะเต๊ะ และภาพที่ 2 ซึ่งเรียกว่า *สูตรต้นแบบ* ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยวิธีประเมินคุณภาพแบบเรโชโพรไฟล์ (Ratio Profile Test : RPT) (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2531) ใช้ผู้ทดสอบชิมที่เป็นผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน ปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบ ได้แก่ สี การเกาะของเครื่องปรุงรส กลิ่นรสเครื่องเทศ กลิ่นรสคาว ความกรอบ ความแข็ง รสหวาน รสเค็ม ความเผ็ด และความชอบรวม คะแนนการทดสอบที่ได้นำมาหาค่าอัตราส่วนเฉลี่ยระหว่างค่าคะแนนตัวอย่าง (S) กับค่าอุดมคติ (I) นำค่าอัตราส่วนเฉลี่ย (S/I) ของแต่ละปัจจัยที่ได้ไปวิเคราะห์ สหสัมพันธ์ (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2535) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆกับค่าการยอมรับและแสดงผลในลักษณะแผนภาพใยแมงมุม เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด

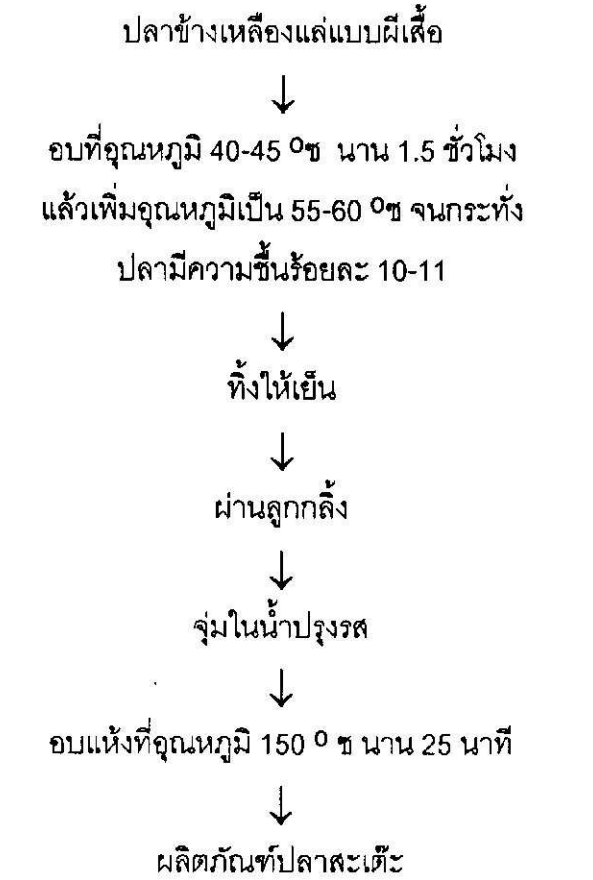
วิธีการเตรียมเครื่องปรุงรสและการผลิตปลาสะเต๊ะ

ส่วนผสมของเครื่องปรุงรส

ส่วนผสม	**กรัม (ร้อยละ)**	
ขิงป่น	20	(3.60)
พริกไทยป่น	3	(0.54)
ผงชูรส	2	(0.36)
เกลือป่น	5	(0.96)
พริกขี้หนูป่น	15	(2.70)
น้ำตาล	110	(19.82)
น้ำ	400	(72.07)

วิธีการปรุงเครื่องปรุงรส

ชั่งส่วนผสมทั้งหมดในปริมาณตามสูตรกำหนด เติมส่วนผสมกลุ่มแรกคือ เกลือ ผงชูรส และน้ำตาลลงในน้ำ ตั้งไฟให้ร้อนพร้อมกับคนจนส่วนผสมละลายหมด แล้วเติมส่วนผสมที่เหลือ คือขิงป่น พริกขี้หนูป่น และพริกไทยป่นลงไป คนให้เข้ากัน ต้มจนเดือด แล้วทิ้งไว้ให้เย็น



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการผลิตปลาสะเต๊ะสูตรต้นแบบ
ที่มา: ดัดแปลงจาก Wan Rahimah (1982)

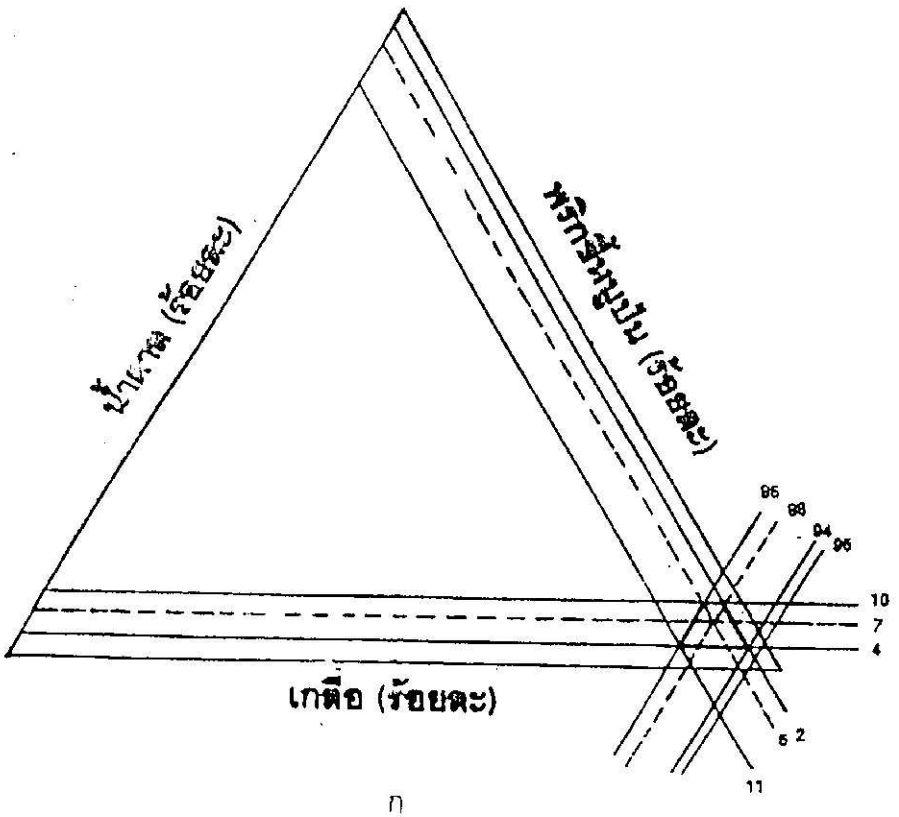
การผลิตปลาสะเต๊ะ

นำปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อแช่เยือกแข็งมาละลายน้ำแข็งโดยการวางไว้ในห้องอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ประมาณ 12 ชั่วโมง แล้วอบในตู้อบแบบกระแสลม ร้อนอุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส จนกระทั่งปลามีความชื้นร้อยละ 10-11 จึงเอาออกจากตู้อบ ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำไปผ่านลูกกลิ้ง (โดยใช้ลูกกลิ้งของเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง) ที่ปรับความห่างของลูกกลิ้งคงที่คือ 2.0 มิลลิเมตร หลังจากนั้นนำปลาที่ผ่านลูกกลิ้งแล้วจุ่ม ในน้ำปรุงรสและเอาขึ้นทันที จัดเรียงบนตะแกรงแล้วนำไปอบในตู้อบแบบขดลวดไฟฟ้าที่ อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที เอาออกจากตู้อบทิ้งให้เย็นและเก็บบรรจุในถุงพลาสติกเพื่อใช้ในการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อไป (ภาพที่ 2)

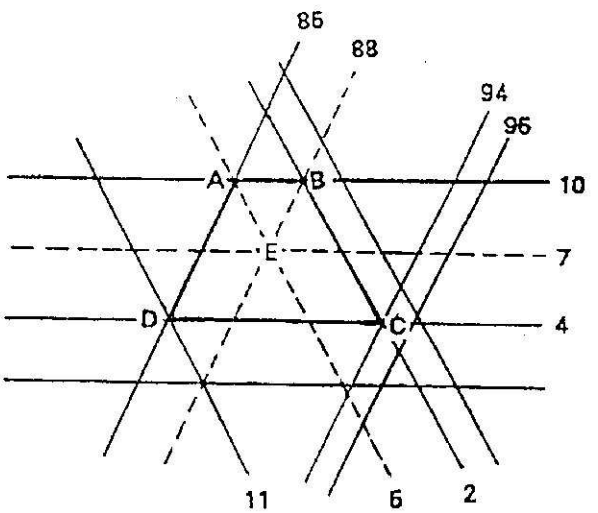
ตอนที่ 3 การพัฒนาสูตรเครื่องปรุงรส

วางแผนแบบมิกซ์เจอร์ โดยนำเครื่องปรุงรส คือ น้ำตาล เกลือ และพริกขี้หนูปน มาพิจารณา และกำหนดให้เครื่องปรุงรสอื่นคงปริมาณเดิมไว้ ขณะเดียวกันก็เพิ่มซอสถั่วเหลืองซึ่งมีเกลือในปริมาณร้อยละ 19.6 เข้าไปในสูตรเครื่องปรุงรสเพื่อช่วยในการลดกลิ่นรสคาว รวมถึงเพิ่มความกลมกล่อมของรสชาติ ซึ่งในการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1 ได้กำหนดช่วงปริมาณของน้ำตาล เกลือ และพริกขี้หนูปน ดังนี้ น้ำตาล ร้อยละ 85-95 พริกขี้หนูปน ร้อยละ 2-11 และเกลือร้อยละ 4-10 โดยปริมาณเกลือทั้งหมดคิดรวมปริมาณเกลือในซอสถั่วเหลืองด้วย ดังภาพที่ 3 จะได้สัดส่วนของน้ำตาล เกลือ พริก ดังตารางที่ 3และสูตรเครื่องปรุงรส 5 สูตร ดังตารางที่4 การผลิตปลาสะเต๊ะโดยใช้เครื่องปรุงรสตามสูตรดังกล่าว แล้วทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส แบบเรียงลำดับความชอบ (Dov,1988) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนเล็กน้อยจำนวน 20 คน วิเคราะห์ถึงผลของน้ำตาล เกลือ และพริกขี้หนูปน ต่อความชอบผลิตภัณฑ์ของ ผู้บริโภคตามวิธีการของ Earle และ Anderson (1985) ซึ่งจะทำให้ทราบว่าควรเพิ่มหรือลดสัดส่วนของเครื่องปรุงรสไปในทิศทางใด

วางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 2 โดยกำหนดปริมาณเกลือร้อยละ 7-12 ปริมาณพริกขี้หนูปนร้อยละ 0-2 ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 85-100 ซึ่งแสดงดังภาพที่ 4 สัดส่วนของ น้ำตาล เกลือ พริกขี้หนูปน และสูตรเครื่องปรุงรสที่ได้แสดงดังตารางที่ 5 และ 6 ทำการผลิตผลิตภัณฑ์และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเช่นเดียวกับการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1 คัดเลือกสูตรที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุดมาทดลองต่อโดยกระบวนการผลิตเช่นเดิม แต่เพิ่มระยะเวลาในการอบที่ อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียสเป็น 60 นาที ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีเรโซโพรไฟล์ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้ว 10 คน นำคะแนนการทดสอบของแต่ละปัจจัยที่ได้ มาหาค่าอัตราส่วนระหว่าง คะแนนตัวอย่าง (S) กับค่าในอุดมคติ (I) วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่า S/I และค่าอัตราส่วนของค่าในอุดมคติ (I/I) โดยวิธี T-test (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2535) ซึ่งจะหยุดพัฒนาเมื่อไม่มีความแตกต่างระหว่างค่า S/I กับค่า I/I



ก



ข

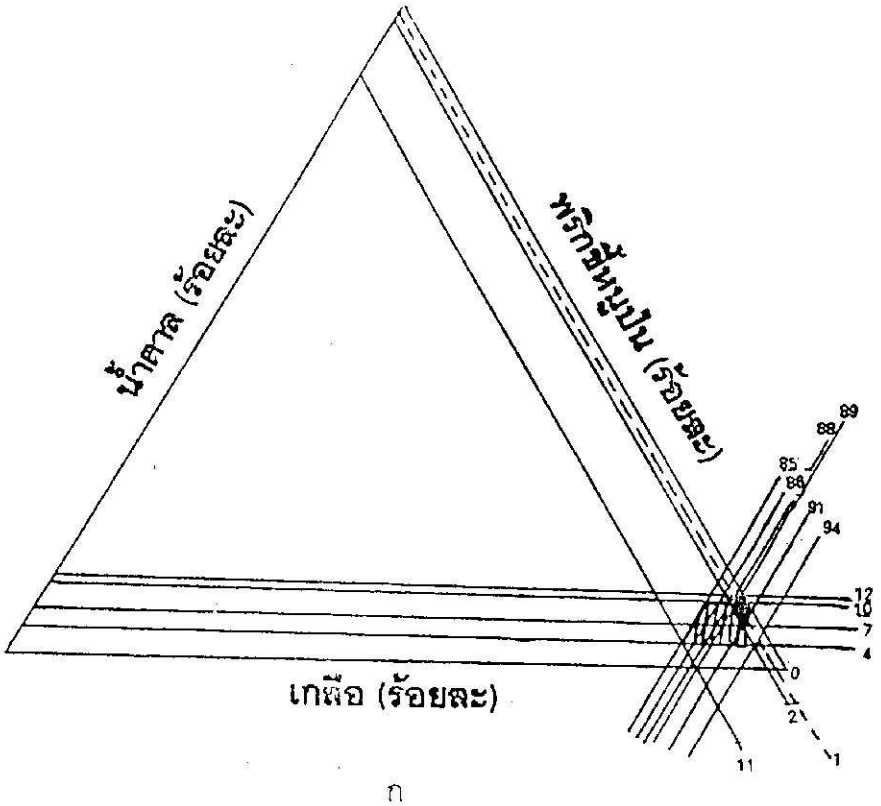
ภาพที่ 3 แผนภาพการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1 (ก) และภาพขยาย 3 เท่า (ข)

ตารางที่ 3 สัดส่วนระหว่าง เกลือ น้ำตาลและพริกขี้หนูปน จากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1

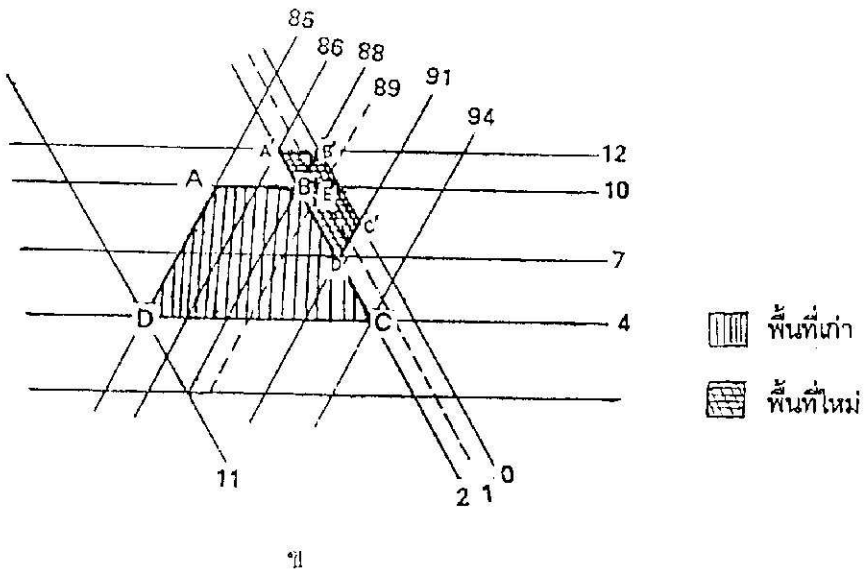
ปริมาณ(ร้อยละ)	สูตร				
	A	B	C	D	E
เกลือ	10	10	4	4	7
น้ำตาล	85	88	94	85	88
พริกขี้หนูปน	5	2	2	11	5

ตารางที่ 4 เครื่องปรุงรสสูตรต่างๆ ที่ได้จากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1

ปริมาณ(ร้อยละ)	สูตร				
	A	B	C	D	E
ขิง	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
พริกไทยป่น	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
ผงชูรส	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
ซอสถั่วเหลือง	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
พริกขี้หนูปน	1.2	0.5	0.5	2.5	1.2
เกลือ	1.8	1.8	0.5	0.5	1.2
น้ำตาล	19.6	20.2	21.6	19.6	20.2
น้ำ	70.8	70.8	70.8	70.8	70.8



ก



ข

ภาพที่ 4 แผนภาพการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 2 (ก) และภาพขยาย 3 เท่า (ข)

ตารางที่ 5 สัดส่วนระหว่างเกลือ น้ำตาล และพริกขี้หนูป่น จากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 2

ปริมาณ (ร้อยละ)	สูตร			
	A'	B'	D'	E'
เกลือ	12	12	7	10
น้ำตาล	86	88	91	89
พริกขี้หนูป่น	2	0	2	1

ตารางที่ 6 เครื่องปรุงรสสูตรต่างๆที่ได้จากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 2

ปริมาณ (ร้อยละ)	สูตร			
	A'	B'	D'	E'
ขิง	3.5	3.5	3.5	3.5
พริกไทยป่น	0.5	0.5	0.5	0.5
ผงชูรส	0.4	0.4	0.4	0.4
ซอสถั่วเหลือง	2.2	2.2	2.2	2.2
พริกขี้หนูป่น	0.5	0	0.5	0.25
เกลือ	2.3	2.3	1.2	1.85
น้ำตาล	19.8	20.3	20.9	20.5
น้ำ	70.8	70.8	70.8	70.8

การปรับปรุงกลิ่นรสเครื่องเทศ

เมื่อนำสูตรเครื่องปรุงรสที่ได้พัฒนาแล้ว ไปใช้กับปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดซึ่งพบว่าผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบมีกลิ่นรสเครื่องเทศแรงขึ้น จึงได้ปรับปรุงกลิ่นรสเครื่องเทศสำหรับปลาสะเต๊ะแบบอบดังต่อไปนี้

การปรับปรุงครั้งที่ 1

กำหนดให้ส่วนผสมอื่นๆ คงที่ตามสูตรที่ได้พัฒนาแล้วยกเว้นขิง และจัดชุดการทดลอง 3 ชุดคือ กำหนดปริมาณขิงในสูตรเป็น 5 10 และ 15 กรัม ผลิตปลาสะเต๊ะแบบอบ โดยปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสดังกล่าวทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในปัจจัยคุณภาพต่อไปนี้ การเกาะของเครื่องปรุงรส กลิ่นรสเครื่องเทศ กลิ่นรสคาว ความเผ็ด และความชอบรวม ใช้วิธีการประเมินคุณภาพแบบเรโชโพรไฟล์ โดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนแล้วจำนวน 10 คน นำคะแนนการทดสอบที่ได้ของแต่ละปัจจัยมาหาค่าอัตราส่วนของตัวอย่างกับค่าในอุดมคติและวิเคราะห์ความแตกต่างโดยวิธี T-test แล้วคัดเลือกชุดการทดลองที่เหมาะสม

การปรับปรุงครั้งที่ 2

ทำเช่นเดียวกันกับชุดการทดลองที่ 1 แต่กำหนดปริมาณขิงในสูตรเครื่องปรุงรสเป็น 10 12.5 และ 15 กรัม

ตอนที่ 4 การปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

4.1 การศึกษาผลของความชื้นปลาต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

อบปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อในตู้อบแบบกระแสลมร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 1.5 ชั่วโมง แล้วเพิ่มอุณหภูมิของตู้อบเป็น 60 องศาเซลเซียส นานประมาณ 4.5 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างปลาทุกๆ 30 นาที เพื่อหาปริมาณความชื้น และนำไปผ่านลูกกลิ้ง พิจารณาลักษณะของปลาหลังการผ่านลูกกลิ้งเพื่อคัดเลือกปลาที่มีระดับความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการผลิตปลาสะเต๊ะ กล่าวคือ เนื้อปลาไม่แตกหลุดเป็นชิ้นส่วน ขณะเดียวกันก็มีความนุ่มเหมาะที่น้ำปรุงรสจะซึมเข้าสู่เนื้อปลาได้ดี ซึ่งคัดเลือกระดับความชื้นของปลาไว้ 2 ระดับ เรียกว่าความชื้นปลาเริ่มต้น เพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อตอนไป

4.2 การศึกษาผลของวิธีการทำให้สุก 2 วิธี คือ การอบและการทอด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.2.1 การอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัยคือ

- ระดับความชื้นปลาเริ่มต้น 2 ระดับ คือ ร้อยละ 30 และ 40
- ระยะเวลาในการอบ 2 ระดับคือ 60 นาที และ 80 นาที

ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ

↓

อบที่อุณหภูมิ 45 ^{o}ซ นาน 1.5 ชั่วโมง

แล้วเพิ่มอุณหภูมิเป็น 60 ^{o}ซ จนกระทั่ง

ปลามีความชื้นร้อยละ 40 และ 30

↓

ผ่านลูกกลิ้ง

↓

จุ่มในน้ำปรุงรส

↓

อบที่อุณหภูมิ 150 ^{o}ซ ระยะเวลา 60 นาที และ 80 นาที

↓

ปลาสะเต๊ะแบบอบ

ภาพที่ 5 กระบวนการผลิตปลาสะเต๊ะแบบอบ

จัดชุดการทดลองแบบแฟกทอเรียลซึ่งจะได้ 4 ชุดการทดลอง ทำการผลิตปลาสะเต๊ะ ดังรายละเอียดในภาพที่ 5 ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ได้ เรียกว่า *ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ* ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ความกรอบ ความแข็ง และความชอบเนื้อสัมผัสรวม ใช้วิธีการประเมินคุณภาพแบบพรรณนาเชิงปริมาณ (Quantitative descriptive analysis : QDA) โดยผู้ทดสอบชิมที่การฝึกฝนแล้ว 10 คน นำคะแนนการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้แผนการทดลองแบบแฟกทอเรียลในบล๊อก (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2535) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองโดยใช้ DMRT (Duncan's Multiple Range Test) (Duncan, 1955) คัดเลือกชุดทดลองที่เหมาะสม

4.2.2 การทอด ที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส ปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัยคือ

- ระดับความชื้นปลาเริ่มต้น 2 ระดับ คือร้อยละ 30 และ 40
- ระยะเวลาในการทอด 2 ระดับ คือ 30 วินาทีและ 45 วินาที

จัดชุดการทดลองแบบแฟกทอเรียลได้ 4 ชุดการทดลอง แล้วทำการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะดังรายละเอียดในภาพที่ 6 ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ได้เรียกว่า *ปลาสะเต๊ะแบบทอด* ซึ่งจะทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส และวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยวิธีการเช่นเดียวกับข้อ 4.2.1 และคัดเลือกชุดการทดลองที่เหมาะสม

ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ

↓

อบที่อุณหภูมิ 45 ^{o}ซ นาน 1.5 ชั่วโมงแล้ว

เพิ่มอุณหภูมิเป็น 60 ^{o}ซ จนกระทั่งปลามีความชื้น

ร้อยละ 40 และ 30

↓

ผ่านลูกกลิ้ง

↓

ทอดในน้ำมันอุณหภูมิ 220 ^{o}ซ

ระยะเวลา 30 วินาที และ 45 วินาที

↓

จุ่มในน้ำปรุงรส

↓

อบที่อุณหภูมิ 150 ^{o}ซ นาน 25 นาที

↓

ปลาสะเต๊ะแบบทอด

ภาพที่ 6 กระบวนการผลิตปลาสะเต๊ะแบบทอด

4.3 การศึกษาผลของโซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) ต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

แช่ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตก่อนที่จะนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะตามกระบวนการผลิตที่คัดเลือกจากข้อ 4.2.1 (แบบอบ) และข้อ 4.2.2 (แบบทอด) ปัจจัยที่ศึกษาคือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ซึ่งมี 2 ระดับ (ร้อยละ 1 และ ร้อยละ 1.5) จัดชุดการทดลองในแต่ละกระบวนการผลิต ออกเป็น 3 ชุดการทดลองคือ

- ชุดการทดลองที่ 1 ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ ไม่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต (ชุดควบคุม)
- ชุดการทดลองที่ 2 แช่ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 1 นาน 10 นาที
- ชุดการทดลองที่ 3 แช่ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 1.5 นาน 10 นาที

ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ในด้านความกรอบ ความแข็ง ความชอบเนื้อสัมผัสรวม ด้วยวิธีการประเมินคุณภาพแบบ QDA ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนแล้วจำนวน 10 คน และนำคะแนนการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลอง โดยวิธีการเช่นเดียวกับ ข้อ 4.2.1 และคัดเลือกชุดการทดลองที่เหมาะสม

ตอนที่ 5 การประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ผลิตปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดตามกระบวนการผลิตที่คัดเลือก และปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสตามสูตรที่ได้พัฒนาแล้วในตอนที่ 3 และ 4 แล้วประเมินคุณภาพทางด้านต่างๆ ดังนี้

5.1 คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี

ทำการประเมินคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ เช่นเดียวกับตอนที่ 1

5.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์

ทำการประเมินคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของปลาหมึกแห้งปรุงรส ตามมอก.หมายเลข 323-2522 (สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2523) ซึ่งประกอบด้วย

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Viable Count) (A.O.A.C.,1990)
- ปริมาณ Escherichia coli (A.O.A.C.,1990
- ปริมาณ Staphylococcus aureus (A.O.A.C.,1990)
- ปริมาณเชื้อรา (Marvin,1984)

5.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่นเดียวกับตอนที่ 2 โดยใช้วิธีเวโซโพรไฟล์ ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนแล้ว 10 คน นำคะแนนการทดสอบที่ได้ของแต่ละปัจจัยมาหาค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าในอุดมคติ (S/I) แล้วแสดงผลในลักษณะแผนภาพใยแมงมุมพร้อมทั้งวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าอัตราส่วนของตัวอย่างกับค่าในอุดมคติ และค่าอัตราส่วนของค่าในอุดมคติ (I/I) โดยวิธี T-test

ตอนที่ 6 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ

นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาแล้ว มาทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปในเขตอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน โดยสอบถามเพื่อหาข้อมูลทั่วไป เกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถามพฤติกรรมการบริโภค และการซื้ออาหารขบเคี้ยว ความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะในปัจจัยคุณภาพต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม โดยใช้การทดสอบแบบเฮโดนิกสเกล (Hedonic scale) 5 ระดับ คะแนน (Larmond,1977)

ตอนที่ 7 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่ต่างกัน

นำผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ผ่านการพัฒนาแล้วมาบรรจุในภาชนะบรรจุ คือ ถุงพลาสติกขนาด 7x6 ตารางนิ้ว 3 แบบ คือ

- โพลีเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง (HDPE) ความหนา 0.04 มิลลิเมตร
- โพลีโพรปีลีน ความหนา 0.04 มิลลิลิตร
- โพลีโพรปีลีน ความหนา 0.075 มิลลิลิตร

ทำการทดลอง 2 ชุดการทดลอง แล้วเก็บรักษาที่อุณภูมิห้อง ประเมินคุณภาพทุกๆ สัปดาห์ เป็นเวลา 2 เดือน ดังนี้คือ

7.1 การประเมินคุณภาพทางกายภาพ และเคมี

ทำการสุ่มตัวอย่างจากแต่ละชุดการทดลองๆละ 2 ซ้ำ เพื่อวิเคราะห์ ค่า A_W โดยใช้ water activity meter ปริมาณความชื้น (A.O.A.C.,1990) และค่าทีบีเอ (Egan, *et al.*, 1981)

7.2 การประเมินคุณภาพทางจุลินทรีย์

ทำการสุ่มตัวอย่างจากแต่ละชุดการทดลอง ๆละ 2 ซ้ำ เพื่อวิเคราะห์หา

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Viable Count) (A.O.A.C.,1990)
- ปริมาณ Escherichia coli (A.O.A.C.,1990)
- ปริมาณ Staphylococcus aureus (A.O.A.C. ,1990)
- ปริมาณเชื้อรา (Marvin,1984)

7.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการประเมินทางคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีเรโชโพรไฟล์โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนแล้ว 10 คน ในปัจจัยคุณภาพด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสเครื่องเทศ กลิ่นหืน ความกรอบ รสชาติ และการยอมรับรวม วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลอง โดยวิธี DMRT

ตอนที่ 8 การประเมินต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ

คำนวณหาต้นทุนวัตถุดิบการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะโดยประมาณเฉพาะมูลค่าของวัสดุสิ้นเปลือง ประกอบด้วย ปลาข้างเหลือง เครื่องปรุงรสและส่วนผสมต่างๆ น้ำมันพืช และต้นทุนภาชนะบรรจุ

ผลและวิจารณ์

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของวัตถุดิบหลัก

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองได้แก่ ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อแช่เยือกแข็ง ซึ่งจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและจุลินทรีย์ปรากฏว่า ปริมาณความชื้นร้อยละ 79.79 ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า มีค่าร้อยละ 80.31 12.32 8.86 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 7) และมีค่าใกล้เคียงกับการทดลองของเถวียน บัวตุ่ม และนีรนาฏ ศุภรานนท์ (2536) ยกเว้นปริมาณไขมันซึ่งมีค่าสูงกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องจากแม้จะเป็นปลาชนิดเดียวกัน แต่การจับและฤดูกาลจับที่แตกต่างกันก็มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมี (นงลักษณ์ สุทธิวนิช, 2531) เมื่อพิจารณาถึงปริมาณไขมันและโปรตีน สามารถจัดปลาข้างเหลืองเป็นปลาในกลุ่มที่พบโปรตีนสูงคือ ร้อยละ 15-20 และไขมันต่ำคือต่ำกว่าร้อยละ 5 (Stansby and Hall, 1967) สำหรับปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสมีค่าร้อยละ 0.83 และ 1.04 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ แร่ธาตุทั้งสองชนิดนี้มีความสำคัญคือ เป็นแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกายมนุษย์ (Dygerberg and Jorgenson, 1982) ส่วนค่าพลังงานมีค่า 173.49 กิโลคาลอรี่ต่อ 100 กรัม

การตรวจสอบคุณภาพความสดของปลาข้างเหลืองพบว่า ปริมาณด่างที่ระเหยได้ทั้งหมดมีค่า 19.38 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อ 100 กรัมตัวอย่าง ซึ่งส่วนมากประกอบด้วยแอมโมเนีย ไตรเมทธิลลามีน ไดเมทธิลลามีน ซึ่งถ้าหากมีปริมาณไม่เกิน 30 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อ 100 กรัม จัดว่าปลานั้นมีคุณภาพที่สามารถยอมรับได้ (Ng, 1987) ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อแช่เยือกแข็งที่นำมาใช้เพื่อผลิตปลาสะเต๊ะจึงมีคุณภาพที่ดี ส่วนปริมาณทีบีเอมีค่า 5.52 มิลลิกรัมมาโลนอัลดีไฮด์/กิโลกรัมตัวอย่าง ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (Egan, *et al.*,1981) สำหรับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่า 1.95×10^4 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งต่ำกว่าปริมาณที่สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมอาหารได้กำหนดไว้สำหรับปลาสดแช่เยือกแข็ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2529) จึงนับว่าปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อแช่เยือกแข็งที่นำมาใช้ในการผลิตปลาสะเต๊ะมีคุณภาพที่สามารถยอมรับได้

ตอนที่ 2 การสำรวจลักษณะผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะในอุดมคติของผู้บริโภค

จากผลการสำรวจความต้องการผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะของผู้บริโภคภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์จำนวน 100 คน ซึ่งประกอบด้วย เพศหญิง 52 คน เพศชาย 48 คน ในจำนวนทั้งหมดนี้มีอาชีพเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ปริญญาโท พยาบาลโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ข้าราชการและลูกจ้าง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ร้อยละ 40 32 17 และ 11ตามลำดับ

ตารางที่ 7 องค์ประกอบทางเคมีและจุลินทรีย์ของปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ

องค์ประกอบ	ปริมาณ
ความชื้น (ร้อยละ)	79.79 ± 0.57[1]
โปรตีน (ร้อยละ)[2]	80.31 ± 0.77
ไขมัน (ร้อยละ)[2]	12.32 ± 0.29
เถ้า (ร้อยละ)[2]	8.86 ± 0.11
แคลเซียม (ร้อยละ)[2]	0.89 ± 0.07
ฟอสฟอรัส (ร้อยละ)[2]	1.04 ± 0.01
พลังงาน (กิโลคาลอรี/100 ก.)	173.49 ± 8.02
ปริมาณด่างที่ระเหยได้ทั้งหมด (มก.ไนโตรเจน/100 ก.ตัวอย่าง)	19.38 ± 1.99
ค่าทีบีเอ (มก.มาโลนอัลดีไฮด์/กก.ตัวอย่าง)	5.52 ± 0.09
จำนวนจุลินทรีย์ (ซีเอฟยู/ก.ตัวอย่าง)	1.95 ± 1.0x10^4

หมายเหตุ [1] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจาก 2 ชุดการทดลองๆ ละ 2 ซ้ำ

[2] คำนวณจากน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง

ส่วนใหญ่คือร้อยละ 56 มีอายุอยู่ในช่วง 20-25 ปี ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ผลิตโดยใช้สูตรต้นแบบ ด้วยวิธีเรโซโพรไฟล์แสดงดังตารางที่ 8 พบว่าปัจจัยคุณภาพ ด้านสี การเกาะของเครื่องปรุงรส ความกรอบ รสหวาน รสเค็ม และความชอบรวมของตัวอย่าง มีค่าต่ำกว่าค่าอัตราส่วนในอุดมคติ ในขณะที่ความเผ็ด ความแข็ง และกลิ่นรสคาวมีค่าสูงกว่าค่าอัตราส่วนในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) ส่วนกลิ่นรสปลา และกลิ่นรสเครื่องเทศ มีค่าใกล้เคียงกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติ โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งศิริลักษณ์ สินธวาลัย (2531) กล่าวว่า ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของคุณลักษณะใดมีค่าเท่ากับ 1.0 หมายความว่าไม่มีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะที่ศึกษานั้น ถ้าค่าอัตราส่วนมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า 1.0 หมายความว่า อาจมีความจำเป็นต้องลดหรือเพิ่มความเข้มของคุณลักษณะนั้นๆ ดังนั้นปัจจัยคุณภาพที่ต้องเพิ่มความเข้ม ได้แก่ สี รสเค็ม รสหวาน และความกรอบ ส่วนปัจจัยคุณภาพที่ต้องลดความเข้มหรือความแรง ได้แก่ ความเผ็ด ความแข็ง และกลิ่นรสคาว

ตารางที่ 8 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ย (S/I) ของปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะสูตรต้นแบบ

ปัจจัยคุณภาพ	ค่าอัตราส่วนเฉลี่ย[a]
สี	$0.89 \pm 0.41^{**}$
การเกาะของเครื่องปรุงรส	$0.74 \pm 0.33^{**}$
กลิ่นรสปลา	1.02 ± 0.54^{ns}
กลิ่นรสคาว	$1.17 \pm 0.36^{**}$
กลิ่นรสเครื่องเทศ	0.96 ± 0.67^{ns}
ความกรอบ	$0.45 \pm 0.55^{**}$
ความแข็ง	$1.24 \pm 0.22^{**}$
รสหวาน	$0.77 \pm 0.34^{**}$
รสเค็ม	$0.73 \pm 0.46^{**}$
ความเผ็ด	$1.33 \pm 0.57^{**}$
ความชอบรวม	$0.71 \pm 0.66^{**}$

[a] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผู้บริโภค 100 คน

** มีความแตกต่างกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$)

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติ

เมื่อนำค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของปัจจัยคุณภาพทุกปัจจัยมาวิเคราะห์สหสัมพันธ์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพต่างๆ กับความชอบรวมของผู้บริโภค ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 9 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสี การเกาะของเครื่องปรุงรส กลิ่นรสเครื่องเทศ ความกรอบ รสหวาน รสเค็ม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) กับความชอบรวม และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือเมื่อเพิ่มลักษณะดังกล่าวมากขึ้น ทำให้ความชอบรวมของผู้บริโภคเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนต่อไป จึงนำเอาปัจจัยดังกล่าวมาพิจารณาร่วมด้วยเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด

ตารางที่ 9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของปัจจัยคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ(สูตรต้นแบบ)

ปัจจัยคุณภาพ	สี	การเกาะของเครื่องปรุงรส	กลิ่นรสปลา	กลิ่นรสคาว	กลิ่นรสเครื่องเทศ	ความกรอบ	ความแข็ง	รสหวาน	รสเค็ม	ความชอบรวม
การเกาะของเครื่องปรุงรส	0.316**									
กลิ่นรสปลา	0.102	0.199								
กลิ่นรสคาว	0.452**	-0.042	0.416**							
กลิ่นรสเครื่องเทศ	0.333**	0.277	-0.074	-0.057						
ความกรอบ	0.147	0.159	0.273**	0.073	0.147					
ความแข็ง	0.253**	0.122	0.024	0.199	0.215*	0.101				
รสหวาน	0.374**	0.269**	0.081	0.027	0.387**	0.177	0.559**			
รสเค็ม	0.144	0.102	0.154	0.206*	0.269*	0.251*	0.234*	0.436*		
ความเผ็ด	-0.144	-0.068	-0.289	0.128	0.065	0.029	0.057	0.002	0.093	
ความชอบรวม	0.439**	0.374**	0.189	-0.038	0.391**	0.347**	0.187	0.322**	0.329**	-0.129

* มีความสัมพันธ์กันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

** มีความสัมพันธ์กันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$)

ตอนที่ 3 การพัฒนาสูตรเครื่องปรุงรส

จากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1 ซึ่งได้สูตรเครื่องปรุงรสหลักทั้งหมด 5 สูตร (ตารางที่ 4) คือ สูตร A B C D และ E ซึ่งประกอบด้วยเกลือป่นร้อยละ 1.8 1.8 0.5 0.5 และ 1.2 น้ำตาล ร้อยละ 19.6 20.2 21.6 19.6 และ 20.2 พริกขี้หนูป่น ร้อยละ 1.2 0.5 0.5 2.5 และ 1.2 ตามลำดับ โดยที่ส่วนผสมอื่นๆ คือ ขิง พริกไทยป่น ผงชูรส ขอสถั่วเหลือง และน้ำมีปริมาณเท่ากันทุกสูตร คือร้อยละ 3.5 0.5 0.4 2.2 และ 70.8 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบเรียงลำดับความชอบของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสทั้ง 5 สูตร โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนเล็กน้อย จำนวน 20 คน ได้ผลแสดงดังตารางที่ 10 ปรากฏว่าผู้ทดสอบชิมชอบผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ปรุงรสด้วยสูตร B ซึ่งเป็นสูตรที่มีเกลือมาก น้ำตาลมาก และพริกขี้หนูป่นน้อย มากที่สุด รองลงมาคือ สูตร D สูตร A สูตร C และสูตร E ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาผลของ น้ำตาล เกลือ และพริกขี้หนูป่นต่อความชอบผลิตภัณฑ์ของผู้ทดสอบชิมตามวิธีการของ Earle และ Anderson (1985) คือเปรียบเทียบผลรวมคะแนนของสูตรที่มีส่วนผสมของสิ่งที่กำลังศึกษาในระดับสูง กับสูตรที่มีส่วนผสมของสิ่งที่กำลังศึกษาในระดับต่ำ ได้ผลแสดงดังตารางที่ 15 ผลรวมของคะแนนการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะสูตรที่มีน้ำตาลน้อย (สูตร A และสูตร D) สูตรที่มีน้ำตาลมาก (สูตร B และสูตร C) ได้คะแนนรวม 116 และ 108 ตามลำดับ นั่นคือผู้ทดสอบชิมจะชอบผลิตภัณฑ์มากขึ้นเมื่อปริมาณน้ำตาลในสูตรเครื่องปรุงรสเพิ่มขึ้น สำหรับผลของเกลือต่อความชอบผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะของผู้ทดสอบชิมก็เป็นไปในทำนองเดียวกันกับผลของน้ำตาล ส่วนผลของพริกขี้หนูป่นนั้น พบว่าเป็นไปในทางตรงข้ามกับผลของน้ำตาลและเกลือ กล่าวคือความชอบของผู้ทดสอบชิมเพิ่มมากขึ้นเมื่อปริมาณของพริกขี้หนูป่นน้อยลง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อปริมาณเกลือและน้ำตาลมากขึ้นจะเพิ่มรสเค็มและรสหวาน ซึ่งจากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ในการทดลองตอนที่ 2 พบว่าถ้าเพิ่มรสหวาน และรสเค็ม ทำให้ความชอบรวมของผู้บริโภคเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P>0.01$) ขณะที่เมื่อปริมาณพริกขี้หนูป่นต่ำลงทำให้ความเผ็ดลดลงผู้ทดสอบชิมชอบมากขึ้น

ตารางที่ 10 คะแนนเรียงลำดับความชอบจากการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ปรุงรสด้วยสูตรเครื่องปรุงรสจากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1[1]

สูตร	คะแนนรวม [2]
A	60 ± 1.41
B	48 ± 1.16
C	60 ± 1.34
D	56 ± 1.29
E	76 ± 1.47

หมายเหตุ [1] ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน

[2] คะแนน 1 = ชอบมากที่สุด คะแนน 5 = ชอบน้อยที่สุด

ตารางที่ 11 คะแนนรวมผลของเกลือ น้ำตาล พริก ต่อความชอบของผู้ทดสอบชิมในผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ปรุงรสด้วยสูตรเครื่องปรุงรสจากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่1[1]

สูตร	คะแนนรวม [2]
สูตรเกลือน้อย (C+D)	116
สูตรเกลือมาก (A+B)	108
สูตรน้ำตาลน้อย (A+D)	116
สูตรน้ำตาลมาก (B+C)	108
สูตรพริกขี้หนูป่นน้อย (B+C)	108
สูตรพริกขี้หนูป่นมาก (A+D)	116

หมายเหตุ [1] ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน

[2] คะแนน 1 = ชอบมากที่สุด คะแนน 5 = ชอบน้อยที่สุด

เมื่อวางแผนการทดลองแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 2 โดยการปรับปริมาณน้ำตาล และเกลือเพิ่มขึ้น ขณะที่ลดปริมาณพริกขี้หนูป่นให้น้อยลง ดังภาพที่ 4 ได้สูตรเครื่องปรุงรสทั้งหมด 4 สูตร คือ สูตร A' B' D' และ E' ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลร้อยละ 19.8 20.3 20.9 และ 20.5 เกลือร้อยละ 2.3 2.3 1.2 1.85 พริกขี้หนูป่นร้อยละ 2.3 2.3 1.2 และ 1.85 ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ส่วนผสมอื่นๆยังคงปริมาณเดิม และเท่ากันทุกสูตรเช่นเดียวกับการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1 ซึ่งผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบเรียงลำดับความชอบผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ปรุงรสด้วยสูตรเครื่องปรุงรสดังกล่าว โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนเล็กน้อยจำนวน 20 คน ดังตารางที่ 12 พบว่าผู้ทดสอบชิมชอบผลิตภัณฑ์ที่ปรุงรสด้วยสูตร E' มากที่สุด รองลงมาคือสูตร A' B' และ D' ตามลำดับ อย่างไรก็ตามสูตร E' เป็นสูตรที่ผู้ทดสอบชิมชอบมากที่สุด จึงได้คัดเลือกสูตรนี้เพื่อทำการทดลองต่อไป

ตารางที่ 12 ผลรวมคะแนนจากผลการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ปรุงรสด้วยสูตรเครื่องปรุงรสจากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 2[1]

สูตร	คะแนนรวม [2]
A'	$46^{ab} \pm 1.10$
B'	$53^{ab} \pm 1.06$
D'	$62^{b} \pm 0.99$
E'	$39^{a} \pm 0.97$

หมายเหตุ [1] ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน

[2] คะแนน 1 = ชอบมากที่สุด คะแนน 5 = ชอบน้อยที่สุด

เมื่อทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ปรุงรสด้วยสูตร E' ซึ่งในกระบวนการผลิตเพิ่มระยะเวลาอบเป็น 60 นาที โดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนแล้วจำนวน 10 คน ด้วยวิธีเรโซโพรไฟล์ พบว่าค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของทุกปัจจัยคุณภาพที่ทำการทดสอบ ได้แก่ การเกาะของเครื่องปรุงรส รสหวาน รสเค็ม ความเผ็ด และความชอบรวม มีค่าเข้าใกล้ 1 และไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติ ดังตารางที่ 13 ซึ่งสามารถแสดงแผนภาพใยแมงมุมดังภาพที่ 7 ทั้งนี้เนื่องจากว่าเครื่องปรุงรส สูตร E' มีปริมาณเกลือ น้ำตาลสูงกว่าสูตรต้นแบบ และปริมาณ

พริกน้อยกว่าสูตรต้นแบบ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติเป็นไปตามความต้องการของผู้บริโภค ดังนั้น จึงหยุดการพัฒนาสูตรเครื่องปรุงรสไว้เพียงเท่านี้ ซึ่งสูตรเครื่องปรุงรสที่ได้ก็คือ สูตร E' ดังแสดงในตารางที่ 14

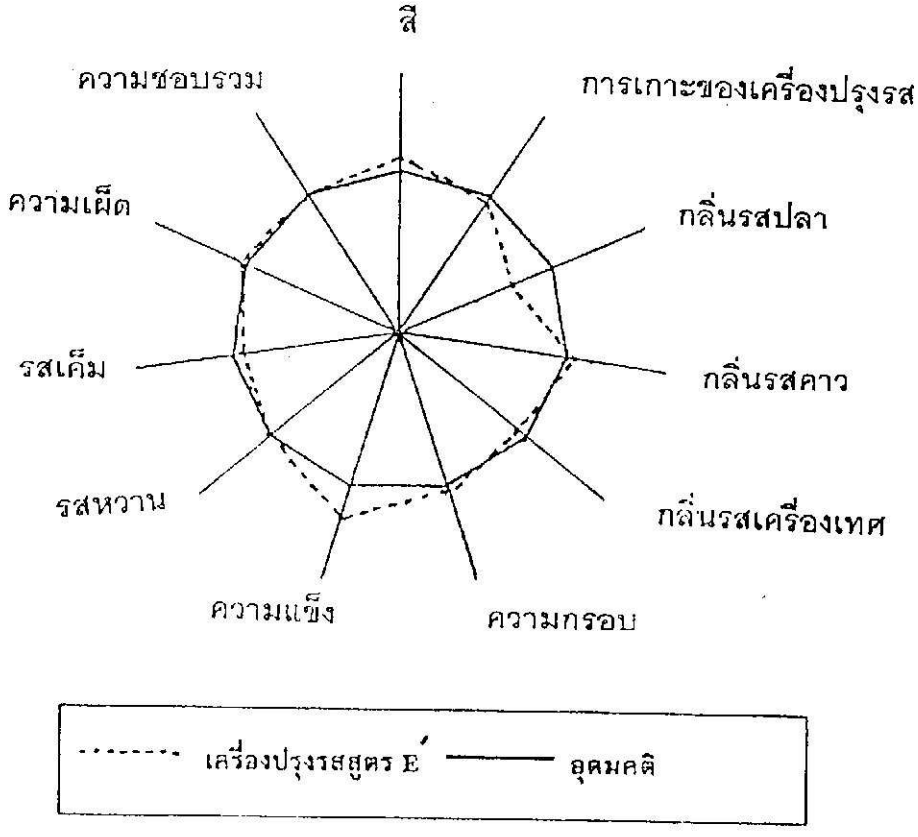
ตารางที่ 13 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ปรุงด้วยเครื่องปรุงรสสูตร E'

ปัจจัยคุณภาพ	ค่าอัตราส่วนเฉลี่ย[1]
สี	$1.09 \pm 0.13^{*}$
การเกาะของเครื่องปรุงรส	0.97 ± 0.06
กลิ่นรสปลา	$0.75 \pm 0.18^{**}$
กลิ่นรสคาว	1.08 ± 0.36
กลิ่นรสเครื่องเทศ	0.96 ± 0.34
ความกรอบ	1.05 ± 0.11
ความแข็ง	$1.25 \pm 0.23^{**}$
รสหวาน	1.01 ± 0.06
รสเค็ม	0.98 ± 0.03
ความเผ็ด	1.04 ± 0.11
ความชอบรวม	0.99 ± 0.10

1 ค่าเฉลี่ยของผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน

* มีความแตกต่างกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

** มีความแตกต่างกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง($p<0.01$)



ภาพที่ 7 เค้าโครงปัจจัยคุณภาพของปลาสะเต๊ะที่ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสสูตร E'
(สภาวะการอบที่ 150 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที)

ตารางที่ 14 ส่วนผสมเครื่องปรุงรสสูตร E'

ส่วนผสม	ปริมาณ	
	กรัม	ร้อยละ
ขิง	20.0	3.50
พริกไทยป่น	3.0	0.50
พริกขี้หนูป่น	1.3	0.25
ผงชูรส	2.0	0.40
ซอสถั่วเหลือง	12.4	2.20
เกลือ	10.4	1.85
น้ำตาล	115.7	20.50
น้ำ	400.0	70.80
รวม	564.8	100.00

การปรับปรุงกลิ่นรสเครื่องเทศ

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะในกระบวนการผลิตสูตรต้นแบบ ใช้ปลาที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 10-11 ภายหลังการปรับปรุงเนื้อสัมผัสแล้ว พบว่าความชื้นปลาเริ่มต้นที่เหมาะสม คือร้อยละ 40 ซึ่งเมื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบโดยใช้เครื่องปรุงรสสูตร E' แล้วทำให้มีกลิ่นรสเครื่องเทศแรงขึ้น ผู้ทดสอบชิมได้แนะนำให้ลดปริมาณขิงในสูตรเครื่องปรุงรส จึงได้ทดลองเพื่อปรับปรุงกลิ่นรสเครื่องเทศของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบจำนวน 2 ครั้ง และประเมินคุณภาพแบบเรโซโปรไฟล์ในปัจจัยคุณภาพด้านการเกาะของเครื่องปรุงรส กลิ่นรสคาว กลิ่นรสเครื่องเทศ และความเผ็ด โดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนแล้ว จำนวน 10 คน ดังต่อไปนี้

การปรับปรุงกลิ่นรสเครื่องเทศครั้งที่ 1 ประกอบด้วย 3 ชุดการทดลอง คือ ปริมาณขิง 5 10 และ 15 กรัม โดยส่วนผสมอื่นๆ ในสูตรเครื่องปรุงรสยังคงปริมาณเท่าเดิม ได้ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 15) ดังนี้คือ

ตารางที่ 15 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของปัจจัยคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบที่ปรับปรุงกลิ่นรสเครื่องเทศครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

ปัจจัยคุณภาพ	ชุดการทดลอง[1]					
	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2		
	T_1	T_2	T3	$T1^*$	T_2^*	T_3^*
การเกาะของเครื่องปรุงรส	0.97 ± 0.10^{a}[2]	0.98 ± 0.06^{a}	0.99 ± 0.08^{a}	0.99 ± 0.06^{a2}	0.99 ± 0.05^{a}	1.01 ± 0.08^{a}
กลิ่นรสเครื่องเทศ	$0.84 \pm 0.22^{a*}$	1.04 ± 0.31^{ab}	$1.22 \pm 0.33^{b*}$	0.97 ± 0.21^{a}	1.08 ± 0.19^{ab}	1.21 ± 0.35^{b}
กลิ่นรสคาว	1.08 ± 0.25^{a}	1.05 ± 0.12^{a}	0.95 ± 0.21^{a}	1.04 ± 0.60^{a}	1.01 ± 0.60^{a}	0.97 ± 0.73^{a}
ความเผ็ด	$0.83 \pm 0.21^{a*}$	1.00 ± 0.24^{b}	1.01 ± 0.28^{b}	0.94 ± 0.08^{a}	0.98 ± 0.05^{a}	0.99 ± 0.06^{a}
ความชอบรวม	1.01 ± 0.15^{a}	1.00 ± 0.07^{a}	0.93 ± 0.17^{a}	0.98 ± 0.12^{a}	0.98 ± 0.09^{a}	0.92 ± 0.13

หมายเหตุ 1 T_1= ปริมาณขิง 5 กรัม T_2 = ปริมาณขิง 10 กรัม T_3 = ปริมาณขิง 15 กรัม

$T1^*$ = ปริมาณขิง 10 กรัม $T2^*$= ปริมาณขิง 12.5 กรัม T3 = ปริมาณขิง 15 กรัม

2 อักษรต่างกันในแถวเดียวกันของการทดลองครั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

* มีความแตกต่างกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

การเกาะของเครื่องปรุงรส พบว่า การเพิ่มปริมาณขิงจะไม่มีผลต่อการเกาะของเครื่องปรุงรสอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) และทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติ แต่จากการสังเกตพบว่าเมื่อใช้ปริมาณขิงเพิ่มขึ้น การเกาะของเครื่องปรุงรสจะดีขึ้น โดยเมื่อใช้ปริมาณขิง 15 กรัม จะได้ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติมากที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะว่าเมื่อมีขิงอยู่ในปริมาณสูง ขิงซึ่งอยู่ในรูปขิงผงละเอียดจะเกาะเนื้อปลาได้มากกว่า

กลิ่นรสเครื่องเทศ พบว่า เมื่อปริมาณขิงเพิ่มขึ้นกลิ่นรสเครื่องเทศก็แรงขึ้น โดยชุดการทดลองที่ใช้ปริมาณขิง 5 และ 15 กรัม ให้ผลค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของกลิ่นรสเครื่องเทศที่ต่ำและสูงกว่าค่าอัตราส่วนในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ตามลำดับ ในขณะที่ชุดการทดลองที่ใช้ปริมาณขิง 10 กรัม ให้ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

กลิ่นรสคาว พบว่าทั้ง 3 ชุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และมีค่าใกล้เคียงกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติ แต่เมื่อเพิ่มปริมาณขิงมากขึ้น กลิ่นรสคาวจะลดลง ทั้งนี้เป็นเพราะว่ากลิ่นขิงสามารถกลบกลิ่นคาวปลาได้ดี (พยอม ตันติวัฒน์, 2521)

ความเผ็ด พบว่าเมื่อใช้ปริมาณขิงเพิ่มขึ้นความเผ็ดก็เพิ่มขึ้น โดยชุดการทดลองที่ใช้ปริมาณขิง 10 และ 15 กรัม ให้ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติโดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ขณะที่ชุดการทดลองที่ใช้ปริมาณขิง 5 กรัม มีความเผ็ดน้อยกว่าค่าอัตราส่วนเฉลี่ยในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) การเพิ่มปริมาณขิงทำให้ความเผ็ดของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นทั้งนี้เนื่องจากว่าในขิงมีสารประเภทน้ำมันซันซึ่งให้รสเผ็ด (พยอม ตันติวัฒน์, 2521)

ความชอบรวม พบว่าทั้ง 3 ชุดการทดลองให้ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติ โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและไม่มีความแตกต่างกันในระหว่างชุดการทดลอง ($P>0.05$)

จากผลการทดลอง ได้คัดเลือกชุดการทดลองที่ใช้ปริมาณขิง 10 และ 15 กรัม เพื่อทดลองซ้ำอีกครั้ง ทั้งนี้เนื่องจากว่า ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยทุกปัจจัยคุณภาพ ของทั้ง 2 ชุดการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) และมีค่าใกล้เคียงกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติ ส่วนชุดที่ใช้ปริมาณขิง 5 กรัมไม่นำมาพิจารณาเนื่องจากค่าอัตราส่วนเฉลี่ยกลิ่นรสเครื่องเทศ และความเผ็ดมีค่าต่ำกว่าค่าอัตราส่วนเฉลี่ยในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ซึ่งส่งผลให้ กลิ่นรสคาวของผลิตภัณฑ์สูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ

การปรับปรุงกลิ่นรสเครื่องเทศครั้งที่ 2 กำหนดปริมาณขิง 3 ระดับ คือ 10 12.5 และ 15 กรัม โดยส่วนผสมอื่นๆในสูตรเครื่องปรุงรสยังคงปริมาณเดิม และทดลองเช่นเดียวกับการปรับปรุงกลิ่นรสเครื่องเทศครั้งที่ 1 ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 16 พบว่าทุกชุดการทดลองให้ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยที่ไม่แตก

ต่างกับค่าอัตราส่วนเฉลี่ยในอุดมคติในทุกปัจจัยคุณภาพที่ทดสอบ ($P<0.05$) ยกเว้นชุดการทดลองที่ใช้ปริมาณขิง 15 กรัม ให้ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของกลิ่นรสเครื่องเทศสูงกว่าค่าอัตราส่วนเฉลี่ยในอุดมคติ ซึ่งมีผลให้ความชอบรวมต่ำกว่าอีก 2 ชุดการทดลอง ดังนั้นจึงเลือกใช้ปริมาณขิงในสูตรเครื่องปรุงรส 10 กรัมต่อน้ำ 400 กรัม สำหรับน้ำปรุงรสของปลาสะเต๊ะแบบอบ เนื่องจากเป็นปริมาณขิงต่ำสุดที่ให้ลักษณะของปัจจัยคุณภาพที่ทำการทดสอบไม่แตกต่างกับค่าอัตราส่วนเฉลี่ยในอุดมคติ และจะทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าการเลือกใช้ชุดการทดลองอื่นๆ ดังนั้นสูตรเครื่องปรุงรสสำหรับปลาสะเต๊ะแบบอบเป็นดังตารางที่ 16 ส่วนปลาสะเต๊ะแบบทอด ยังคงสูตร E' เช่นเดิม

ตารางที่ 16 ส่วนผสมเครื่องปรุงรสสำหรับปลาสะเต๊ะแบบอบ

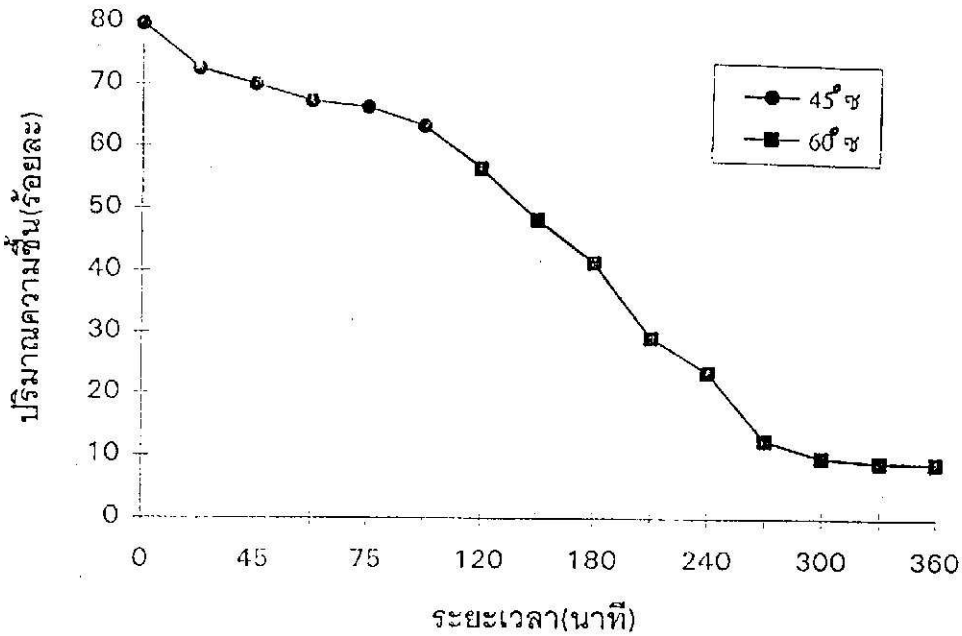
ส่วนผสม	ปริมาณ	
	กรัม	ร้อยละ
ขิง	10.0	1.81
พริกไทยป่น	3.0	0.54
พริกขี้หนูป่น	1.3	0.23
ผงชูรส	2.0	0.36
ซอสถั่วเหลือง	12.4	2.23
เกลือ	10.4	1.90
น้ำตาล	115.7	20.95
น้ำ	400.0	72.09
รวม	554.8	100.00

ตอนที่ 4 การปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

4.1 การศึกษาผลของความชื้นต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ

จากการทดลองโดยการอบปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อในตู้อบแบบกระแสลมร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง และเพิ่มอุณหภูมิของตู้อบเป็น 60 องศาเซลเซียส แล้วอบต่ออีกเป็นเวลา 4.5 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างปลาทุกๆ ครึ่งชั่วโมงเพื่อหาปริมาณความชื้น และนำมาผ่านลูกกลิ้งเพื่อพิจารณาถึงลักษณะของเนื้อปลาที่ความชื้นต่างๆภายหลังการผ่านลูกกลิ้งได้ผลการทดลองดังแสดงในภาพที่ 8 พบว่าในระยะเริ่มต้นจนถึงนาทีที่ 90 ความชื้นของปลาในระหว่างอบจะลดลงอย่างช้าๆ เนื่องจากว่าระยะนี้ใช้อุณหภูมิในการอบต่ำคือ 45 องศาเซลเซียสเพื่อป้องกันการเกิดลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็ง (case hardening) (Wan Rahimah, 1982) ระหว่างนาทีที่ 90 ถึงนาทีที่ 270 ความชื้นระเหยออกมาจากตัวปลาอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นการระเหยของน้ำหรือความชื้นที่มีอยู่ที่ผิวหน้าของปลาซึ่งได้รับความร้อนจากลมร้อน เมื่อน้ำระเหยออกมาก็ถูกกระแสลมพัดพาออกจากผิวหน้าของปลา ทำให้ความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว (สมบัติ ขอทวีวัฒนา, 2529) และระยะต่อมา คือนาทีที่ 270 ถึงนาทีที่ 360 การลดลงของความชื้นค่อยๆ น้อยลงและค่อนข้างคงที่ในที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากน้ำที่ผิวหน้าของปลาระเหยไปหมดแล้วเหลือแต่น้ำภายในที่อยู่ลึกเข้าไปในตัวปลาจนกระแสลมร้อนไม่สามารถสัมผัสได้โดยตรง ความร้อนต้องส่งผ่านผิวหน้าของปลาเข้าไปทำให้ใช้เวลามากขึ้น เมื่อความชื้นกลายเป็นไอก็ต้องเคลื่อนผ่านชั้นของเนื้อปลามายังผิวหน้า ทำให้การลดลงของความชื้นน้อยมาก หรือเป็นช่วงที่อัตราการอบแห้งลดลง (สมบัติ ขอทวีวัฒนา, 2529)

เมื่อนำตัวอย่างที่ระดับความชื้นต่างๆมาผ่านลูกกลิ้ง พบลักษณะของปลาที่แตกต่างกันคือ ปลาที่มีระดับความชื้นร้อยละ 60 และ 55 เมื่อนำไปผ่านลูกกลิ้ง เนื้อปลาถูกรีดจนแบน มีลักษณะเละแยกเป็นชิ้นส่วน ทั้งนี้เนื่องจากมีปริมาณความชื้นในเนื้อปลาสูง ทำให้เนื้อปลานิ่มไม่สามารถทนต่อแรงกดของลูกกลิ้งได้ เนื้อปลาจึงออกมาในลักษณะไม่เหมาะต่อการที่จะนำมาผลิตปลาสะเต๊ะในขั้นต่อไป สำหรับปลาที่มีความชื้นต่ำลงมาคือร้อยละ 50 และ 45 เนื้อปลาแห้งมากกว่าเดิม และเมื่อนำมาผ่านลูกกลิ้ง กล้ามเนื้อปลาจะแยกออกเป็นริ้วโดยมีบางส่วนหลุดออกจากตัวปลาเป็นชิ้นๆ ปลาที่มีความชื้นลดลงเป็น ร้อยละ 40 35 และ 30 เมื่อนำมาผ่านลูกกลิ้งกล้ามเนื้อปลาแยก แต่ไม่หลุดออกเป็นชิ้นส่วน และเมื่อใช้ปลาที่ระดับความชื้นลดต่ำกว่านี้มาผ่านลูกกลิ้ง คือร้อยละ 25 20 15 และ 10 ปรากฏว่าแม้ลักษณะของเนื้อปลาจะเรียบขึ้น แต่กล้ามเนื้อของปลาไม่ได้แยกออกจากกัน ทั้งนี้เนื่องจากปลาสูญเสียความชื้นไปมาก เนื้อปลาเกิดการหดตัวอีกทั้งความร้อนทำให้โปรตีนในเนื้อปลาเสียสภาพผิวหน้าของปลาเกิดการสุก เนื่องจากถูกความร้อนเป็นระยะเวลานาน โดยเฉพาะปลาที่มีความชื้น ร้อยละ 10



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของปลาระหว่างการอบ

ซึ่งปลาลักษณะเช่นนี้ ถ้าจุ่มในน้ำปรุงรส น้ำปรุงรสซึมเข้าสู่เนื้อปลาได้ยากผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคคือ ต้องมีเนื้อสัมผัสที่กรอบและไม่แข็งรวมถึงมีรสหวาน รสเค็ม และความเผ็ดที่พอเหมาะ การนำปลามาผ่านลูกกลิ้งเพื่อให้เนื้อปลาแยกออกในลักษณะที่เหมาะสม น้ำปรุงรสสามารถซึมเข้าไปได้ และเมื่อผ่านการทำให้สุกเนื้อปลาจะเกิดการหดตัวบ้าง แต่คาดว่าจะไม่หดตัวจนแน่นอย่างเดิมได้ คือยังคงมีช่องว่างแทรกอยู่ระหว่างเนื้อปลาซึ่งจะทำให้มีลักษณะพองตัวและเนื้อสัมผัสกรอบไม่แข็ง ดังนั้นระดับความชื้นของปลาที่เหมาะสมสำหรับผลิตปลาสะเต๊ะ คือ อยู่ในช่วงร้อยละ 30 ถึง 40 เนื่องจากมีลักษณะที่เนื้อปลาแยกออกจากกันอย่างพอเหมาะที่น้ำปรุงรสจะซึมเข้าไปได้และเนื้อปลาไม่ได้หลุดออกเป็นชิ้นส่วนยังคงลักษณะเป็นตัวปลาอย่างสมบูรณ์

4.2 การศึกษาผลของวิธีการทำให้สุกต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

ภายหลังการคัดเลือกระดับความชื้นปลาเริ่มต้นได้แล้ว คือ ร้อยละ 30 และ ร้อยละ 40 ได้ทำการศึกษาผลของวิธีการทำให้สุกต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ดังต่อไปนี้

4.2.1 การทำให้สุกด้วยวิธีการอบ

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่มีระดับความชื้นเริ่มต้น 2 ระดับ คือ ร้อยละ 30 และ 40 และทำให้สุกโดยการอบที่อุณหภูมิ 150 องศา เซลเซียส เป็นเวลา 60 และ 80 นาที ตามลำดับ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 17 ดังนี้คือ

ความกรอบ พบว่าความชื้นปลาเริ่มต้นมีผลต่อความกรอบของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) กล่าวคือเมื่อใช้เวลาอบ 60 นาที ความกรอบปลาสะเต๊ะลดลงเมื่อความชื้นปลาเริ่มต้นเพิ่มขึ้น ส่วนการใช้เวลาอบ 80 นาที ความกรอบปลาสะเต๊ะเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นปลาเริ่มต้นเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากปลาที่มีความชื้นเริ่มต้นต่างกัน หลังจากจุ่มน้ำปรุงรสแล้วนำไปอบที่ระยะเวลาที่ต่างกัน ผลิตภัณฑ์ที่ได้ย่อมมีความชื้นที่แตกต่างกัน การใช้เวลาอบ 60 นาที ยังสั้นเกินไป ผลิตภัณฑ์ที่ได้คงมีความชื้นสูง ส่งผลให้มีความกรอบน้อยกว่าการใช้เวลาอบ 80 นาที เนื่องจากระยะเวลาที่นานขึ้น น้ำสามารถระเหยออกจากตัวปลาได้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 40 หลังการผ่านลูกกลิ้งแล้วมีการแยกตัวของกล้ามเนื้อมากกว่าปลาที่มีความชื้นร้อยละ 30 ทำให้มีช่องว่างระหว่างกล้ามเนื้อและมีพื้นที่ผิวมากกว่าน้ำจึงระเหยได้มากกว่า และหลังการผ่านความร้อนแล้วแม้เนื้อปลาจะหดตัว แต่ยังคงมีช่องว่างทำให้ผลิตภัณฑ์กรอบมากกว่า สำหรับระยะเวลาในการอบไม่มีผลต่อผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่จากการสังเกตพบว่าปลาที่มีความชื้นเริ่มต้นเท่ากันเมื่อเพิ่มเวลาในการอบทำให้คะแนนความกรอบเพิ่มขึ้น จะพบว่าอิทธิพลร่วมของความชื้นปลาเริ่มต้นและระยะเวลาในการอบไม่มีผลต่อความกรอบของปลาสะเต๊ะอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

ความแข็ง ความชื้นปลาเริ่มต้นไม่มีผลต่อความแข็งของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่จากการสังเกตพบว่าที่ระยะเวลาการอบเท่ากัน เมื่อความชื้นปลาเริ่มต้นเพิ่มขึ้นความแข็งของผลิตภัณฑ์จะลดลง ส่วนระยะเวลาในการอบมีผลต่อความแข็งของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) กล่าวคือปลาที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 40 เมื่อระยะเวลาอบเพิ่มขึ้นความแข็งของผลิตภัณฑ์จะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากว่าความกรอบของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น และพบว่าอิทธิพลร่วมของความชื้นปลาเริ่มต้นกับระยะเวลาในการอบ ไม่มีผลต่อความแข็งของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

ตารางที่ 17 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ทำให้สุกโดยการอบ

ชุดการทดลอง	ระดับความชื้นปลาเริ่มต้น (ร้อยละ)	ระยะเวลาการอบ (นาที)	ความกรอบ	ความแข็ง	ความชอบเนื้อสัมผัส
1	30	60	4.21 ± 1.57^{ab}[1]	6.30 ± 1.94^{b}	4.17 ± 1.54^{a}
2	30	80	5.13 ± 1.83^{b}	6.31 ± 1.83^{b}	4.33 ± 1.11^{a}
3	40	60	3.55 ± 1.31^{a}	5.40 ± 1.41^{ab}	3.68 ± 0.88^{a}
4	40	80	5.49 ± 1.54^{b}	4.52 ± 0.88^{a}	5.73 ± 2.2^{b}

[1] อักษรต่างกัน ในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันที่ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ความชอบเนื้อสัมผัส พบว่าความชื้นปลาเริ่มต้นมีผลต่อความชอบเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กล่าวคือที่ระยะเวลาการอบ 60 นาที เมื่อความชื้นปลาเริ่มต้นเพิ่มขึ้นความชอบเนื้อสัมผัสจะลดลง ทั้งนี้เพราะความกรอบของผลิตภัณฑ์ต่ำลงขณะที่เมื่อระยะเวลาการอบเป็น 80 นาที ความชอบเนื้อสัมผัสเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นปลาเริ่มต้นเพิ่มขึ้น เพราะผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะมีความกรอบมากขึ้นและความแข็งลดน้อยลง ระยะเวลาในการอบไม่มีผลต่อความชอบเนื้อสัมผัสรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่อิทธิพลร่วมของความชื้นปลาเริ่มต้นกับมีผลต่อการยอมรับเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เนื่องจากความชื้นปลามีผลต่อความกรอบ และระยะเวลาในการอบมีผลต่อความแข็งของผลิตภัณฑ์ ($P<0.01$) ซึ่งทั้งความกรอบ และความแข็งต่างส่งผลต่อความชอบเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เมื่อพิจารณาจากคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ได้ทดสอบทั้งหมด จึงตัดสินใจคัดเลือกชุดการทดลองที่ใช้ความชื้นปลาเริ่มต้น ร้อยละ 40 ระยะเวลาในการอบ 80 นาที เพื่อใช้ในการทดลองครั้งต่อไป ทั้งนี้เพราะเป็นชุดการทดลองที่ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความกรอบมากแข็งน้อยที่สุด และความชอบเนื้อสัมผัสสูงสุด

4.2.2 การทำให้สุกโดยวิธีการทอด

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่มีระดับความชื้นเริ่มต้น 2 ระดับคือร้อยละ 30 และ 40 และทำให้สุกโดยการทอดที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 และ 45 วินาที ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 18 ดังนี้คือ

ความกรอบ พบว่าความชื้นปลาเริ่มต้น มีผลต่อความกรอบของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กล่าวคือถ้าระยะเวลาในการทอดเท่ากัน เมื่อความชื้นปลาเริ่มต้นสูงขึ้นมีผลให้ความกรอบลดลง ขณะที่ถ้าความชื้นปลาเริ่มต้นต่ำผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความกรอบมากกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องจากว่าปลาที่มีความชื้นเริ่มต้นต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้นต่ำกว่า ส่งผลให้มีความกรอบมากกว่า ระยะเวลาในการทอดมีผลต่อความกรอบของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะเช่นกัน ($P<0.05$) คือปลาที่มีความชื้นเริ่มต้นเท่ากันเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการทอดความกรอบจะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะว่าความกรอบของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับความชื้น กล่าวคือผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นต่ำจะมีความกรอบมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูง เมื่อใช้เวลาในการทอดมากกว่าความชื้นระเหยได้มากขึ้น ผลิตภัณฑ์ก็จะมีความชื้นต่ำทำให้มีความกรอบมากกว่า และพบว่าอิทธิพลร่วมของความชื้นปลาเริ่มต้นและระยะเวลาในการทอด ไม่มีผลต่อความกรอบของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

ตารางที่ 18 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ทำให้สุกโดยการทอด

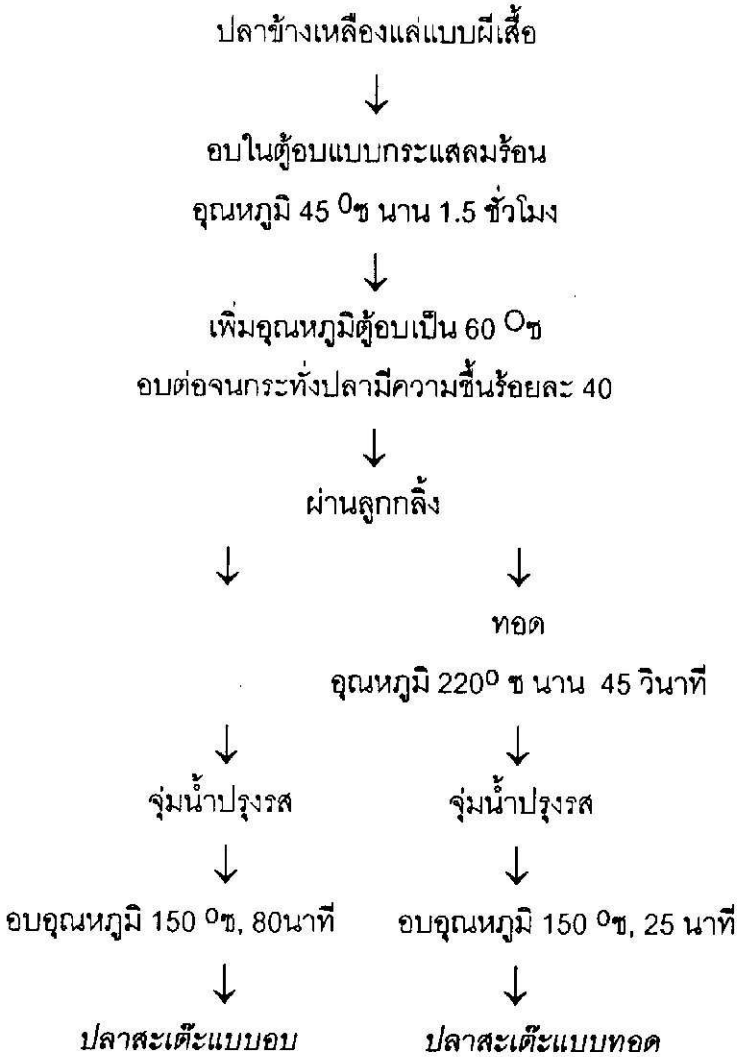
ชุดการทดลอง	ระดับความชื้นปลาเริ่มต้น (ร้อยละ)	ระยะเวลา (วินาที)	ความกรอบ	ความแข็ง	ความชอบเนื้อสัมผัส
1	30	30	6.20 ± 1.41^{ab} [1]	3.17 ± 1.16^{a}	5.89 ± 1.37^{b}
2	30	45	6.92 ± 1.33^{b}	2.73 ± 1.6^{a}	6.26 ± 1.16^{b}
3	40	30	5.49 ± 1.20^{a}	4.36 ± 1.15^{b}	4.59 ± 1.44^{a}
4	40	45	6.32 ± 1.21^{ab}	3.29 ± 1.14^{a}	5.41 ± 1.81^{ab}

[1] อักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ความแข็ง พบว่าทั้งความชื้นปลาเริ่มต้นและระยะเวลาในการทอดต่างมีผลต่อความแข็งของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) คือ เมื่อระยะเวลาในการทอดเท่ากัน ถ้าความชื้นปลาเริ่มต้นเพิ่มขึ้นความแข็งของผลิตภัณฑ์ก็เพิ่มขึ้น ในขณะที่เมื่อความชื้นปลาเริ่มต้นเท่ากัน เมื่อระยะเวลาในการทอดเพิ่มมากขึ้นความแข็งของผลิตภัณฑ์จะลดลงทั้งนี้เนื่องจากความกรอบของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น และพบว่าอิทธิพลร่วมระหว่าง 2 ปัจจัยไม่มีผลต่อความแข็งของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

ความชอบเนื้อสัมผัส พบว่าความชื้นปลาเริ่มต้นไม่มีผลต่อความชอบเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ในขณะที่ระยะเวลาการทอดมีผลต่อความชอบเนื้อสัมผัส ($P<0.05$) กล่าวคือปลาที่มีความชื้นเริ่มต้นเท่ากัน เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการทอดความชอบเนื้อสัมผัสก็เพิ่มขึ้น เพราะผลิตภัณฑ์มีความกรอบมากขึ้นและความแข็งน้อยลง ส่วนอิทธิพลร่วมของความชื้นปลาเริ่มต้นและระยะเวลาในการทอดไม่มีผลต่อการยอมรับเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ในการทำให้สุกโดยการทอด อาหารจะเกิดการพองตัว โดยเมื่อให้พลังงานความร้อนเข้าไปจะเกิดความดันทำให้น้ำที่แทรกอยู่ในอาหาร เกิดการขยายตัวดันให้เนื้ออาหารเป็นโพรงหรือรูพรุน เพื่อให้ความชื้นหลุดออกจากเนื้ออาหารในขณะเดียวกันก็จะเกิดแรงต้านหรือแรงยึดมิให้น้ำขยายตัวหรือหลุดออกไป ซึ่งถ้าใช้พลังงานพอเหมาะจะทำให้แรงดันเท่ากับความต้านทาน การพองตัวสม่ำเสมอทั่วชิ้นอาหาร ทำให้ความชื้นที่เหลืออยู่พอเหมาะที่จะทำให้มีความกรอบพอดี แต่ถ้าความดันน้อยกว่าความต้านทานลักษณะเนื้อสัมผัสจะไม่ดี มีรูพรุนไม่สม่ำเสมอ (Eskew, *et al.*, 1963)

ชุดการทดลองที่ได้คะแนนทุกปัจจัยสูงสุดและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คือการใช้ปลาความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 30 และ 40 ใช้เวลาในการทอด 45 วินาที จึงได้คัดเลือกชุดการทดลองที่มีความชื้นปลาเริ่มต้น ร้อยละ 40 และระยะเวลาทอด 45 วินาที เพื่อใช้ทดลองต่อไป เพราะสามารถประหยัดเวลาและพลังงานกว่าการใช้ปลาที่มีความชื้นเริ่มต้น ร้อยละ 30 ทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำกว่า ดังนั้นสามารถสรุปขั้นตอนของกระบวนการผลิตปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดได้ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 กระบวนการผลิตปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด

4.3 การศึกษาผลของสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตต่อเนื้อสัมผัสของปลาสะเต๊ะ

จากการศึกษาทดลองผลของโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้น ร้อยละ 1.0 และ 1.5 ต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ ผลิตโดยกระบวนการผลิตแบบอบ และแบบทอด ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสดังแสดงในตารางที่ 19 โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชุดการทดลอง ได้รับคะแนนในด้านความกรอบ ความแข็งและความชอบเนื้อสัมผัสที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) เช่นเดียวกับปลาสะเต๊ะแบบทอด จึงกล่าวได้ว่าโซเดียมไบคาร์บอเนตไม่มีบทบาทต่อการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของ ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ

ตารางที่ 19 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดที่ใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต

ปัจจัยคุณภาพ	ปลาสะเต๊ะแบบอบ			ปลาสะเต๊ะแบบทอด		
	T1[1]	T2	T3	T1	T2	T3
ความกรอบ	6.01 ± 1.01^{ns}	6.06 ± 1.23^{ns}	5.82 ± 0.73^{ns}	6.69 ± 0.07^{ns}	6.49 ± 0.69^{ns}	6.90 ± 1.17^{ns}
ความแข็ง	4.61 ± 1.24^{ns}	5.21 ± 1.85^{ns}	5.00 ± 1.60^{ns}	3.33 ± 1.27^{ns}	3.99 ± 1.74^{ns}	3.83 ± 1.34^{ns}
ความชอบเนื้อสัมผัส	5.69 ± 0.99^{ns}	5.52 ± 1.14^{ns}	5.75 ± 0.75^{ns}	6.33 ± 1.30^{ns}	6.16 ± 1.01^{ns}	6.53 ± 1.54^{ns}

[1] T1 = ชุดควบคุม (ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อไม่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต)

T2 =ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ แช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 1 นาน 10 นาที

T3 = ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ แช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 1.5 นาน 10 นาที

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)ในผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกัน

ตอนที่ 5 การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ

ผลการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาแล้ว ให้ผลดังนี้

5.1 คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี

ผลการประเมินคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีได้ผลดังตารางที่ 20 พบว่าปลาสะเต๊ะแบบอบ และ แบบทอด มีค่าปริมาณความชื้นร้อยละ 4.5 และ 5.75 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 74.03 และ 57.9 ปริมาณไขมันร้อยละ 11.63 และ 27.36 ปริมาณเถ้าร้อยละ 6.98 และ 5.25 ปริมาณแคลเซียมร้อยละ 0.85 และ 0.6 ปริมาณฟอสฟอรัสร้อยละ 0.69และ 0.67 ตามลำดับ จะเห็นว่าปลาสะเต๊ะแบบทอดมีปริมาณไขมันสูงกว่าปลาสะเต๊ะแบบอบ ทั้งนี้เพราะน้ำมันที่ใช้ทอดจะกลายเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ จึงมีผลให้ปริมาณโปรตีนของปลาสะเต๊ะแบบทอดต่ำกว่าปลาสะเต๊ะแบบอบ สำหรับค่า Aw ของปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดมีค่า 0.39 และ 0.41 ตามลำดับ เนื่องจากปลาสะเต๊ะแบบอบมีความชื้นต่ำกว่าทำให้ค่า Aw ต่ำกว่าปลาสะเต๊ะแบบทอด ส่วนค่าพลังงานของปลาสะเต๊ะแบบอบมีค่า 462 กิโลคาลอรีต่อ 100 กรัม ขณะที่ปลาสะเต๊ะแบบ ทอดให้ค่าพลังงานสูงกว่าเล็กน้อยคือ 478 กิโลคาลอรีต่อ 100 กรัม ทั้งนี้เพราะปลาสะเต๊ะแบบทอดมีไขมันเป็นองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์สูงกว่าปลาสะเต๊ะแบบอบ ซึ่งค่าพลังงานต่อกรัมในไขมันสูงกว่าในโปรตีน 2.25 เท่า (Potler, 1968) จากที่กล่าวมาผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้ง 2 แบบให้คุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีปริมาณโปรตีนและพลังงานสูงกว่าวัตถุดิบ 3.5-4.5 และ 2.6-2.75 เท่าตามลำดับ ในประเทศมาเลเซียผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะมีองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และ เถ้า เป็นร้อยละดังนี้ 4.7 55.5 4.3 และ 5.4 ตามลำดับ (Wan Rahimah, 1982) ความแตกต่างขึ้นกับชนิดปลาและกระบวนการผลิต สำหรับค่าทีบีเอในปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด มีค่า 0.91 และ 1.11 มิลลิกรัมมาโลนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่างตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากไขมันในเนื้อปลาและน้ำมันที่ใช้ทอดรวมถึงความร้อนขณะอบและทอดก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

5.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์

พิจารณาถึงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในปลาสะเต๊ะแบบอบและปลาสะเต๊ะแบบทอดน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม เชื้อราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม และตรวจไม่พบ E. coli และ Staphylococcus aureus ซึ่งคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้ง 2 แบบอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่าปริมาณที่กำหนดเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของปลาหมึกแห้งปรุงรสซึ่งเป็นอาหารขบเคี้ยวชนิดหนึ่งที่มีลักษณะใกล้เคียงกับปลาสะเต๊ะ โดยกำหนดไว้ว่าในผลิตภัณฑ์ต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน $5x10^4$ โคโลนีต่อกรัม ปริมาณ E. coli น้อยกว่า 3 โคโลนีต่อกรัม ปริมาณ Staphylococcus aureus ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อกรัม และปริมาณเชื้อรา ไม่เกิน 10^3 โคโลนี

ต่อกรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2523) ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความปลอดภัยในการบริโภค

ตารางที่ 20 คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของปลาสะเต๊ะแบบอบและปลาสะเต๊ะแบบทอด

ปัจจัยคุณภาพ	ปลาสะเต๊ะแบบอบ	ปลาสะเต๊ะแบบทอด
ทางกายภาพ		
ค่า Aw	0.39 ± 0.01[1]	0.41 ± 0.01
ค่าพลังงาน (กิโลคาลอรี/100 ก.)	462.13 ± 5.42	478.09 ± 6.01
ทางเคมี		
ความชื้น	4.50 ± 0.35	5.75 ± 0.21
โปรตีน	74.03 ± 0.99	57.99 ± 0.98
ไขมัน	11.63 ± 0.43	27.36 ± 0.86
เถ้า	6.98 ± 0.50	5.29 ± 0.44
แคลเซียม	0.85 ±0.04	0.60 ± 0.02
ฟอสฟอรัส	0.69 ± 0.01	0.67 ± 0.02
ค่าทีบีเอ(มก.มาโลนอัลดีไฮด์/กก.ตัวอย่าง)	0.91 ± 0.62	1.11 ± 0.58
ทางจุลินทรีย์		
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/ก.)	<100	<100
เชื้อรา (โคโลนี/ก.)	< 10	< 10
Staphylococcus aureus	ไม่พบ	ไม่พบ
E. coli	ไม่พบ	ไม่พบ

หมายเหตุ [1] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจาก 2 ชุดการทดลองๆ ละ2ซ้ำ

5.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

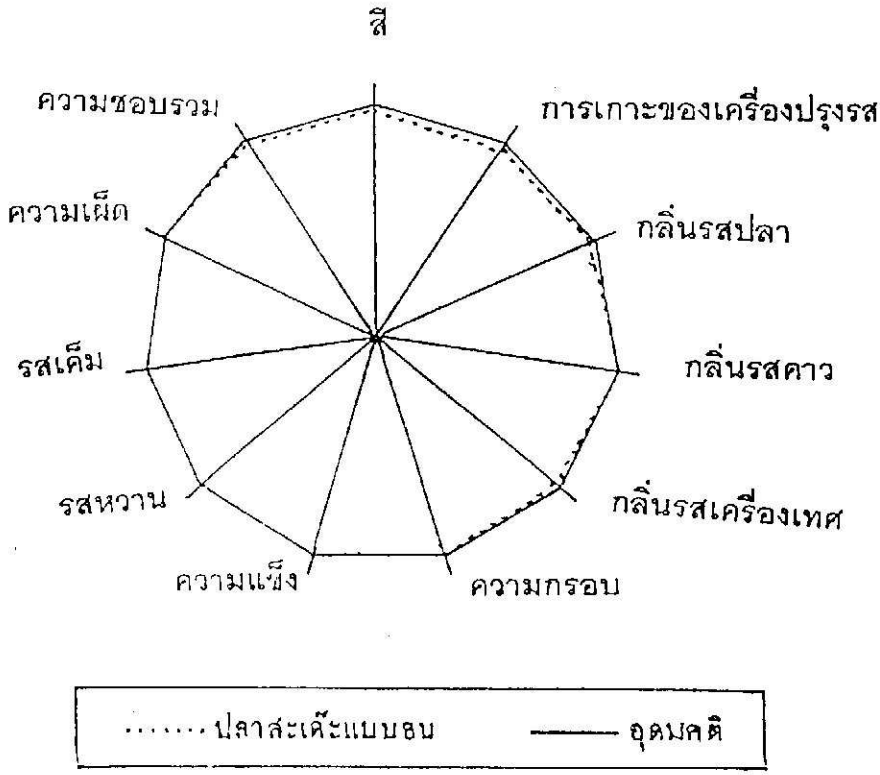
ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาสะเต๊ะทั้งสองแบบ โดยวิธีการประเมินคุณภาพแบบเรโซโพรไฟล์ในปัจจัยคุณภาพด้านสี การเกาะของเครื่องปรุงรส กลิ่นรสปลา กลิ่นรสคาว กลิ่นรสเครื่องเทศ ความกรอบ ความแข็ง รสหวาน รสเค็ม ความเผ็ดและความชอบรวมแสดงดังตารางที่ 21 พบว่าค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของปัจจัยคุณภาพของปลาสะเต๊ะแบบอบ และแบบทอดมีค่าใกล้เคียงกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติโดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) และภาพที่ 10 แสดงว่าคุณลักษณะต่างๆ ของปลาสะเต๊ะแบบอบเป็นที่พอใจของผู้ทดสอบชิม แต่พบว่าบางปัจจัยคุณภาพของปลาสะเต๊ะแบบทอด ได้แก่ ความแข็ง และกลิ่นรสคาว มีค่าอัตราส่วนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าอัตราส่วนในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) ทั้งนี้เนื่องจากว่าการทอดทำให้เนื้อปลาพองฟูขึ้นมีความกรอบมากง่ายต่อการเคี้ยว ทำให้รู้สึกว่าความแข็งน้อยลง และน้ำมันที่ใช้ทอดจะแทรกอยู่ในเนื้อของผลิตภัณฑ์ด้วย ซึ่งผลจากการทอดมีส่วนช่วยทำให้ผู้ทดสอบชิมรู้สึกกว่ากลิ่นรสคาวลดน้อยลง

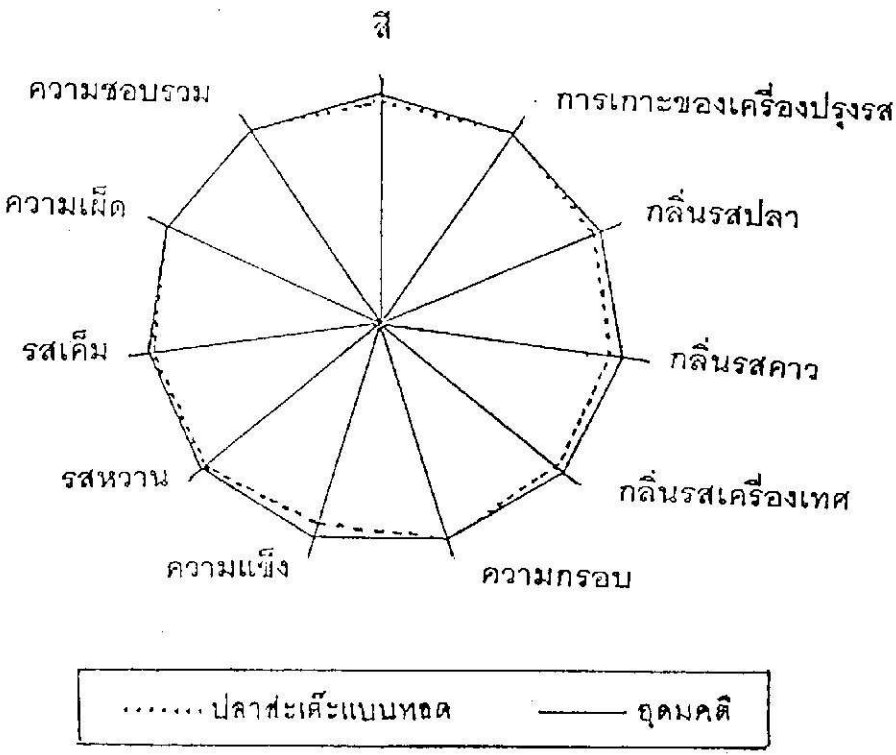
ตารางที่ 21 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด

ปัจจัยคุณภาพ	ค่าอัตราส่วนเฉลี่ย[1]	
	ปลาสะเต๊ะแบบอบ	ปลาสะเต๊ะแบบทอด
สี	0.99 ± 0.08	0.99 ± 0.06
การเกาะของเครื่องปรุงรส	0.98 ± 0.07	1.01 ± 0.04
กลิ่นรสปลา	0.99 ± 0.08	0.98 ± 0.04
กลิ่นรสคาว	1.02 ± 0.06	0.93 ± 0.05**
กลิ่นรสเครื่องเทศ	0.99 ± 0.05	0.98 ± 0.04
ความกรอบ	0.98 ± 0.04	1.00 ± 0.03
ความแข็ง	1.01 ± 0.07	0.93 ± 0.05**
รสหวาน	1.01 ± 0.04	0.99 ± 0.03
รสเค็ม	1.01 ± 0.08	0.99 ± 0.05
ความเผ็ด	1.01 ± 0.06	1.00 ± 0.04
ความชอบรวม	0.99 ± 0.03	1.00 ± 0.06

[1] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน

** มีความแตกต่างกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$)





ภาพที่ 10 เค้าโครงปัจจัยคุณภาพของปลาสะเด็ดแบบอบ และแบบทอด

ตอนที่ 6 สำรวจการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาแล้ว นำมาทดสอบการยอมรับโดยผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน ซึ่งประกอบไปด้วยนักเรียน นักศึกษา และบุคคลทั่วไปในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยทำการสอบถามเพื่อหาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม พฤติกรรมบริโภคอาหารขบเคี้ยว ความชอบในปัจจัยคุณภาพต่างๆของปลาสะเต๊ะ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สีเนื้อสัมผัส รสชาติ ความชอบรวมและการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ ผลการทดลองเป็นดังนี้

ลักษณะทางประชากรศาสตร์

ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคที่ได้ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะเป็นบุคคลในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลาจำนวน 100 คน ประกอบด้วย เพศหญิงและเพศชายในจำนวนที่ใกล้เคียงกันคือ ร้อยละ 51 และ 49 ตามลำดับ ผู้บริโภคส่วนใหญ่คือร้อยละ 76 อายุต่ำกว่า 26 ปี โดยประกอบด้วยนักเรียน และนักศึกษาถึงร้อยละ 70 บุคคลทั่วไปร้อยละ 30 ซึ่งมีอาชีพเป็นข้าราชการ ลูกจ้าง และค้าขาย มีรายได้ต่อเดือนไม่เกิน 4000 บาท ถึงร้อยละ 80 ทั้งนี้เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นนักเรียนและนักศึกษา มีค่าใช้จ่ายสำหรับค่าอาหารขบเคี้ยวต่อสัปดาห์อยู่ในช่วง 10-40 บาท

ทัศนคติและพฤติกรรมการบริโภคอาหารขบเคี้ยว

ผลการตอบแบบสอบถามของผู้บริโภค พบว่ามีความชอบในการบริโภคอาหารขบเคี้ยวสูงถึงร้อยละ 89 และผู้บริโภคร้อยละ 94 เคยรับประทานอาหารขบเคี้ยวประเภทเนื้อสัตว์ ความถี่ในการบริโภคอาหารขบเคี้ยวของผู้บริโภค พบว่าส่วนมากจะบริโภค 2-4 ครั้งต่อสัปดาห์ ในด้านการให้ความสำคัญของคุณค่าทางอาหารของอาหารขบเคี้ยว พบว่าผู้บริโภคให้ความสำคัญต่อคุณค่าทางอาหารในระดับ มาก ปานกลาง และน้อย ร้อยละ 17 64 และ 9 ตามลำดับ และพบว่าผู้บริโภคร้อยละ 10 ไม่ได้คำนึงถึงคุณค่าทางอาหารของอาหารขบเคี้ยว เมื่อพิจารณาถึงเหตุผลในการเลือกซื้ออาหารขบเคี้ยวของผู้บริโภค (ตารางที่ 22) พบว่าผู้บริโภคให้ความสำคัญรสชาติของอาหารขบเคี้ยวมากที่สุด รองลงมาคือคุณค่าทางอาหาร ราคา ความสะดวกในการซื้อ ภาชนะบรรจุ และการโฆษณาจูงใจตามลำดับ นอกจากนี้ผู้บริโภคเลือกที่จะรับประทานอาหารขบเคี้ยวประเภทเนื้อสัตว์มากกว่าประเภทถั่ว และเลือกรับประทานอาหารขบเคี้ยวประเภทแป้ง เป็นอันดับสุดท้าย

ตารางที่ 22 ความสำคัญของเหตุผลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวของผู้บริโภค ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน

คะแนน ความสำคัญ	ความถี่					
	โฆษณาจูงใจ	ราคา	คุณค่าทางอาหาร	ภาชนะบรรจุ	ความสะดวกในการซื้อ	รสชาติ
1= สำคัญมากที่สุด	5	10	25	0	6	47
2= สำคัญมาก	4	21	32	6	14	32
3= สำคัญพอสมควร	5	33	18	10	19	12
4= สำคัญน้อย	5	18	17	25	30	7
5= สำคัญน้อยมาก	22	14	3	39	20	2
6= สำคัญน้อยที่สุด	59	4	5	20	11	0
คะแนนรวม*	514	317	254	377	377	183

* คำนวณจาก ความถี่ x ระดับคะแนนความสำคัญ

ทัศนคติและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ

ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ทำการพัฒนาขึ้นประกอบด้วย 2 แบบ กล่าวคือ แบบทอด และแบบอบ ผลการสอบถามทัศนคติและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 แบบ ซึ่งสรุปผลได้ดังนี้

ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ

ผลการทดสอบความชอบผลิตภัณฑ์โดยการให้คะแนนความชอบ (Hedonic scale) 5 ระดับคะแนน ปรากฏว่าผู้บริโภคมีความชอบใน ลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัสในระดับเฉยๆ รสชาติและความชอบรวมในระดับชอบ โดยมีคะแนนเฉลี่ยตามลำดับดังต่อไปนี้ 3.12 3.03 3.12 3.51 และ 3.52 การยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบอยู่ในระดับปานกลางและระดับสูง ร้อยละ 57 และ 26 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชอบรวมกับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คือ ลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส รสชาติ พบว่า ทุกปัจจัยคุณภาพที่กล่าวข้างต้น มีความสัมพันธ์กับความชอบรวมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P>0.01) (ตารางที่ 23 ก)

ตารางที่ 23 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าคะแนนความชอบในปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ(ก) และแบบทอด(ข) ของผู้บริโภค จำนวน 100 คน

(ก)

	ลักษณะปรากฏ	สี	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
ลักษณะปรากฏ	1.000				
สี	0.387**	1.000			
เนื้อสัมผัส	0.349**	0.258**	1.000		
รสชาติ	0.373**	0.294**	0.270*	1.000	
ความชอบรวม	0.586**	0.361**	0.548**	0.567**	1.000

(ข)

	ลักษณะปรากฏ	สี	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
ลักษณะปรากฏ	1.000				
สี	0.342**	1.000			
เนื้อสัมผัส	0.494**	0.347**	1.000		
รสชาติ	0.318**	0.232*	0.671**	1.000	
ความชอบรวม	0.545**	0.429**	0.770**	0.693**	1.000

* มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

** มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (p>0.01)

ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอด

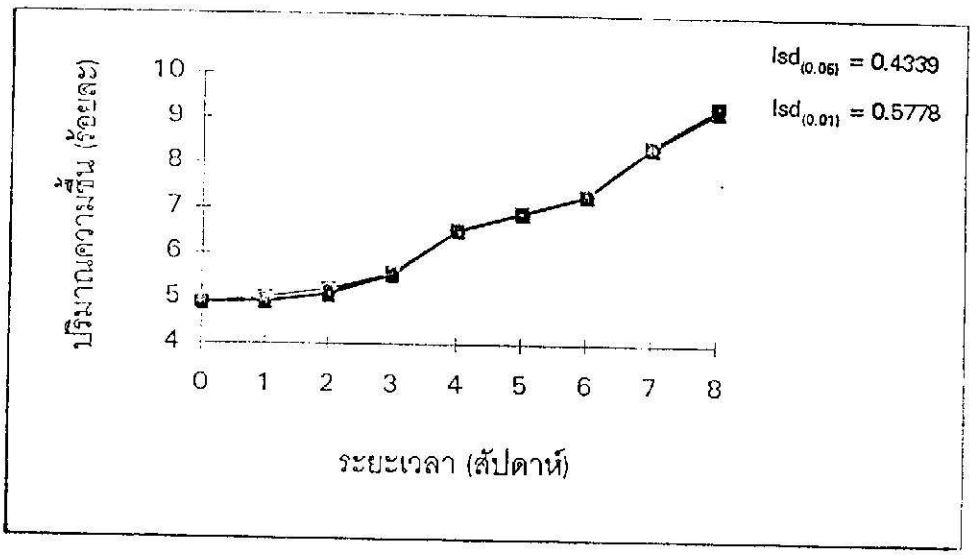
ผลการทดสอบความชอบผลิตภัณฑ์โดยการให้คะแนนความชอบ (Hedonic scale) 5 ระดับ พบว่าความชอบของผู้บริโภคใน ลักษณะปรากฏ และกลิ่นในระดับเฉยๆ เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมในระดับชอบ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 3.47 3.32 3.67 3.82 และ 3.88 ตามลำดับ การยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอดของผู้บริโภคอยู่ในระดับปานกลางร้อยละ 50 และยอมรับในระดับมากร้อยละ 39 ซึ่งเมื่อนำคะแนนความชอบในปัจจัยคุณภาพต่างๆ มาวิเคราะห์สหสัมพันธ์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชอบรวมกับลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส และรสชาติ ได้ผลแสดงดังตารางที่ 23 ข พบว่าทุกปัจจัยคุณภาพมีความสัมพันธ์กับความชอบรวมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P>0.01)

ตอนที่ 7 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่ต่างกัน

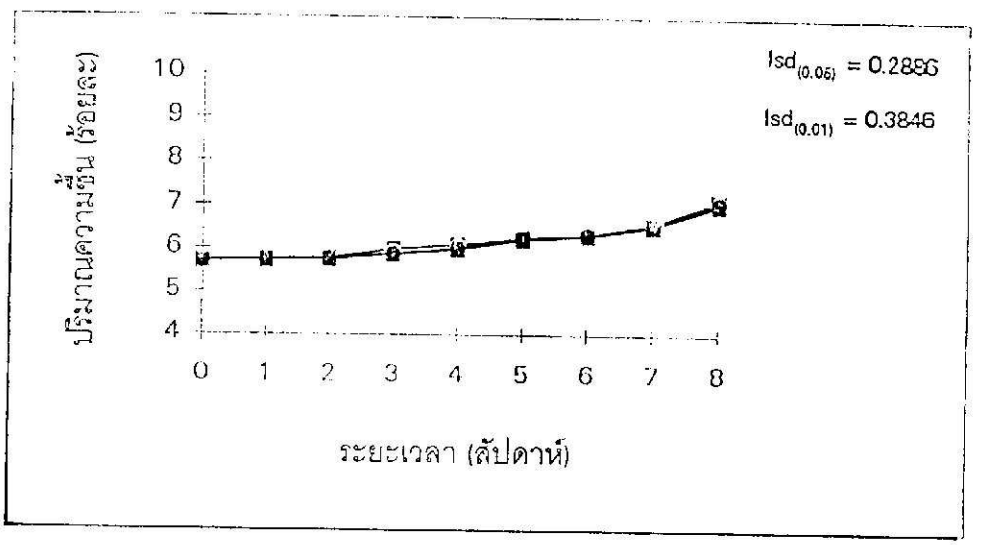
การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด ซึ่งผ่านการพัฒนาแล้วในถุงพลาสติกขนาด 7 x 6 ตารางนิ้ว 3 แบบ คือถุงโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงมี ความหนา 0.04 มิลลิเมตร ถุงโพลีโพรปิลีนมีความหนา 0.04 มิลลิเมตร และถุงโพลีโพรปิลีนมีความหนา 0.075 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิห้อง และประเมินคุณภาพ ทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้งสองแบบ ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสัปดาห์ที่ 8 ได้ผลดังนี้คือ

7.1 คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี

ปริมาณความชื้น การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ แสดงดังภาพที่ 11 พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้งแบบอบและแบบทอดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P>0.01$) คือปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้งแบบอบและแบบทอดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แต่พบว่าปริมาณความชื้นของปลาสะเต๊ะทั้งแบบอบและแบบทอด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร มีแนวโน้มสูงกว่าที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิดอื่นๆ รองลงมาคือถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร และถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงตามลำดับ แม้ว่าฟิล์มพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง และโพลีโพรปิลีนมีคุณสมบัติที่ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี แต่ไอน้ำยังมีโอกาสซึมผ่านเข้าไปได้ โดยที่ฟิล์มพลาสติกชนิดโพลีโพรปิลีนมีคุณสมบัติที่ยอมให้มีการซึมผ่านของไอน้ำสูงกว่าฟิล์มพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, 2533) และฟิล์มพลาสติกชนิดเดียวกัน คือ โพลีโพรปิลีนที่มีความหนาแน่นต่างกัน พบว่าแม้ว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกัน แต่มีแนวโน้มว่าถุงที่มีความหนามากกว่าสามารถป้องกันการซึมผ่านไอน้ำได้สูงกว่า และพบว่าปลาสะเต๊ะแบบอบในทุกภาชนะบรรจุมีปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา จะแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เริ่มต้น เมื่อถึงอายุการเก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 5 สำหรับปลาสะเต๊ะแบบทอด ทั้งนี้อาจเนื่องจากปลาสะเต๊ะแบบทอดมีไขมันเป็นองค์ประกอบสูง ซึ่งไขมันที่เคลือบผิวหน้าผลิตภัณฑ์จะช่วยป้องกันความชื้นเข้าสู่ผลิตภัณฑ์



ก

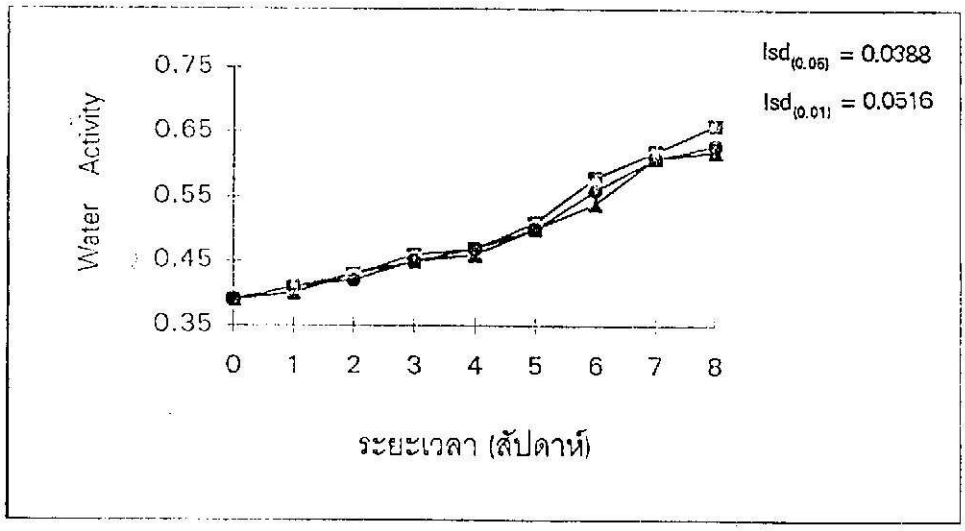


ข

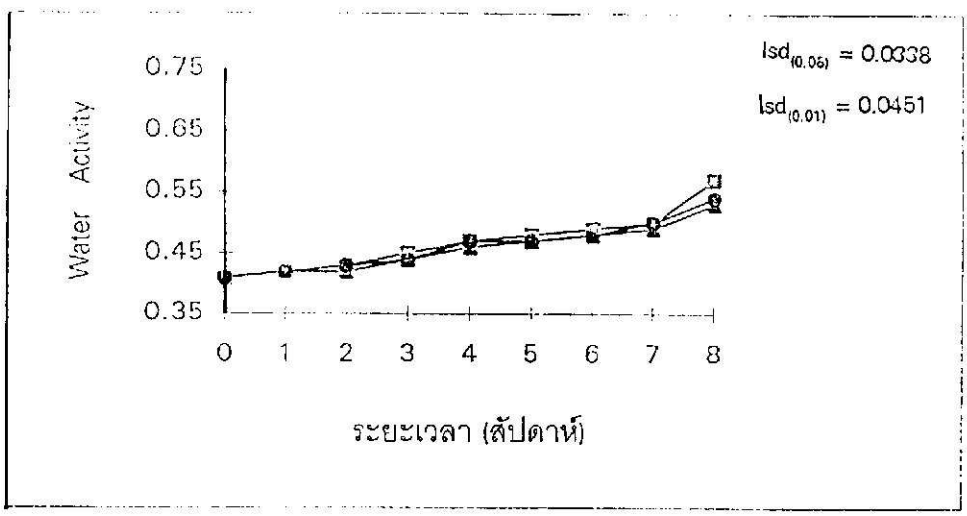
ภาพที่ 11 ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ระหว่างการเก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง (▲) โพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร (□) และโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร (●)

ค่า Aw การเปลี่ยนแปลงค่า Aw ระหว่างการเก็บรักษาปลาสะเต๊ะแบบอบ ในภาชนะบรรจุ 3 แบบ พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่า Aw อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ภาพที่ 12 ก) โดยที่ค่า Aw เริ่มต้นมีค่า 0.39 และเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในทุกภาชนะบรรจุ และเริ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไป จนกระทั่งสัปดาห์ที่ 8 มีค่าในช่วง 0.62-0.66 และพบว่าความแตกต่างของภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า Aw อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่า Aw ของปลาสะเต๊ะแบบทอดระหว่างการเก็บรักษา พบว่าผลการทดลองเป็นไปทำนองเดียวกันกับปลาสะเต๊ะแบบอบ (ภาพที่ 12 ข) คือระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่า Aw อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P>0.01$) โดยค่า Aw เริ่มต้น มีค่า 0.41 และเพิ่มขึ้นในทุกภาชนะบรรจุเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น โดยเริ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไป สำหรับถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร และตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 สำหรับถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร และถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง จนกระทั่งในสัปดาห์ที่ 8 ค่า Aw ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บในภาชนะบรรจุทั้ง 3 แบบ อยู่ในช่วง 0.52-0.57 ซึ่งเป็นระดับที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ และพบว่าความแตกต่างของภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า Aw อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ค่าทีบีเอ การเปลี่ยนแปลงค่าทีบีเอของปลาสะเต๊ะแบบอบระหว่างการเก็บรักษาพบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่าทีบีเออย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) คือค่าทีบีเอเริ่มต้นมีค่า 0.91 มิลลิกรัมมาโลนอัลดีไฮด์/กิโลกรัมตัวอย่าง ค่าทีบีเอเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ถึงสัปดาห์ที่ 6 หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และจะเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา จนถึงสัปดาห์ที่ 8 ดังภาพที่ 13 ก โดยเริ่มมีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไปสำหรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน และตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 สำหรับผลิตภัณฑ์บรรจุถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีนทั้ง 2 แบบ แต่ทั้งนี้ก็พบว่าภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าทีบีเออย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าทีบีเอของปลาสะเต๊ะแบบทอดระหว่างการเก็บรักษา พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่าทีบีเออย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P>0.01$) กล่าวคือมีค่า 1.11 มิลลิกรัมมาโลนอัลดีไฮด์/กิโลกรัมตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 0 และมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษาจนถึงสัปดาห์ที่ 8 (ภาพที่ 13 ข) โดยเริ่มมีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) กับค่าทีบีเอในสัปดาห์ที่ 0 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไป สำหรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน และสัปดาห์ที่ 3 สำหรับที่บรรจุถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีน ทั้ง 2 แบบ แต่ก็พบว่าภาชนะบรรจุที่ต่างกันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าทีบีเออย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์ในทุกภาชนะบรรจุเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่

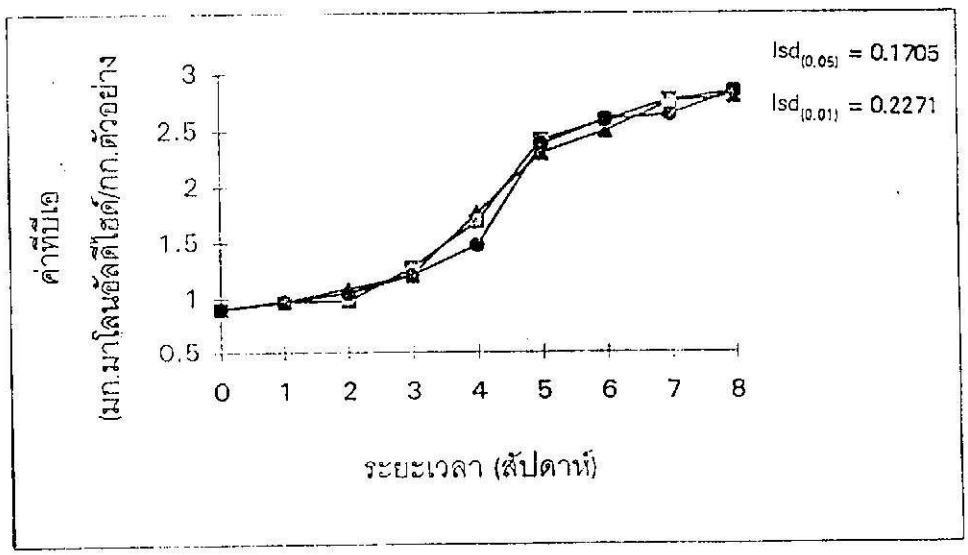


ก

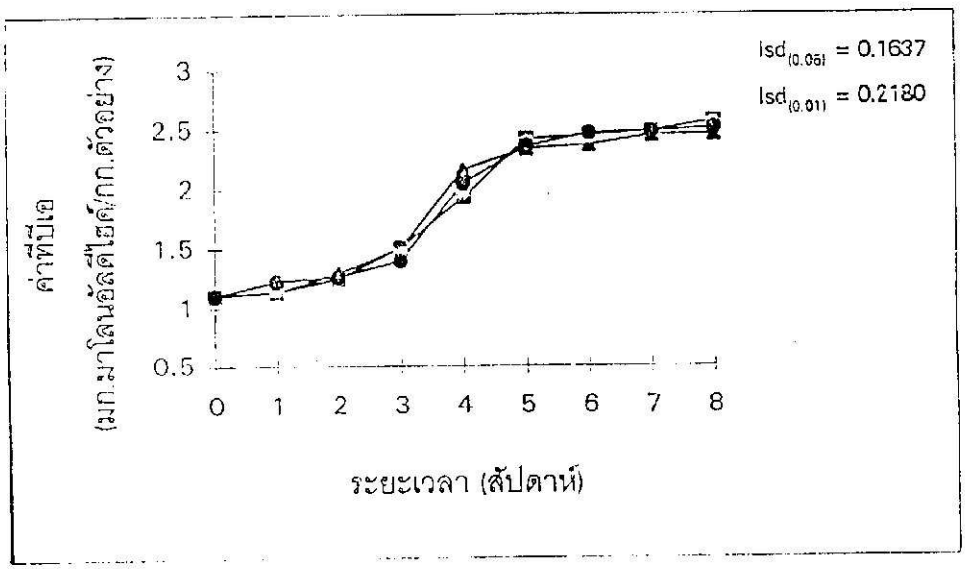


ข

ภาพที่ 12 ค่า Water Activity ของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ระหว่างการเก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง (▲) โพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร (□) และโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร (●)



ก



ข

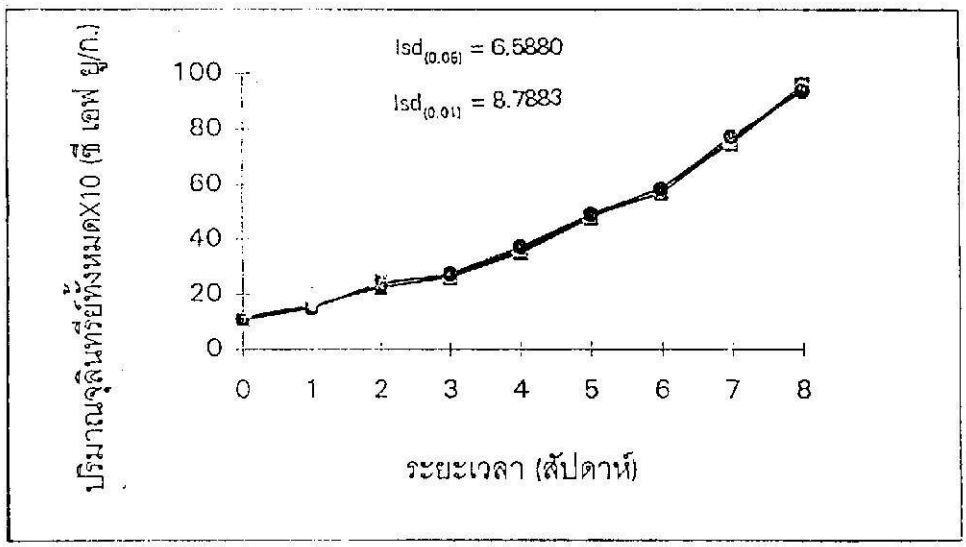
ภาพที่ 13 ค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ระหว่างการเก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง (▲) โพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร (□) และโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร (●)

สัปดาห์ที่ 2 ถึงสัปดาห์ที่ 5 หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 8 นั่นคือเมื่อค่า Aw เพิ่มขึ้น ค่าทีบีเอก็เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันกับการเปลี่ยนแปลงในปลาสะเต๊ะแบบอบ

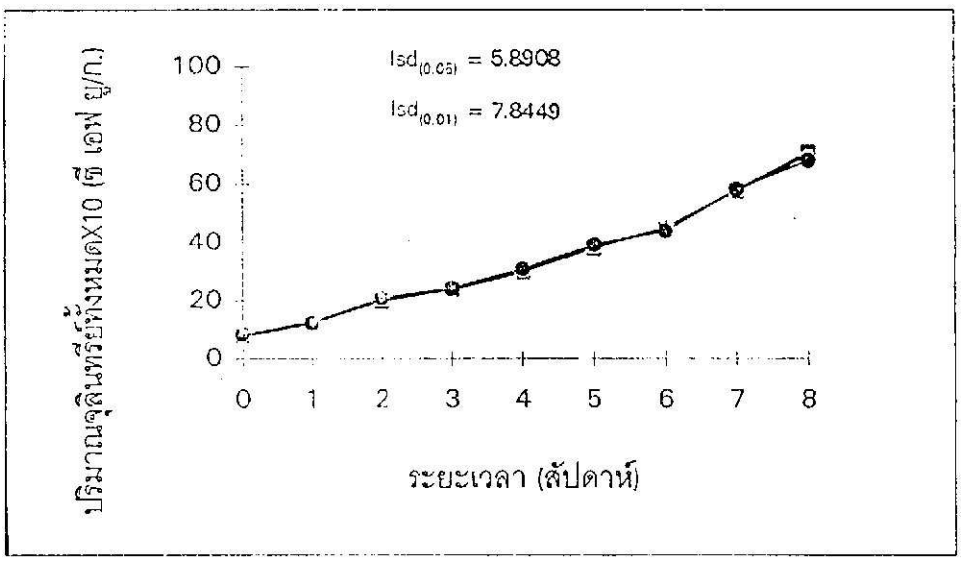
ค่าทีบีเอเป็นดัชนีบ่งบอกถึงการเกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบ อันเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นเมื่อผลิตภัณฑ์มีค่า Aw มากกว่า 0.4 ทั้งนี้เนื่องจากค่า Aw มากขึ้นเมื่อปริมาณน้ำในอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้โลหะซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเกิดการกระจายตัวได้ดีขึ้น ทำให้เร่งปฏิกิริยาได้ดีขึ้น เหตุผลอีกประการหนึ่งคือ เมื่อความชื้นเพิ่มขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการพองตัวมากกว่าเดิม เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวทำให้สัมผัสกับอากาศได้มากขึ้น ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีขึ้น และประการสุดท้ายคือ ความชื้นในผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นทำให้โครงสร้างของอาหารนุ่มลง ไขมันจะแทรกตัวออกมาลอยตัวที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ทำให้สัมผัสกับอากาศมากขึ้น ซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้มากขึ้น (Labuza, 1970) จากผลการทดลอง ค่าทีบีเอของปลาสะเต๊ะแบบทอดเพิ่มขึ้นน้อยกว่าปลาสะเต๊ะแบบอบ เนื่องจากมีปริมาณขิงในสูตรเครื่องปรุงรสสูงกว่า ทั้งนี้สารประเภทฟีนอลในขิงซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารกันหืน ช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (พยอม ตันติวัฒน์, 2521)

7.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์

จากผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงด้านจุลินทรีย์น้อยมาก กล่าวคือ พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม (ภาพที่ 14) เชื้อราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม และตรวจไม่พบ E. coli กับ Staphylococcus aureus ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา โดยพบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณเชื้อราจะเพิ่มขึ้นในปริมาณที่น้อยมาก ทั้งนี้เนื่องจากว่าปลาสะเต๊ะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นและค่า Aw ต่ำ ไม่เหมาะต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ โดยพบว่าค่า Aw ที่ต่ำกว่า 5.0 จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ โดยทั่วไปแบคทีเรียจะหยุดการเจริญเติบโตเมื่อค่า Aw น้อยกว่า 0.88 แต่เชื้อราจะทนสภาพแห้งได้ดีกว่าแบคทีเรีย คือส่วนใหญ่จะหยุดเจริญที่ค่า Aw 0.70 (Christensen and Kaufman, 1974) ค่า Aw ที่เหมาะสมกับการเจริญของ Staphylococcus aureus และ E. coli คือ 0.990-0.995 และ 0.995 ตามลำดับ (Frazier and Westhoff, 1979)



ก



ข

ภาพที่ 14 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ระหว่างการเก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง (▲) โพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร (□) และโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร (●)

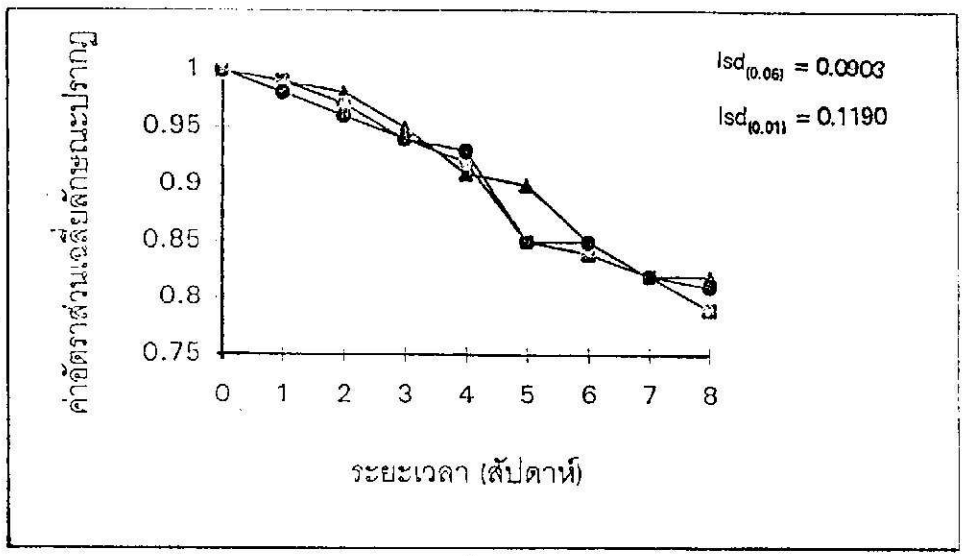
7.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาสะเต๊ะทั้งแบบอบและแบบทอดที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุทั้ง 3 แบบโดยวิธีเรโซโพรไฟล์ในทุกๆ สัปดาห์ โดยเทียบกับผลิตภัณฑ์เริ่มต้นตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 8 สัปดาห์ ในปัจจัยคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรสเครื่องเทศ กลิ่นหืน ความกรอบ รสชาติ และการยอมรับรวมโดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนแล้วจำนวน 10 คน ซึ่งให้ผลการทดลองดังนี้

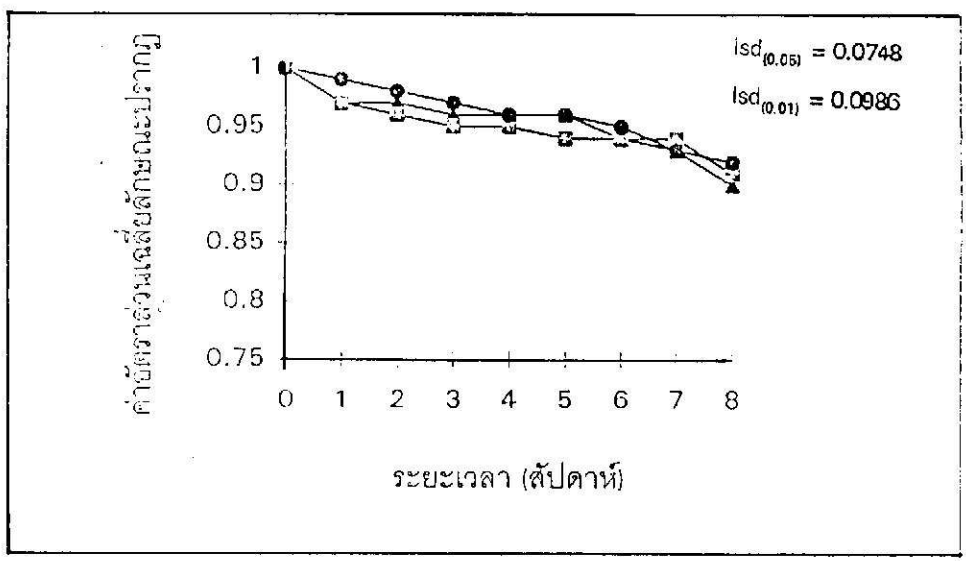
ลักษณะปรากฏ

การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด ได้แก่ สี และการเกาะของเครื่องปรุงรสในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อ ลักษณะปรากฏของปลาสะเต๊ะแบบอบอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P>0.01$) กล่าวคือค่าอัตราส่วนเฉลี่ยมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 15 ก) และพบว่าปลาสะเต๊ะที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงมีค่าอัตราส่วนเฉลี่ยแตกต่างกับค่าในสัปดาห์ที่ 0 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5 เป็นต้นไป ส่วนที่เก็บรักษาในพลาสติกโพลีโพรปิลีนทั้ง 2 แบบ มีค่าอัตราส่วนเฉลี่ยแตกต่างกับค่าเริ่มต้น ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 เป็นต้นไป แต่ทั้งนี้ก็พบว่าความแตกต่างของชนิดภาชนะบรรจุ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และพบว่าระยะเวลาเก็บรักษามีผลต่อลักษณะปรากฏของปลาสะเต๊ะแบบทอดอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ดังภาพที่ 15 ข นอกจากนี้พบว่าภาชนะบรรจุที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของปลาสะเต๊ะแบบทอดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของปลาสะเต๊ะแบบอบ เกิดขึ้นเร็วกว่าปลาสะเต๊ะแบบทอด เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น และค่า Aw ในปลาสะเต๊ะแบบอบมากกว่าปลาสะเต๊ะแบบทอด ค่า Aw เพิ่มขึ้นทำให้การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเพิ่มสูงขึ้น (Labuza *et al.*, 1970) ซึ่งมีผลต่อความเข้มของสีของผลิตภัณฑ์ ลักษณะปรากฏของปลาสะเต๊ะจึงเปลี่ยนไปจากเดิม



ก



ข

ภาพที่ 15 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ปลาสะเด็ดแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ระหว่างการเก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (▲) โพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร (□) และโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร (●)

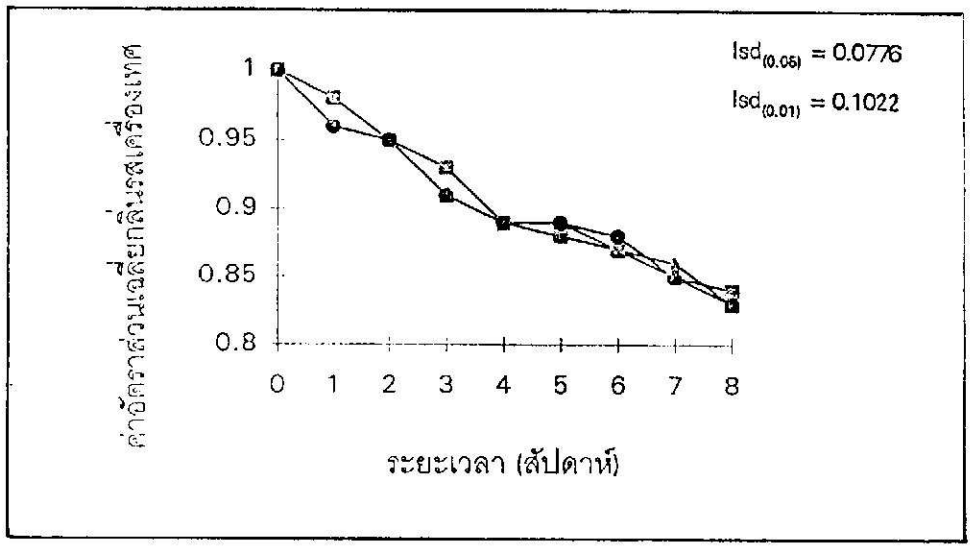
กลิ่นรสเครื่องเทศ

ระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสเครื่องเทศของปลาสะเต๊ะแบบทอดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) คือค่าอัตราส่วนเฉลี่ยจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ดังภาพที่ 16 (ก) ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง และถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร มีค่าอัตราส่วนเฉลี่ยแตกต่างกับค่าเริ่มต้น ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 4 เป็นต้นไป สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร พบว่าความแตกต่างของชนิดภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสเครื่องเทศของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสเครื่องเทศของปลาสะเต๊ะแบบทอดพบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสเครื่องเทศอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) กล่าวคือค่าอัตราส่วนเฉลี่ยจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 16 ข) ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง และถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตรมีค่าอัตราส่วนเฉลี่ยแตกต่างกับค่าเริ่มต้น ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 5 เป็นต้นไป สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร โดยพบว่าความแตกต่างของชนิดภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสเครื่องเทศของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) เช่นเดียวกับปลาสะเต๊ะแบบอบ

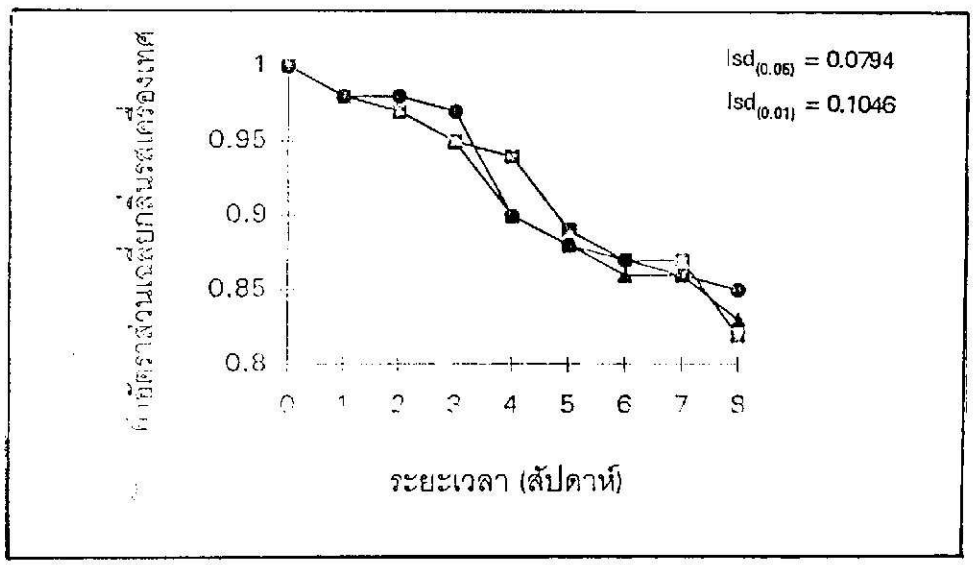
กลิ่นรสเครื่องเทศของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้ง 2 แบบอ่อนลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากว่าทั้งฟิล์มโพลีเอทิลีนและฟิมล์โพลีโพรปิลีนมีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของกาซได้ต่ำ (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, 2533) ซึ่งอาจทำให้กลิ่นรสเครื่องเทศซึมผ่านออกไปพร้อมกับอากาศได้ รวมทั้งกลิ่นรสเครื่องเทศอาจถูกกลบด้วยกลิ่นหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้น

กลิ่นหืน

การเปลี่ยนแปลงกลิ่นหืนของปลาสะเต๊ะแบบอบในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นหืนอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) กล่าวคือค่าอัตราส่วนเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 17 ก) โดยจะมีความแตกต่างกับค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไปในทุกภาชนะบรรจุ และพบว่าความแตกต่างของภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นหืนอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ส่วนปลาสะเต๊ะแบบทอดพบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นหืนอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) โดยค่าอัตราส่วนเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 17 ข) โดยที่

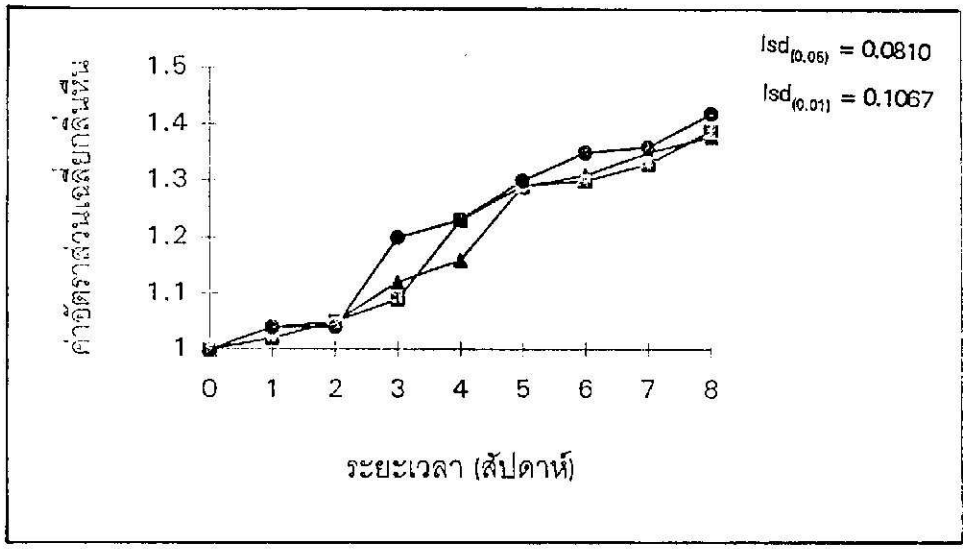


ก

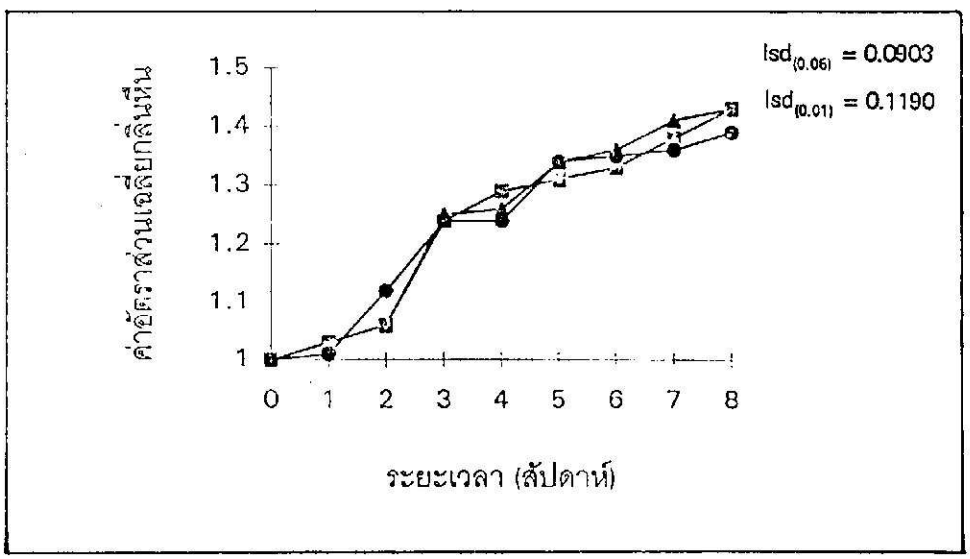


ข

ภาพที่ 16 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยกลิ่นรสเครื่องเทศของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ระหว่างการเก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (▲) โพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร (□) และโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร (●)



ก



ข

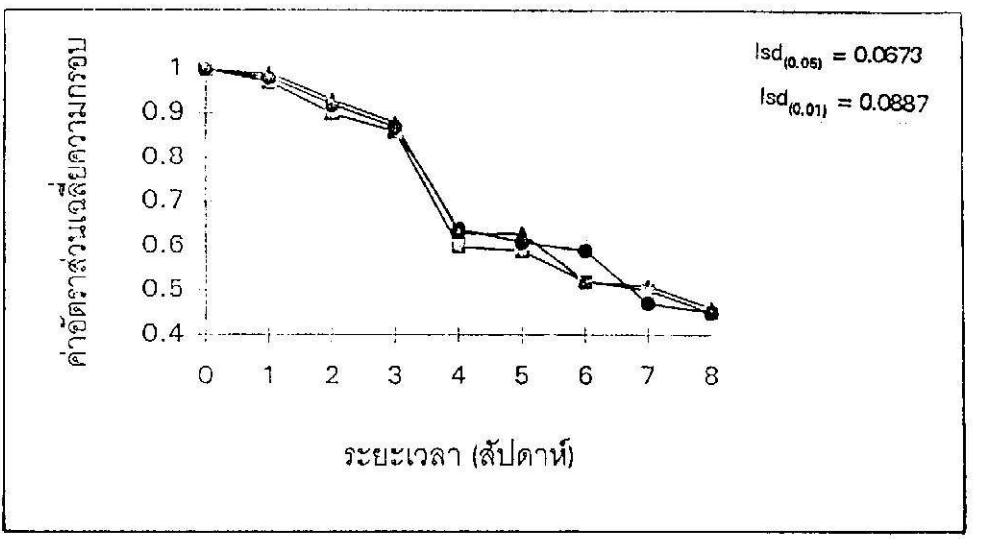
ภาพที่ 17 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ปลาสะเด็ดแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ระหว่างการเก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (▲) โพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร (□) และโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร (●)

จะมีความแตกต่างกับค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไป สำหรับภาชนะบรรจุทั้ง 3 ชนิด และเช่นเดียวกันกับปลาสะเต๊ะแบบอบที่ความแตกต่างของภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อกลิ่นหืนอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) การเปลี่ยนแปลงกลิ่นหืนของของปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดที่บรรจุทั้ง 3 แบบ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่าทีบีเอที่ได้กล่าวถึงแล้วข้างต้น อันเป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์

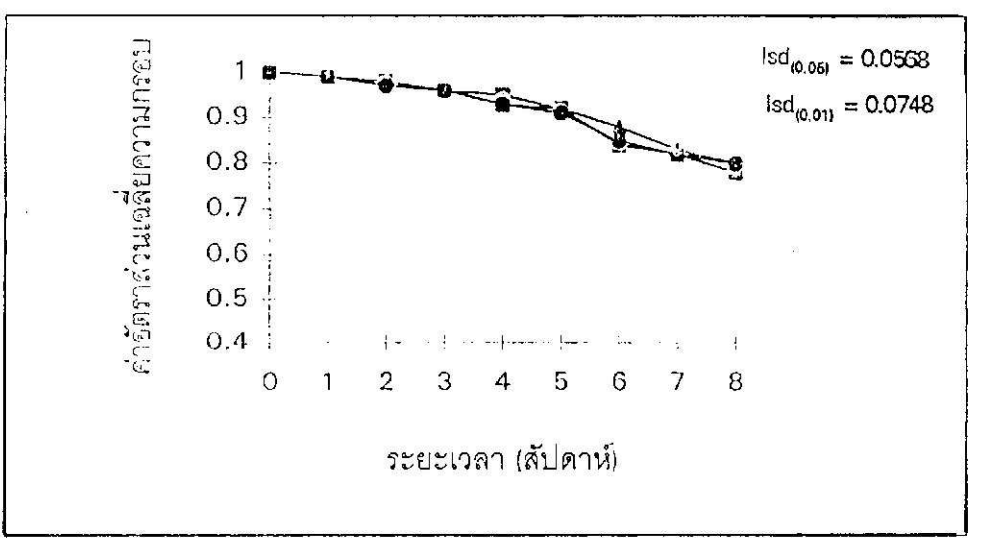
ความกรอบ

การเปลี่ยนแปลงความกรอบของปลาสะเต๊ะแบบอบในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อความกรอบของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P>0.01$) โดยพบว่าค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของความกรอบมีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น และผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในภาชนะทั้ง 3 แบบ เริ่มมีค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของความกรอบแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) กับค่าเริ่มต้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไป และมีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 18 ก) โดยที่ภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความกรอบของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนปลาสะเต๊ะแบบทอด พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความกรอบของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งเช่นกัน ($P>0.01$) กล่าวคือค่าอัตราส่วนเฉลี่ยมีค่าลดลงตามระยะเวลาเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 18 ข) โดยพบว่าความกรอบของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในภาชนะบรรจุทั้ง 3 แบบ เริ่มมีค่าอัตราส่วนเฉลี่ยแตกต่างกับค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 เป็นต้นไป และความแตกต่างของภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความกรอบของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ความกรอบของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้ง 2 แบบลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เป็นผลเนื่องมาจากปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งความกรอบของปลาสะเต๊ะแบบอบจะลดลงเร็วกว่าปลาสะเต๊ะแบบทอด ซึ่งสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้นในปลาสะเต๊ะ กล่าวคือความชื้นของปลาสะเต๊ะแบบอบเพิ่มขึ้นเร็วและมากกว่าการเพิ่มขึ้นของความชื้นในปลาสะเต๊ะแบบทอด ทำให้ความกรอบลดลงมากกว่า และแม้ว่าความแตกต่างของภาชนะบรรจุมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความกรอบของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้ง 2 แบบอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่มีแนวโน้มว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเท่ากัน ความกรอบของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงจะสูงที่สุด รองลงมาคือถุงพลาสติกโพลีโพรปีลีน ความหนา 0.075 มิลลิเมตรและความหนา 0.04 มิลลิเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นผลมาจากคุณสมบัติความสามารถในการซึมผ่านของความชื้นของฟิล์มพลาสติกเหล่านี้ ดังได้กล่าวแล้วข้างต้นนั่นเอง



ก



ข

ภาพที่ 18 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยความกรอบของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ระหว่างการเก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (▲) โพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร (□) และโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร (●)

รสชาติ

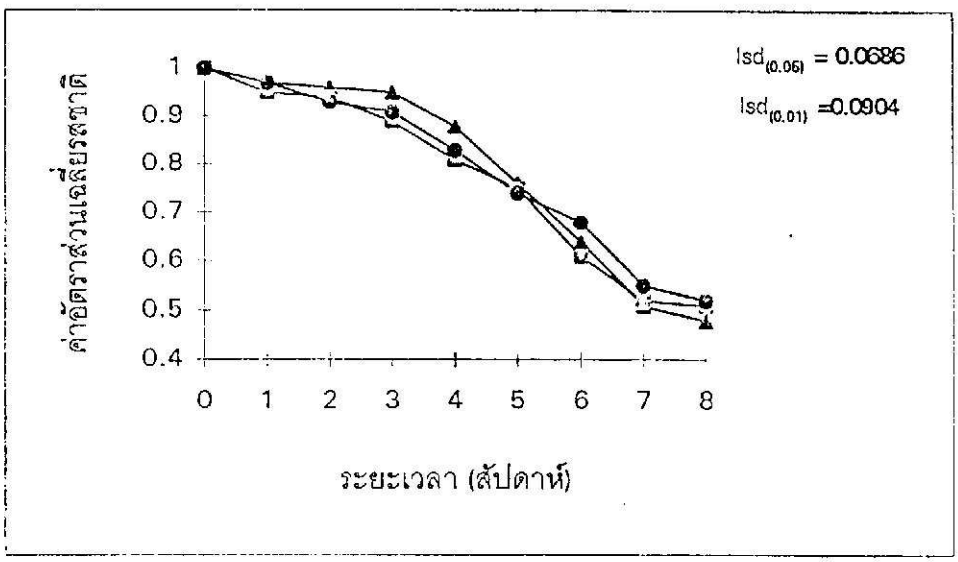
การเปลี่ยนแปลงรสชาติ ได้แก่ รสหวาน รสเค็ม และความเผ็ดปลาสะเต๊ะแบบอบ พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรสชาติของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P>0.01$) โดยที่ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 19 ก) ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงเริ่มมีรสชาติแตกต่างจากเริ่มต้น ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไปสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีนทั้ง 2 แบบ แต่ทั้งนี้ก็พบว่าภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรสชาติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) สำหรับปลาสะเต๊ะแบบทอด พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรสชาติของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P>0.01$) เช่นเดียวกับปลาสะเต๊ะแบบอบ โดยค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของรสชาติลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 19 ข) และรสชาติของผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงแตกต่างไปจากผลิตภัณฑ์เริ่มต้น ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 เป็นต้นไปในภาชนะบรรจุทุกชนิด และพบว่าความแตกต่างของภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรสชาติของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

การเปลี่ยนแปลงรสชาติของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้งแบบอบและแบบทอดเกิดขึ้นเนื่องจากผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสเครื่องเทศ กลิ่นหืน ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีผลให้รสชาติของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

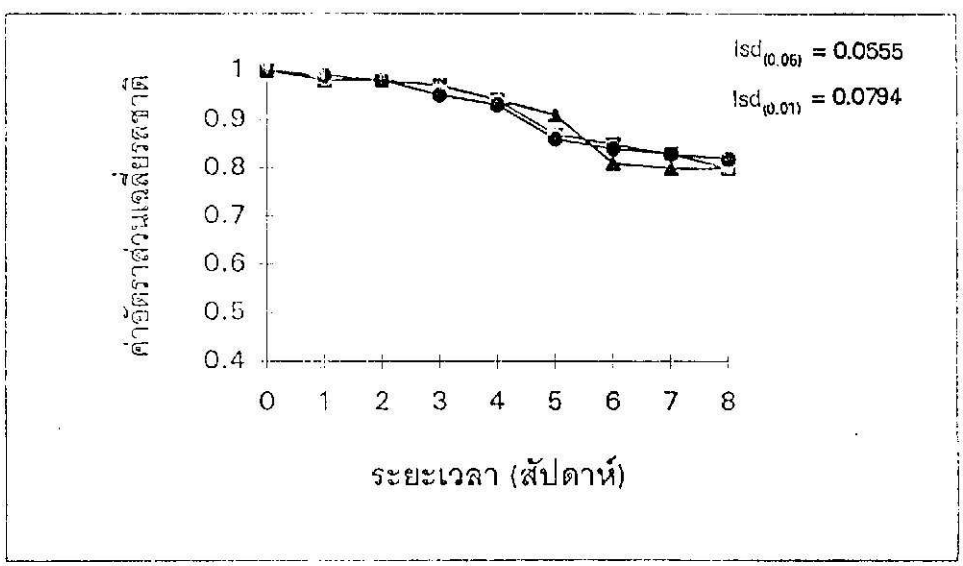
การยอมรับรวม

ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการยอมรับรวมของปลาสะเต๊ะแบบอบอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P>0.01$) คือค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของการยอมรับรวมลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 20 ก) โดยที่มีความแตกต่างจากค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ ในภาชนะบรรจุทั้ง 3 ชนิด และความแตกต่างของภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อการยอมรับรวมผลิตภัณฑ์เริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แต่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไป ทั้งนี้เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านอื่นๆ ดังกล่าวแล้วข้างต้น อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงค่าอัตราส่วนเฉลี่ย พบว่ายังคงมีการยอมรับผลิตภัณฑ์จนถึงสัปดาห์ที่ 5 ของการเก็บรักษา ส่วนปลาสะเต๊ะแบบทอดนั้น พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P>0.01$) กล่าวคือค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของการยอมรับจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 20 ข) ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยคุณภาพต่างๆ ดังกล่าวแล้วข้างต้น โดยที่มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) กับค่าเริ่มต้น ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไปในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในภาชนะทั้ง 3 แบบ แต่พบว่าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์จนกระทั่งสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 8 ของการเก็บรักษา ซึ่งเป็นเพราะว่าแม้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยคุณภาพต่างๆแต่บางปัจจัยคุณภาพที่สำคัญ ได้แก่ รสชาติ และความกรอบ

ของผลิตภัณฑ์ยังคงมีค่าอัตราส่วนเฉลี่ยที่สูง และพบว่าความแตกต่างของภาชนะบรรจุมีผลต่อการยอมรับรวมอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05)

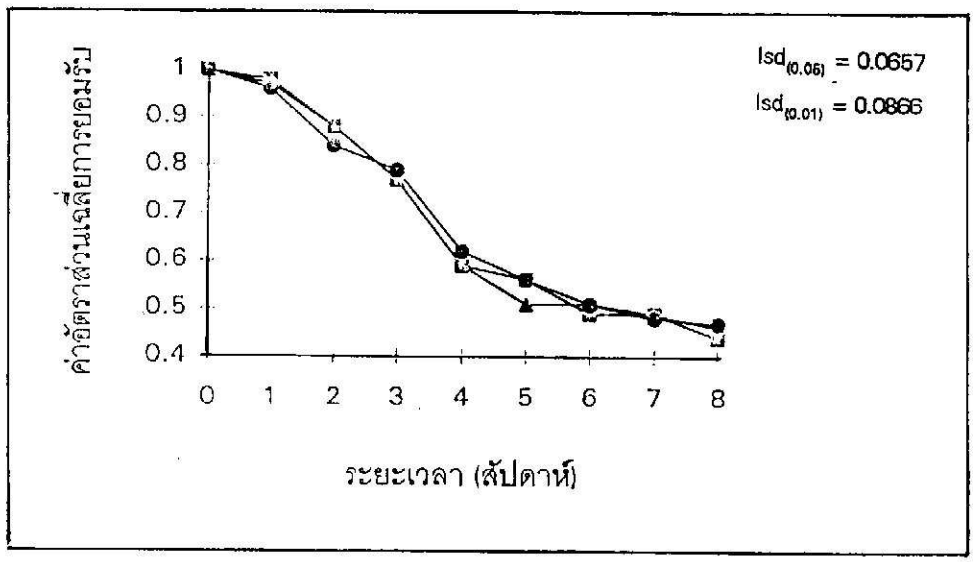


ก

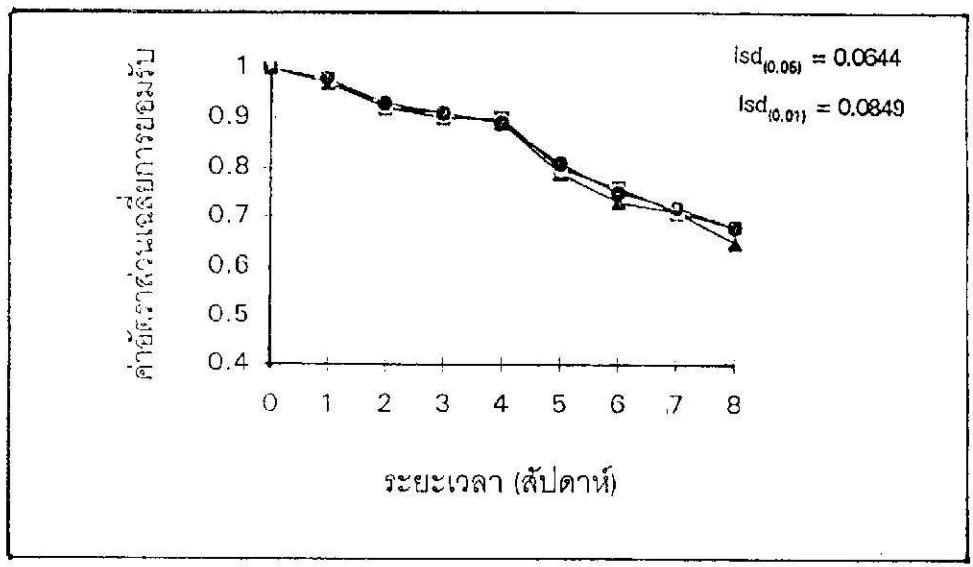


ข

ภาพที่ 19 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยรสชาติของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ระหว่างการเก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (▲) โพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร (□) และโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร (●)



ก



ข

ภาพที่ 20 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ปลาสะเด็ดแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ระหว่างการเก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (▲) โพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร (□) และโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร (●)

การคัดเลือกชนิดภาชนะบรรจุ

จากผลการทดลองการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุงพลาสติกทั้ง 3 ชนิด เป็นวลา 8 สัปดาห์ พบว่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดในระหว่างการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จึงแนะนำว่าควรเลือกถุงพลาสติกโพลีโพรปีลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร เพื่อใช้บรรจุผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้งแบบอบและแบบทอด ทั้งนี้เนื่องจากว่าลักษณะของผลิตภัณฑ์มีความกรอบและบางส่วนมีความแข็ง ซึ่งสามารถทิ่มแทงภาชนะบรรจุทำให้ฉีกขาดได้ จึงควรใช้ฟิล์มพลาสติกที่ค่อนข้างหนา และข้อดีของฟิล์มพลาสติกที่ค่อนข้างหนาอีกประการหนึ่ง คือมีความคงตัวกว่าพลาสติกที่บาง ซึ่งจะช่วยเน้นให้ลักษณะผลิตภัณฑ์มีค่ายิ่งขึ้น

ตอนที่ 8 การประเมินต้นทุนวัตถุดิบการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด

ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด ในการทดลองครั้งนี้ประเมินจากค่าวัตถุดิบ อันได้แก่ ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ น้ำมันพืชและเครื่องปรุงรส แต่ทั้งนี้ไม่ได้รวมค่าพลังงาน ค่าเครื่องมือ อุปกรณ์ ค่าเสื่อมราคาและค่าแรงงาน ดังนี้คือ

ต้นทุนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ประกอบด้วย

วัตถุดิบ	ราคา (บาทต่อกิโลกรัม)
ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ	40
น้ำมันพืช	30
ขิง	625
พริกไทยป่น	212
พริกขี้หนูป่น	212
เกลือป่น	10
น้ำตาล	13
ซอสถั่วเหลือง	23
ผงชูรส	50

การคำนวณต้นทุนส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ปลาข้างเหลืองแบบผีเสื้อ 2 กิโลกรัม ได้ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ 525 กรัม และปลาสะเต๊ะแบบทอด 600 กรัม ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมของวัตถุดิบชนิดต่างๆ ดังตารางที่ 24 และ 25

ตารางที่ 24 การคำนวณต้นทุนส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์

ส่วนประกอบ	ปลาสะเต๊ะแบบอบ		ปลาสะเต๊ะแบบทอด	
	ปริมาณ (กรัม)	มูลค่า(บาท)	ปริมาณ (กรัม)	มูลค่า(บาท)
ปลาข้างเหลืองแล่	2000	80	2000	80
น้ำมันพืช	-	-	500	15
ขิงป่น	10	6.25	20	12.5
พริกไทยป่น	3	0.64	3	0.64
พริกขี้หนูป่น	1.3	0.28	1.3	0.28
น้ำตาล	29	0.38	29	0.38
ซอสถั่วเหลือง	12.4	0.29	12.4	0.29
ผงชูรส	2	0.10	2	0.10
รวม	87.94 (167.50)*		102.94 (171.57)*	

*ต้นทุนต่อผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ตารางที่ 25 ต้นทุนการผลิตปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด (บาทต่อกิโลกรัมของผลิตภัณฑ์)

ต้นทุน	ปลาสะเต๊ะแบบอบ	ปลาสะเต๊ะแบบทอด
วัตถุดิบ	167.50 (99.26)	171.57 (99.28)
ภาชนะบรรจุ	1.25 (0.74)	1.25 (0.72)
รวม	168.75 (100.00)	172.82 (100.00)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บคิดเป็นร้อยละ

ต้นทุนวัตถุดิบ วัตถุดิบที่ใช้ผลิตปลาสะเต๊ะประกอบด้วยปลาข้างเหลืองซึ่งอยู่ในรูปปลาแล่แบบผีเสื้อแช่เยือกแข็ง น้ำมันพืช ขิงป่น พริกไทยป่น พริกขี้หนูป่น เกลือ น้ำตาล ซอสถั่วเหลือง ผงชูรส จากการคำนวณพบว่าต้นทุนวัตถุดิบสำหรับผลิตปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดหนึ่งกิโลกรัม มีค่า 167.50 และ 171.57 บาท ตามลำดับจะเห็นว่าต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตปลาสะเต๊ะแบบทอดสูงกว่า

ปลาสะเต๊ะแบบอบเนื่องจากใช้ขิงในสูตรเครื่องปรุงรสเป็นปริมาณ 2 เท่าของปริมาณขิงที่ใช้กับปลาสะเต๊ะแบบอบ รวมทั้งเพิ่มรายจ่ายค่าน้ำมันสำหรับทอดอีกด้วย

ต้นทุนภาชนะบรรจุ ภาชนะบรรจุที่คัดเลือกเพื่อบรรจุผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะคือถุงโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร โดยพบว่าถุงชนิดนี้ขนาด 7x6 ตารางนิ้ว น้ำหนัก 1 กิโลกรัมมีจำนวนประมาณ 200 ใบ ราคากิโลกรัมละ 25 บาท ปลาสะเต๊ะ 1 กิโลกรัม ใช้ถุงบรรจุ 10 ใบ คิดเป็นมูลค่าภาชนะบรรจุ 1.25 บาท หรือร้อยละ 0.63 และ 0.64 ของต้นทุนทั้งหมด สำหรับปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดตามลำดับ การใช้ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ 2 กิโลกรัม สามารถผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ 525 กรัม คิดเป็นร้อยละ 26.25 และปลาสะเต๊ะแบบทอด 600 กรัม หรือร้อยละ 30 ตามลำดับ

สรุป

การผลิตปลาสะเต๊ะจากปลามูลค่าต่ำเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโปรตีนสูง ซึ่งในการทดลองนี้ใช้ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มี 2 แบบ คือ ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด ซึ่งกระบวนการผลิตที่เหมาะสมเป็นดังนี้ ปรับความชื้นของปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อเป็นร้อยละ 40 แล้วนำปลามาผ่านลูกกลิ้งและจุ่มในน้ำปรุงรสก่อนอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 80 นาที สำหรับปลาสะเต๊ะแบบอบ ส่วนปลาสะเต๊ะแบบทอดนั้นนำปลาที่ผ่านลูกกลิ้งแล้วมาทอดที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส นาน 45 วินาที แล้วจุ่มในน้ำปรุงรส ก่อนอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 25 นาที ได้ปริมาณผลผลิตร้อยละ 26.25 และ 30 สำหรับปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด ตามลำดับ คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 แบบเมื่อเทียบกับวัตถุดิบที่ใช้มีค่าเพิ่มขึ้นดังนี้ โปรตีน 3.5-4.5 เท่า ไขมัน 4.6-11 เท่า และพลังงาน 2.6-2.75

สูตรเครื่องปรุงรสที่ได้พัฒนาแล้ว ประกอบด้วย ขิง พริกไทยป่น พริกขี้หนูป่น ผงชูรส ซอสถั่วเหลือง เกลือ น้ำตาล และน้ำ ร้อยละ 1.8 0.5 0.2 0.4 2.2 1.9 20.9 และ 72.1 ตามลำดับ สำหรับปลาสะเต๊ะแบบอบ และร้อยละ 3.5 0.5 0.2 0.4 2.2 1.9 20.5 และ 70.8 ตามลำดับสำหรับปลาสะเต๊ะแบบทอด

ผลการสำรวจการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคร้อยละ 83 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ และร้อยละ 89 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอด ในระดับปานกลางถึงมาก ต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดรวมทั้งต้นทุนภาชนะบรรจุมีค่า 168.75 และ 172.8 บาทต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้งแบบอบและแบบทอดที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ความชื้น ค่า Aw และค่าทีบีเอ เพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์เพียงเล็กน้อย คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 แบบ พบว่า ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสเครื่องเทศ และรสชาติ เกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก กลิ่นหืนเพิ่มขึ้น ขณะที่ความกรอบลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดจนถึงสัปดาห์ที่ 5 และ 8 ตามลำดับ ทั้งนี้พบว่าความแตกต่างของชนิดภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้ง 2 แบบอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาการผลิตปลาสะเต๊ะโดยใช้ปลาราคาถูกชนิดอื่น ทั้งนี้เพราะฤดูกาลที่แตกต่างกันอาจมีปลาต่างชนิดกัน และควรพิจารณาถึงราคาของปลาด้วย
2. ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้ปลาจากโรงงานที่ผ่านการแล่เรียบร้อยแล้ว ซึ่งทำให้ต้นทุนวัตถุดิบสูง จึงน่าจะทดลองใช้ปลาที่ซื้อจากแพปลาโดยตรงเพื่อลดต้นทุนการผลิต
3. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม เช่น ศึกษากระบวนการผลิต การใช้สารเคมี เพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส โดยเฉพาะความกรอบของผลิตภัณฑ์ให้ดียิ่งขึ้น
4. ควรมีการศึกษาเพื่อปรับเปลี่ยนส่วนผสมในสูตรเครื่องปรุงรสบางชนิด เพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้บริโภค เช่น ในกลุ่มผู้บริโภคที่เป็นเด็ก อาจจะต้องลดปริมาณพริกเพื่อลดความเผ็ด
5. ควรศึกษาหาแนวทางในการลดระยะเวลาการอบปลาเพื่อลดความชื้นของปลา เช่นการเพิ่มความเร็วของลมร้อน เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลานาน ทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน และค่าใช้จ่าย

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2536. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย. 2534. ฝ่ายสถิติและประเมินผล.กองนโยบายและแผนงานประมง.

ดวงใจ ทิระบาล และนงนุช รักสกุลไทย. 2533. ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อคุณภาพของข้าวเกรียบปลา. อาหาร. 20(1) : 11-17.

ณรงศักดิ์ ฮุนนางกูร. 2534. การศึกษาวิธีผลิตปลาแล่ปรุงรส. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 35 หน้า.

เถวียน บัวตุ่ม และนีรนาฏ ศุภรานนท์. 2536. ผลของสารสกัดจากไม้เคี่ยมและไม้พยอมต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาแล่ระหว่างการเก็บรักษาในน้ำแข็ง. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 89 หน้า.

ธงชัย สุวรรณสิชณน์. 2535. การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวจากแป้งถั่งลิสงไขมันต่ำผสมแป้งมันสำปะหลังชนิดพรีเจลาติไนซ์.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 211 หน้า.

ธรรมนูญ โปรดปราน. 2536. การพัฒนาผลิตภัณฑ์หนังไก่ทอดปรุงกลิ่นรส. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 111 หน้า

นิรนาม. 2533. เจาะตลาดสแน็ค 2700 ล้าน เผย 9 สินค้ายอดนิยม. มาร์เก็ตติ้งรีวิว.4(40) : 2533. อ้างโดยธงชัย สุวรรณสิชณน์. 2535. การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวจากแป้งถั่วลิสงไขมันต่ำผสมแป้งมันสำปะหลังชนิดพรีเจลาติไนซ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.211 หน้า.

นงลักษณ์ สุทธิวนิช. 2531. คุณภาพสัตว์น้ำ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2527. เครื่องเทศที่ใช้เป็นสมุนไพร. กรุงเทพฯ. อมรการพิมพ์.

บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. 2537. ผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ที่มีอนาคต. บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย.

ประชา บุญญศิริกูล. 2537. บทบาทของเอ็กซทรูดเดอร์ที่มีต่ออุตสาหกรรมอาหารในประเทศไทย. อาหาร. 24(1) : 1-12.

พยอม ตันติวัฒน์. 2521. เครื่องเทศ. จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2535. สถิติสำหรับการวิจัยทางการเกษตร. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

มานะ จึงตระกูล. 2531. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่าลิสงแผ่น.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วารุณี วารัญญานนท์, สุภารัตน์ เรืองมณีไพฑูรย์, ชุมสาย สีลวนิช และน้อย สาริกภูต. 2535. การผลิตกระเพาะปลาเทียมจากหนังหมู ใน รายงานค้นคว้าวิจัยประจำปี 2531-2534. สถาบันค้นคว้าวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 360. หน้า

วีระ โภคาพันธ์, จิตจรูญ ตันติวาลา, และวุฒิชัย อุทยมกุล. 2528 .องค์ประกอบของปลาเป็ดบริเวณกลางอ่าวที่ระดับน้ำลึก 40 เมตร ลงไป. ข่าวประมง. 10(11) : 65-67.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2529. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางโภชนาการ. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์.คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2531. การใช้ Ratio Profile Test ในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์. อาหาร. 18(1) :11-12.

ศูนย์ข้อมูลคู่แข่งดาต้าแบงค์. 2537. สแน็คตลาดเด็กที่เติบโตเป็นผู้ใหญ่. คู่แข่ง. 14(161) : 194-198.

ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. 2533. คู่มือการหีบห่อเรื่องคู่มือการใช้พลาสติกเพื่อการหีบห่อ.สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.

สายใจ จริยาเอกภาส. 2536. กรรมวิธีการผลิตและคุณภาพของแคบหมูปรุงกลิ่นรส.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 133 หน้า.

สมบัติ ขอทวีวัฒนา. 2529. กรรมวิธีการอบแห้ง. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมยศ จรรยาวิลาศ, พรศักดิ์ มนัสศิริเพ็ญ และสมโภชน์ ใหญ่เอี่ยม. 2533. การทำปลาเส้น. อาหาร. 20(1) : 1-10.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2523. มาตรฐานอุตสาหกรรมปลาหมึกแห้งปรุงรส (มอก.232-2522). กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2529. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาสดทั้งตัวเยือกแข็ง (มอก.617-2529). กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.

Almas, K.A. 1981. Chemistry and Microbiology of Fish and Fish Processing. Norway : University of Trondhein.

A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis of Association of Officail Chemists, 15th ed Association of Official Analytical Chemist, Inc., Verginia Arlington.

Aitken, A. and Connell, J.J. 1979. Fish. In Effects of Heating on Foodstuff. (Priestley, R.J. Ed) pp.219-254. London : Applied Science Publishers. cited by: Opstvedt, J. 1989 Influence of drying and smoking on protien quality. In Fish smoking and Drying : The Effect of Smoking and Drying on the Nutritional Properties of Fish. (Burt,J.R. ed) pp. 23-40. London and New York : Elsevier Applied Science Publishers.

Atan, M. and Mohamad, R. 1986. Products from selected species of by catches in Malaysia. In Proceedings of The First ASEAN Workshop on Fish Waste Processing and Utilization. pp.333-340. Jakarta. 22-24 October. 1986.

Balaban, M. and Pigott, G.M. 1986. Shrikage in fish muscle during drying. J. Food Sci. 51(2) : 510-511.

Blenford, D.E. 1982. What is a Snack? Food Flavorings. Ingredient Processing and Packaging. 4(11) : 30-37.

Bligh, E.G.,Shaw, S.J. and Woyewoda, A.D., 1988. Effects of drying and smoking on lipids of fish In Fish Smoking and Drying : The effect of Smoking and Drying on the Nutritional Properties of Fish. (Burt,J.R. ed). pp.41-52. London and New York : Elsevier Applied Science.

Chng, N.M., Kuang,H.K. and Miwa, K. 1991. Southeast Asia Fish Products. Marine Fisheries Research Department. SEAFDEC : Singapore.

Conell, J.J. 1962. Fish muscle protein. In Recent Advances in Food Science. (Howthorn,J. and Leitch, J.M. Eds.) pp. 136-146. London : Butterwoths.

Coope, A.E. 1978. Macmillan's Malay-English, English-Malay Dictionary. Kuala Lumpur: Macmillan Publishers Ltd.

Crawford, M.A., Hassam,A.G., Williams, G. and Whitehouse, W.L. 1976. Essential fatty acids and fetal brain growth. Lancet. 28:II (7957) :452-453. อ้างโดย สมชาย พัฒนอางกูล,อรณี ตั้งเผ่า และ วิทยา ศรีมาดา. 2533. ไขมันจากปลาทะเล. จุฬาลงกรณ์เวชสาร. 34(6) : 473-480.

Doe, P.E., Curran, C.A. and Poulter, R.G. 1983. Determination of the water activity and shelf life of dried fish products. FAO. Fish. REP. (279) : 202-208.

Dov, B. 1988. Critical values of differences among ranks sum for multiple comparisons. Food Technol. 42(1) : 79-84.

Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometrices. 11 : 1-42.

Dyerberg, J. and Jorgenson, K.A. 1982. Marine oils and thrombogenesis. Prog. Lipid Res. 21:255-269. Cited by : Burt, J.R. 1988. Fish Smoking and Drying: The Effect of Smoking and Drying on the Nutritional Properties of Fish. London and New York. Elsevier Science Publishers.

Dziezak, J.D. 1989. Spices. Food Technol. 43(1) : 102-116.

Earle, M.D. and Anderson, A.M. 1985. Product and Process Development in Food Industry. New York : The Harwood Academic Publishing.

Egan, H., Kirk, R.S. and Sawyer, R. 1981.Pearson: Chemical Analysis of Food. London : Churchill Livingstone.

Eskew, R.K, Cording, J.Jr. and Sulvivan, J.F. 1963. Explosive puffing. Food Engineering. 34:91

Frazier, W.C. and Westhoff, D.C. 1979. Food Microbiology. New Delhi : Tata McGrew-Hill Publishing Co.

Giese, J. 1994. Spices and seasoning blends: A taste for all seasons. Food Technol. (4) : 88-98.

Goodnight, SH.Jr., Harris, W.S., Connor, W.E.,and Illingworth, D.R., 1982. Polyunsaturated fatty acids, hyperlipidemia and thrombosis. Arteriosclerosis. 2(2) : 87-113. อ้างโดย สมชาย พัฒอางกูล อรณี ตั้งเผ่า และวิทยา ศรีดามา. 2533. ไขมันจากปลาทะเล. จุฬาลงกรณ์เวชสาร. 34 (6) : 473-480.

Harper, J. M. 1981. Extrusion of Food. Vol. II Boca Raton, Florida CRC Press. อ้างโดย ประชา บุญญสิริกูล. 2537. บทบาทของเอ็กซทรูดเดอร์ที่มีต่ออุตสาหกรรมอาหารในประเทศไทย. อาหาร. 24(1) : 1-12.

Hasegawa, H. 1987. Laboratory Manual on Analytical. Methods and Procedures for Fish and Products. Marine Fisheries Research Department. SEAFDEC : Singapore.

Hirai, A., Hamazaki, T., Terano, T., Nishikawa, T., Tamura, Y. Kumagai, A. and Saijik, J. 1980. Eicosapentaenoic acid and platelet function in Japanese. Lancet. 2(8204) : 1132-1133. อ้างโดย สมชาย พัฒนอางกูล, อรณี ตั้งเผ่า และวิทยา ศรีดามา. 2533. ไขมันจากปลาทะเล. จุฬาลงกรณ์เวชสาร. 34(6) : 473-480.

Inoue, K. 1987. Overview of current fish consumption and fish processing in Southeast Asia. In Proceedings of the 20th Seminar on Development of Products in Southeast Asia. pp. 59-61. SEAFDEC: Singapore.

Jamilah, A. 1985. unpubilished data. Food Technology Division, Mardi, Serdang. Cited by: Atan, M. and Mohamad, R. 1986. Products from select species of by-catches fish in Malaysia. In Proceedings of The First ASEAN Workshop on Fish and Fish Waste Processing and Utilization. pp. 333-340. Jakarta 22-24 October 1986.

Labuza, T.P. 1982. Shelf Life Dating of Foods. Westport Connecticut. Food & Nutrition Press, Inc.

Larmond, E. 1977. Laboratory Method for Sensory Evaluation of Food. Ottawa: Cannadian Goverment Publishing Center.

Lee, Y.B; Kim, Y.S. and Ashmore, C.R. 1986. Antioxidant property in ginger rhizome and its application to meat products. J. Food Sci. 51(1) : 20-23.

Love, R.M. 1970. The Chemical Biology of Fish. pp. 17-35. London. Academic Press. Cited by : Suzuki, T. 1981. Fish and Krill Protien Processing Technology. London: Applied Science Publishers.

Marvin, L.S. 1984. Compendium of Methods for Microbiological Examination of Foods. 2nd ed. Washington D.C. American Public Health Asscіation.

Matz, S.M. 1984. Snack Food Technology. 2nd ed . Connecticut. The AVI Publishing Company, Inc.

Nettleton, J.A. 1985. Seafood Nutrition. Fact, Issues and Marketing of Nutrition in Fish and Shellfish. New York : Osprey Books Huntington.

Nielson, J. and Bruun, A. 1990. Fish snacks and shellfish snacks In Snack Food. (Booth,R.G Ed.). pp. 183-204. New York : Van Nostrand. Reinhold.

Opstvedt, J. 1988. Influence of drying and smoking on protien quality. In Fish Smoking and Drying : The Effect of Smoking and Drying on the Nutritional. Properties of Fish. (Burt, J.R. ed). pp. 23-40. London and New York : Applied Science Publishers.

Potler, N.N. 1968. Food Science. Westport Connecticut. The AVI Publishing Co.

Sacharow, S. and Griffin, R. C. 1980. Principle of Food Packaging. Connecticut. The AVI Publishing Co.

Sato, B., Sasaki, Y and Abe, S., 1978. Developing Technology of Utilization Small Pelagic Fish. Fisheries Agency. Japan. Cited by : Suzuki, T. 1981. Fish and Krill Protien Processing Technology. London : Applied Science Publishers.

Shimizu, Y. Karata, S. and Nishioka, F. 1976. Bull. Jap. Soc. Fish. 42 : 1025-1031 Cited by : Suzuki, T. Fish and Krill Protien Processing Technology. London : Applie Science Publishers.

Siaw, C.L. Idrus, A.Z. and Yu, S.Y. 1985. Intermediate technology for fish cracker ('Keropok') production. J. Food Technol. 20 : 17-21.

Stansby, M.E. and Hall, A.S. 1967. Chemical composition of commercially important fish of the United State. Fishery Industrial Res. 3(4) อ้างโดย นงลักษณ์ สุทธิวนิช. 2531. คุณภาพสัตว์น้ำ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Suzuki, T. 1981. Fish and Krill Protein : Processing Technology. London : Applied Science Publishers Ltd.

Talburt, W.F. and Smith, O. 1967. Potato Processing. Westport Connecticut : The AVI Publishing Co.

Tanikawa, E, Motohiro, T. and Akiba, M. 1985. Marine Products in Japan. Tokyo : Koseisha Koseikaru Publishers.

Tettweiler, P. 1991. Snack Food Worldwide. Food Technol. 45(2) : 58-60.

The Ministry of Science and Technology of Japan. 1980. Table of chemical compositions in Japannese foods, Supplement of 3rd ed. Cited by : Suzuki, T. 1981. Fish and Krill Protien Processing Technology. London. Applied Science Publishers.

Vlieg, P. and Murray, T. 1988. Proximate Composition of albacore tuna, Thunnus alalunga, from the temperature South Pacific and Tasman Sea. N.Z.J. Mar Freshwat. Res. 22(4) : 491-496.

Wan Rahimah, W.I. 1982. Fish satay processing in Malaysia. In The Production and Storage of Dried Fish. pp. 157-160. FAO.

Watabe,S. 1979. J. Fish Sausage. 209: 54-68. Cited by : Suzuki, T. Fish and Krill Protein Processing Technology. London : Applied Science.

Yu, S.Y., Metchell, R. J. and Abdullah, A., 1981. Production and acceptability testing of fish crackers ('keropok') prepared by the extrusion method. J. Food. Technol. 16:51-58.

ภาคผนวก

แบบทดสอบชิมผลิตภัณฑ์และแบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์

แบบทดสอบชิมแบบเรโซโพรไฟล์เพื่อหาเค้าโครงผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ

ผู้ทดสอบ.....วันที่.....เวลา.....

คำอธิบาย กรุณาชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแล้วขีดเส้นตั้งฉากกับเส้นแนวนอน ของแต่ละปัจจัย ตรงบริเวณที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุดและกำกับ อักษร S และ I โดยที่

S (sample) คือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ประเมินได้

I (Ideal) คือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ต้องการ

คำแนะนำ กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่าง

1. สี ----------

อ่อน เข้ม

2. การเกาะของเครื่องปรุงรส ----------

ไม่ดี ดี

3. กลิ่นรส

กลิ่นรสปลา ----------

อ่อน แรง

กลิ่นรสคาว ----------

อ่อน แรง

กลิ่นรสเครื่องเทศ ----------

อ่อน แรง

4. เนื้อสัมผัส

ความกรอบ ----------

น้อย มาก

ความแข็ง ----------

น้อย มาก

5. <u>รสชาติ</u>

หวาน ----------

น้อย มาก

เค็ม ----------

น้อย มาก

เผ็ด ----------

น้อย มาก

6. <u>ความชอบรวม</u> ----------

น้อย มาก

วิจารณ์และข้อเสนอแนะ.....

ขอบคุณ

แบบทดสอบชิมเรียงลำดับความชอบ (Ranking)

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....เวลา.....

คำอธิบาย กรุณาชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เสนอให้จากซ้ายไปขวาและเรียงลำดับความชอบของผลิตภัณฑ์โดยกำหนดให้

1 = ชอบมากที่สุด

2 = ชอบมาก

3 = ชอบปานกลาง

4 = ชอบน้อย

5 = ชอบน้อยที่สุด

คำแนะนำ กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างและระหว่างการชิมตัวอย่างทุกครั้ง

รหัสตัวอย่าง	ลำดับความชอบ
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

วิจารณ์และข้อเสนอแนะ.....

ขอบคุณ

แบบทดสอบชิม แบบพรรณนาเชิงปริมาณ

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....เวลา.....

<u>คำอธิบาย</u> กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวา แล้วขีดเส้นตั้งฉากกับเส้นแนวนอนของแต่ละปัจจัย พร้อมทั้งเขียนรหัสตัวอย่างกำกับตรงบริเวณที่ตรงกับบริเวณที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างและระหว่างการชิมตัวอย่างทุกครั้ง

ความกรอบ ----------

น้อย มาก

ความแข็ง ----------

น้อย มาก

ความชอบเนื้อสัมผัส ----------

น้อย มาก

วิจารณ์และข้อเสนอแนะ.....

ขอบคุณ