การผลิตปลาสะเต๊ะจากปลามูลค่าต่ำ

Fish Satay Production from Low Value Fish

เลขหมู่ SH336.S44 ท๘๙๖ ๒๕๓๘
เลขทะเบียน .....
๘/ ๓๐ / ๓๘

Order Key 4902
BIB Key 82123 ✓
๖๒๑๒๐

#82123

เทวี ทองแดง

Taewee Tongdang

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Food Technology

Prince of Songkla University

2538

ชื่อวิทยานิพนธ์	การผลิตปลาสะเต๊ะจากปลามูลค่าต่ำ
ผู้เขียน	นางสาวเทวี ทองแดง
สาขาวิชา	เทคโนโลยีอาหาร

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ โสภโณดร)

..... กรรมการ
(อาจารย์พิทยา อดุลยธรรม)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ โสภโณดร)

..... กรรมการ
(อาจารย์พิทยา อดุลยธรรม)

..... กรรมการ
(อาจารย์ก่องกาญจน์ ยังสุภานิช)

..... กรรมการ
(อาจารย์วิโรจน์ ยูรวงศ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

.....
(ดร. ไพรัตน์ สงวนไทร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ การผลิตปลาสะเต๊ะจากปลามูลค่าต่ำ

ผู้เขียน นางสาวเทวี ทองแดง

สาขาวิชา เทคโนโลยีอาหาร

ปีการศึกษา '2538

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

กระบวนการผลิตปลาสะเต๊ะที่เหมาะสม โดย 2 กระบวนการได้แก่แบบอบ และแบบทอด 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 สูตรเครื่องปรุงรสที่ได้พัฒนาแล้วประกอบด้วยขิง พริกไทยป่น พริกขี้หนูป่น ผงชูรส ซอส-ถั่วเหลือง เกลือป่น 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 .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 ปลาสะเต๊ะแบบอบ และแบบทอดมีค่าพลังงาน 462.13 และ 478.09 กิโลคาลอรี่ต่อ 100 กรัม และมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี 0.39 และ 0.41 ตามลำดับ ส่วนคุณภาพทางจุลินทรีย์ของปลาสะเต๊ะทั้ง 2 แบบ พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม เชื้อราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม ตรวจไม่พบ E. coli และ Staphylococcus aureus

ผลการสำรวจการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่า ผู้บริโภคร้อยละ 83 และ 89 ให้การยอมรับปลาสะเต๊ะแบบอบ และแบบทอดในระดับปานกลางถึงระดับมาก

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด ที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกัน คือ ถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง โพลีโพรปิลีน ความหนา 0.04 และ 0.075 มิลลิเมตรตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง พบว่า ความชื้น ค่า Aw และค่าทีบีเอ เพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์เพียงเล็กน้อย ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทั้งสองแบบพบว่า ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสเครื่องเทศ และรสชาติ เกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก กลิ่นหืนเพิ่มขึ้น ขณะที่ความกรอบลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยที่ความแตกต่างของภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้งสองแบบอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) และพบว่าปลาสะเต๊ะแบบอบมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ถึงสัปดาห์ที่ 5 สำหรับปลาสะเต๊ะแบบทอดยังมีคุณภาพในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ถึงสัปดาห์ที่ 8

Thesis Title	Fish Satay Production from Low Value Fish
Author	Miss Taewee Tongdang
Major	Food Technology
Academic Year	1995

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 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 - split fish was dehydrated until the moisture was 40% then pressed using roller and dipped in seasoning sauce before baked at 150°C for 80 minutes. Whereas for fried products, the dehydrated and pressed fish was deep- fried in vegetable oil at 220°C for 45 seconds then dipped in seasoning sauce and baked at 150°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.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ โสภโณดร ประธานกรรมการที่ปรึกษาที่กรุณาให้ข้อแนะนำในการศึกษาค้นคว้าวิจัย การเขียนและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ อาจารย์พิทยา อดุลยธรรม กรรมการที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำแนะนำและคำปรึกษาด้านการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นอย่างดี อาจารย์วิโรจน์ ยูรวงศ์ อาจารย์ก่องกาญจน์ อังสุภานิชที่กรุณาแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติและบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ให้ทุนอุดหนุนการศึกษาและค้นคว้าวิจัย ขอขอบพระคุณ บริษัทแหลมทองการประมง จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์วัตถุดิบเพื่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ รศ.น.สพ.สุรพล ชลดำรงค์กุล ที่กรุณาให้คำแนะนำ และช่วยเหลือในการใช้เครื่อง bomb calorimeter ตลอดจนเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะทรัพยากรธรรมชาติทุกท่าน ครูพรชัย ศรีไพบูลย์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการถ่ายภาพและสไลด์ รวมทั้งเจ้าหน้าที่คณะอุตสาหกรรมทุกท่านที่ได้ช่วยเหลืองานวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ และพี่ๆ ทุกคน ด้วยความเคารพรักยิ่งที่ให้โอกาส กำลังใจและเป็นแรงผลักดันในการศึกษามาโดยตลอด ขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาปริญญาโททุกคนที่ช่วยเหลือในการทดสอบชิม และความมีน้ำใจในด้านอื่นๆอีกมากมายที่ไม่สามารถกล่าวถึงได้หมดในที่นี้

เทวี ทองแดง

สิงหาคม 2538

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อ....(3)

Abstract....(5)

กิตติกรรมประกาศ....(7)

สารบาญ....(8)

รายการตาราง....(10)

รายการภาพ....(13)

บทที่

1 บทนำ....1

บทนำต้นเรื่อง....1

ตรวจเอกสาร....3

1 ปลาที่เป็นผลพลอยได้จากการประมง....3

2 องค์ประกอบของเนื้อปลา....5

3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว....10

4 วัตถุดิบที่ใช้ผลิตอาหารขบเคี้ยว....11

5 อาหารขบเคี้ยวจากเนื้อปลา....14

6 ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ....15

7 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว....18

8 การเก็บรักษาและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว....23

วัตถุประสงค์....25

2 วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการ....26

วัสดุ....26

อุปกรณ์....27

สารบาญ (ต่อ)

หน้า

วิธีการ....28

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทาง
จุลินทรีย์ของวัตถุดิบหลัก....28

ตอนที่ 2 สำรวจลักษณะผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะในอุดมคติของผู้บริโภค....28

ตอนที่ 3 การพัฒนาสูตรเครื่องปรุงรส....31

ตอนที่ 4 การปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์....34

ตอนที่ 5 การประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์....40

ตอนที่ 6 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ....41

ตอนที่ 7 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา
ในภาชนะบรรจุที่ต่างกัน....41

ตอนที่ 8 การประเมินต้นทุนวัตถุดิบการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ....42

3 ผลและวิจารณ์....43

4 บทสรุป....104

บรรณานุกรม....106

ภาคผนวก....116

ก การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและจุลินทรีย์....116

ข แบบทดสอบชิมผลิตภัณฑ์และแบบสอบถามการสำรวจ
และการยอมรับผลิตภัณฑ์....128

ค ตารางการวิเคราะห์ทางสถิติ....137

ง ตารางแสดงผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของ
ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดในระหว่างการเก็บรักษา....154

จ การประเมินต้นทุนวัตถุดิบการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ....175

ประวัติผู้เขียน....177

รายการตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 ตัวอย่างชนิดปลาที่เป็นผลพลอยได้จากการประมง....4
2 ปริมาณส่วนที่รับประทานได้และองค์ประกอบของเนื้อปลา....6
3 องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อสีดำและกล้ามเนื้อสีขาวของปลาทะเล....7
4 ปริมาณกรดอะมิโนที่พบในเนื้อปลา เปรียบเทียบกับความต้องการ
กรดอะมิโนของร่างกายคน....9
5 สถิติการนำเข้าอาหารสำเร็จรูป ซึ่งทำจากธัญชาติหรือผลิตภัณฑ์ธัญชาติ
ที่ได้จากการทำให้พองหรือฟู และผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกัน พ.ศ.2527-2533....12
6 กลุ่มของอาหารขบเคี้ยวและตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ในแต่ละกลุ่มที่วางจำหน่าย....13
7 สัดส่วนระหว่าง เกลือ น้ำตาล และพริกขี้หนูป่น
จากการวางแผนแบบ มิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1....33
8 เครื่องปรุงรสสูตรต่างๆ ที่ได้จากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1....33
9 สัดส่วนระหว่าง เกลือต่อน้ำตาลต่อพริกขี้หนูป่น
จากการวางแผนแบบ มิกซ์เจอร์ครั้งที่ 2....35
10 เครื่องปรุงรสสูตรต่างๆ ที่ได้จากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 2....35
11 องค์ประกอบทางเคมีและจุลินทรีย์ของปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ....44
12 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ย (S/I) ของปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์
ปลาสะเต๊ะสูตรต้นแบบ....46
13 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของปัจจัยคุณภาพ
ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะสูตรต้นแบบ....48
14 คะแนนเรียงลำดับความชอบจากการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ
ที่ปรุงรสด้วยสูตรเครื่องปรุงรส จากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1....50
15 คะแนนรวมผลของเกลือ น้ำตาล พริกต่อความชอบของผู้ทดสอบชิม
ในผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ปรุงรสด้วยสูตรเครื่องปรุงรส
จากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1....51

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

16 ผลรวมคะแนนจากผลการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ
ที่ปรุงรสด้วยสูตรเครื่องปรุงรส จากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 2 51
17 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ปรุงรสด้วย
เครื่องปรุงรส E' 53
18 ส่วนผสมเครื่องปรุงรสสูตร E' 55
19 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ
ที่ปรับปรุงกลิ่นรสเครื่องเทศ ครั้งที่ 1และครั้งที่ 2 57
20 ส่วนผสมเครื่องปรุงรสสำหรับปลาสะเต๊ะแบบอบ 59
21 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์
ปลาสะเต๊ะที่ทำให้สุกโดยการอบ 64
22 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์
ปลาสะเต๊ะที่ทำให้สุกโดยการทอด 67
23 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาสะเต๊ะ
แบบอบและแบบทอด ที่ใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 70
24 คุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ของปลาสะเต๊ะแบบอบ
และปลาสะเต๊ะแบบทอด 73
25 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ
แบบอบและแบบทอด 75
26 ข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคทั่วไปใน อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
จำนวน 100 คน 78
27 ทัศนคติและพฤติกรรมการบริโภคอาหารขบเคี้ยวของผู้บริโภค ในอำเภอหาดใหญ่
จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน 79
28 ความสำคัญของเหตุผลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว
ของผู้บริโภคในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน 80

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

29 คะแนนรวมการเลือกซื้ออาหารขบเคี้ยวประเภทต่างๆ มารับประทาน.....81
30 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าคะแนนความชอบในปัจจัยคุณภาพของ
ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ของผู้บริโภค
ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน.....83
31 ต้นทุนวัตถุดิบและภาชนะบรรจุของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ
และแบบทอด (บาท/กิโลกรัมผลิตภัณฑ์).....103

รายการภาพ

ภาพที่ หน้า

1 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ....16
2 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะสูตรต้นแบบ....29
3 แผนภาพการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1 (ก) และภาพขยาย 3 เท่า (ข)....32
4 แผนภาพการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 2 (ก) และภาพขยาย 3 เท่า (ข)....34
5 กระบวนการผลิตปลาสะเต๊ะแบบอบ....37
6 กระบวนการผลิตปลาสะเต๊ะแบบทอด....39
7 เค้าโครงปัจจัยคุณภาพของปลาสะเต๊ะสูตรต้นแบบ....47
8 เค้าโครงปัจจัยคุณภาพของปลาสะเต๊ะที่ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสสูตร E'....54
9 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของปลาระหว่างการอบ....61
10 ลักษณะของปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ ที่ระดับความชื้นต่างๆ ภายหลังการผ่านลูกกลิ้ง....62
11 กระบวนการและสภาวะในการผลิตปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด....69
12 ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข)....72
13 เค้าโครงปัจจัยคุณภาพของปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด....76
14 คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด ของผู้บริโภคในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน....82
15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง โพลีโพรปิลีน ความหนา 0.04 และ 0.075 มม....85
16 การเปลี่ยนแปลงค่า Water Activity ของปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง โพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 และ 0.075 มม....87
17 การเปลี่ยนแปลงค่าทีบีเอ ของปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง โพลีโพรปิลีน ความหนา 0.04 และ 0.075 มม....89

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

18 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ของปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง โพลีโพรปิลีน ความหนา 0.04 และ 0.075 มม.....91
19 การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฉลี่ยลักษณะปรากฏ ของปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง โพลีโพรปิลีน ความหนา 0.04 และ 0.075 มม.....93
20 การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฉลี่ยกลิ่นรสเครื่องเทศ ของปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง โพลีโพรปิลีน ความหนา 0.04 และ 0.075 มม.....94
21 การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฉลี่ยกลิ่นหืน ของปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง โพลีโพรปิลีน ความหนา 0.04 และ 0.075 มม.....96
22 การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฉลี่ยความกรอบ ของปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง โพลีโพรปิลีน ความหนา 0.04 และ 0.075 มม.....98
23 การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฉลี่ยรสชาติ ของปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง โพลีโพรปิลีน ความหนา 0.04 และ 0.075 มม.....100
24 การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฉลี่ยการยอมรับ ของปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง โพลีโพรปิลีน ความหนา 0.04 และ 0.075 มม.....101

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

สัตว์น้ำทะเลเป็นทรัพยากรที่สำคัญยิ่งของประเทศไทย กล่าวคือ เป็นแหล่งอาหาร และสามารถทำรายได้ให้กับประเทศในแต่ละปีจำนวนมาก 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 ล้านบาทประกอบด้วยปลาผิวน้ำ 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 โดยทั่วไป ปลาเป็ดมีขนาดเล็ก จัดเป็นผลพลอยได้จากการประมง ที่มีทั้งปลาผิวน้ำและปลาหน้าดินมีปริมาณสูงมาก 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 และปลาที่นิยมบริโภคแต่ยังมีขนาดเล็กกว่าขนาดที่ตลาดต้องการ (วีระ โภคาพันธ์ และคณะ, 2528)

จากที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าปลาที่มีมูลค่าต่ำถูกนำไปผลิตเป็นอาหารสัตว์ จำนวนมาก ในขณะที่การบริโภคปลาของคนไทยยังอยู่ในปริมาณต่ำคือ 20 กิโลกรัมต่อคนต่อปี (Inoue, 1987) ดังนั้นหากสามารถนำเอาปลามูลค่าต่ำเหล่านี้มาแปรรูปเป็นอาหารมนุษย์ นอกจากจะเพิ่ม

อาหารประเภทปลาสำหรับการบริโภคแล้ว ยังสามารถเพิ่มมูลค่าของปลาเหล่านี้ให้สูงขึ้น รวมทั้งเป็นการใช้ทรัพยากรซึ่งมีจำกัดและนับวันจะลดน้อยลงได้อย่างคุ้มค่าอีกด้วย

ดังนั้นเพื่อเพิ่มมูลค่าของปลามูลค่าต่ำที่เป็นผลพลอยได้จากการประมงให้เป็นอาหารสำหรับการบริโภคของมนุษย์ที่มีโปรตีนสูง จึงได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะเพื่อเป็นอาหารขบเคี้ยวที่มีโปรตีนสูง และมีคุณภาพมาตรฐานตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งในการทดลองนี้ใช้ปลาข้างเหลืองเป็นตัวแทนของปลาราคาถูก

ตรวจเอกสาร

1. ปลาที่เป็นผลพลอยได้จากการประมง

ผลผลิตที่เป็นผลพลอยได้จากการประมงมักเรียกว่าปลาเป็ด หมายถึงปลาชนิดต่างๆ ที่ประชาชนไม่นิยมบริโภคแม้ว่าจะโตเต็มที่แล้ว และปลาที่นิยมใช้บริโภคแต่ยังมีขนาดเล็กกว่าขนาดที่ตลาดต้องการ ซึ่งการใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่คือใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตปลาป่น จากการศึกษาของ วีระ โภคาพันธ์ และคณะ (2528) เกี่ยวกับชนิดของสัตว์น้ำที่ประกอบกันเป็นปลาเป็ดบริเวณกลางอ่าวไทยที่ระดับลึกกว่า 40 เมตร ลงไปพบว่าประกอบด้วยสัตว์น้ำทั้งสิ้น 55 ครอบครัว (family) 80 สกุล (genus) และ 124 ชนิด (species) ซึ่งเป็นกลุ่มปลาเป็ดแท้ กลุ่มปลามีค่าทางเศรษฐกิจวัยอ่อน และกลุ่มสัตว์น้ำอื่นๆ ดังนี้

- กลุ่มปลาเป็ดแท้ (true trash fish) หมายถึงกลุ่มปลาที่มีค่าทางเศรษฐกิจน้อย ไม่นิยมนำมาบริโภคเป็นอาหารของมนุษย์โดยตรง ปกติใช้แปรรูปเป็นปลาป่นอาหารสัตว์ และการทำปุ๋ย ปลากลุ่มนี้ส่วนใหญ่เมื่อเจริญเต็มที่แล้วยังคงมีขนาดเล็ก ชนิดที่สำคัญได้แก่ครอบครัวปลานกแก้ว (Scaridae) ครอบครัวปลาแป้น (Leiognathidae) ครอบครัวปลาปักเป้า (Tetraodontidae) ครอบครัวปลาอมไข่ (Apogonidae) และครอบครัวปลาปากแตร (Fistularitdae)

- กลุ่มปลามีค่าทางเศรษฐกิจวัยอ่อน (juvenile economic fish) หมายถึง กลุ่มปลาที่มีค่าทางเศรษฐกิจแต่ยังมีขนาดเล็ก หากปล่อยให้มีการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยต่อไป ก็สามารถนำมาใช้บริโภคเป็นอาหารของมนุษย์โดยตรง ชนิดที่สำคัญ ได้แก่ ครอบครัวปลาหมวดฤาษี (Mullidae) ครอบครัวปลาทรายแดง (Nemipteridae) ครอบครัวปลาตาหวาน (Priacanthidae) ครอบครัวปลาป่ากคม (Synodontidae) และครอบครัวปลาสีกุน (Carangidae)

- 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

ตารางที่ 1 ตัวอย่างชนิดปลาที่เป็นผลพลอยได้จากการประมง

ครอบครัว	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาไทย
Caragidae	Selaroides leptolepis (Cuv.)	Yellowstripe trevally	
		Slender trevally	ปลาข้างเหลือง
	Megulaspis cordyla	Torpedotrevally	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)	"	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)

เบอร์เกอร์ ไส้กรอก ซุปอาหารเด็กอ่อน นอกจากนี้ ในประเทศมาเลเซียมีการนำปลาขนาดเล็กซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการประมง ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆได้แก่ ลูกชิ้นปลา ฟิชเค็ก (fish cake) ปลาหมัก (บูดู) อาหารขบเคี้ยว เช่น ข้าวเกรียบ ปลาสะเต๊ะ (Wan Rahimah, 1982)

2. องค์ประกอบของเนื้อปลา

ปลาแต่ละชนิดมีส่วนที่รับประทานได้ในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับรูปราง อายุ และช่วงในการจับปลาว่าก่อนหรือหลังวางไข่แต่โดยทั่วๆไปมีประมาณร้อยละ 45-50 ของน้ำหนักปลาทั้งตัว ปลาที่มีรูปร่างรูปไข่ เช่น ปลาทูน่า ปลาแซลมอน มีปริมาณส่วนที่รับประทานได้มากกว่าร้อยละ 60 ปลาที่มีส่วนหัวและส่วนท้องมาก เช่น ปลาคอด ปลาพอลแลค หรือปลาที่มีรูปร่างแบน เช่น ปลาโซล จะมีส่วนที่รับประทานได้ร้อยละ 35-40 นอกจากนี้องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ ความชื้น ไขมัน และโปรตีน ยังแตกต่างกันดังตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 15-24 ไขมันร้อยละ 0.1-22 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 1-3 สารประกอบอนินทรีย์ร้อยละ 0.8-2 และมีน้ำร้อยละ 66-84 (The Ministry of Science and Technology of Japan, 1980) โดยทั่วไปปริมาณน้ำและไขมันของปลามีความสัมพันธ์กันกล่าวคือถ้ามีปริมาณไขมันสูงจะมีปริมาณน้ำต่ำ (Sato, et al., 1978) เช่น ปลาคอด ซึ่งเป็นปลาไขมันต่ำมีปริมาณน้ำในกล้ามเนื้อร้อยละ 80 ขณะที่ปลาแมคเคอรอลซึ่งเป็นปลาไขมันสูงมีปริมาณน้ำในกล้ามเนื้อร้อยละ 50 (Love, 1970) องค์ประกอบเหล่านี้ยังมีความแตกต่างกันตามชนิดของกล้ามเนื้อ โดยในกล้ามเนื้อสีดำจะมีปริมาณไขมันสูงกว่าในกล้ามเนื้อสีขาว ในขณะที่มีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าดังตารางที่ 3 (Watabe, 1979) แต่ปลาจำพวกที่มี ไขมันมากกว่าร้อยละ 6 จะพบปริมาณไขมันในกล้ามเนื้อสีขาวสูงกว่ากล้ามเนื้อสีดำ (Vlieg and Murray,1988) สำหรับปลาข้างเหลือง (Yellowstrip trevally, Selaroid leptolepis) ซึ่งเป็นปลาในครอบครัว Carangidae และจัดเป็นปลาผิวน้ำ (pelagic fish) ชอบหากินเป็นฝูง มีการเคลื่อนไหวว่องไวกล้ามเนื้อแข็งแรง 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)

ตารางที่ 2 ปริมาณส่วนที่รับประทานได้และองค์ประกอบของเนื้อปลา

ชนิดปลา	ส่วนที่รับประทานได้	องค์ประกอบ (ร้อยละ)		
	(ร้อยละ)	ความชื้น	ไขมัน	โปรตีน
แอนโชวี่	60	74.4	6.0	17.5
ราว แฮริ่ง	65	71.9	4.6	21.3
ฟริเกต แมคเคอรอล	55	62.5	16.5	19.8
คาร์พ	40	75.4	6.0	18.0
แบลค ซี บรีม	40	75.7	1.7	21.2
โซล	40	77.7	1.2	19.5
คิงคาร์พ	30	80.0	1.3	15.9

ที่มา : The Ministry of Science and Technology of Japan (1980)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อสีดำและกล้ามเนื้อสีขาวของปลาทะเล

ชนิดปลา	ชนิดกล้ามเนื้อ	ปริมาณ (ร้อยละ)		
		ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน
ทูน่า	ดำ	66.4	22.9	6.7
	ขาว	68.5	25.1	4.6
ซาร์ดีน	ดำ	70.0	15.5	12.8
	ขาว	72.0	23.1	2.5
แมคเคอรอล	ดำ	54.2	14.5	29.7
	ขาว	65.5	21.2	13.1
แฮริ่ง	ดำ	57.8	15.5	28.2
	ขาว	74.0	22.0	13.0
คอด	ดำ	77.8	18.6	2.5
	ขาว	78.4	19.9	0.5
ฮาลิบัช	ดำ	62.0	11.3	27.3
	ขาว	77.7	14.5	7.0

ที่มา : ดัดแปลงจาก Watabe (1979)

โปรตีนซาร์โคพลาสมิก ประกอบด้วยโปรตีนที่ละลายน้ำได้หลายๆ ชนิด เช่น ไมโอเจน สามารถสกัดออกมาได้โดยใช้สารละลายเกลือที่เข้มข้นต่ำ หรือการบีบเนื้อปลาในปลาซาร์ดีนและปลาแมคเคอรอล ซึ่งเป็นปลาผิวน้ำเช่นเดียวกับปลาข้างเหลืองจะมีปริมาณโปรตีนซาร์โคพลาสมิกสูงกว่าปลาหน้าดิน (Shimizu, et al., 1976) แต่โปรตีนชนิดนี้มีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการ ต่ำกว่าโปรตีนไมโอฟิบริลลา เนื่องจากมักสูญเสียในระหว่างการล้างปลา โปรตีนไมโอฟิบริลลาซึ่งอยู่ในรูปของไมโอไฟบริลมีประมาณร้อยละ 66-77 ของปริมาณโปรตีนทั้งหมด ประกอบด้วยแอคตินไมโอซิน และโปรตีนอื่นๆเช่นโทรโปไมโอซิน และแอคตินิน ส่วนโปรตีนสโตรมาประกอบด้วยคอลลาเจนและอิลาสติน เมื่อให้ความร้อนชื้นแก่เนื้อปลา คอลลาเจนจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปเจลาตินที่ละลายน้ำ ซึ่งทำให้สามารถแยกเนื้อปลาออกจากกันง่ายขึ้น แต่จะไม่มีผลต่ออิลาสติน เพราะมีความต้านทานต่อความร้อนได้สูง (Suzuki, 1981)

กรดอะมิโนซึ่งได้จากการสลายตัวของโปรตีนด้วยเอนไซม์ พบว่าในปลามีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบตามความต้องการของร่างกายดังตารางที่ 4 ปริมาณกรดอะมิโนในกล้ามเนื้อสัตว์น้ำมีปริมาณใกล้เคียงกับสัตว์อื่นๆ แต่ปริมาณไดอะมิโนไนโตรเจนในปลาจะสูงกว่าในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม โดยเฉพาะ ไลซีน ฮีสติดีน อาร์จินิน สำหรับไลซีนใน_กล้ามเนื้อปลานั้นสูงกว่าในเนื้อวัวถึงร้อยละ 30 (Stansby and Hall, 1967)

ไขมันปลาพบอยู่ใต้ผิวหนังและกล้ามเนื้อของปลา ประกอบด้วยไขมันที่ร่างกายเก็บไว้ใช้เป็นพลังงาน (depot-fat) และไขมันที่ไม่ได้ถูกสะสมเพื่อใช้เป็นพลังงาน (nondepot-fat) เช่น ฟอสโฟลิปิดโคเลสเตอรอล (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 ช่วยลดปัญหาโรคหัวใจและไขข้ออักเสบ จากการศึกษาทางระบาดวิทยาในชาวเอสกิโมและชาวเกาะในประเทศญี่ปุ่นรวมทั้งประชากรซึ่งบริโภคปลาทะเลเป็นประจำในประเทศอื่นๆ พบว่ามีอุบัติการของโรคหลอดเลือดและโรคหัวใจต่ำกว่าประชากรที่ไม่บริโภคปลา (Hirai, et al., 1980)

ตารางที่ 4 ปริมาณกรดอะมิโนที่พบในเนื้อปลาเปรียบเทียบกับความต้องการกรดอะมิโนของร่างกายคน

กรดอะมิโน	ความต้องการของร่างกาย*/วัน (กรัม)	ปริมาณที่พบในเนื้อปลา 200 กรัม (กรัม)
ทรีโอนีน	1.0	1.6
วาลีน	1.6	2.0
ลูซีน	2.2	2.8
ไอโซลูซีน	1.4	2.0
ไลซีน	1.6	3.2
เมทไธโอนีน	2.2	1.2
ฟีนิลอะลานีน	2.2	1.4
ทริปโตเฟน	0.5	0.4

หมายเหตุ * น้ำหนัก 68 กิโลกรัม

ที่มา : Stansby และ Hall (1967)

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

3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

อาหารว่างหรืออาหารขบเคี้ยว (Snack food) หมายถึงอาหารที่รับประทานระหว่างมื้ออาหาร สามารถรับประทานได้ทันทีหรืออาจมีการเตรียมบ้างเล็กน้อย มีอายุการเก็บนานพอสมควร แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ ประเภทที่รับประทานได้ทันที ได้แก่ ขนมขบเคี้ยวต่างๆ เช่น มันฝรั่งทอด ข้าวเกรียบ อีกประเภทหนึ่งคือ ต้องมีการเตรียมเพิ่มอีกเล็กน้อย เช่น อาหารกึ่งสำเร็จรูปบางชนิด (Blenford, 1983)

Harper (1981) ได้แบ่งอาหารขบเคี้ยวออกเป็น 3 ยุคตามลำดับก่อนหลังของการแพร่หลายดังนี้ อาหารขบเคี้ยวยุคแรก (first generation snacks) ที่ผลิตและนิยมรับประทานได้แก่ มันฝรั่งทอด (conventional potato) กล้วยฉาบ ข้าวโพดคั่ว ถั่วทอด และผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบ อาหารขบเคี้ยวยุคที่ 2 (second generation snacks) ได้แก่ อาหารขบเคี้ยวสุกพองทันทีประเภทที่ทำจากการอัดพอง (Extrusion) ซึ่งที่ผลิตและจำหน่ายในเมืองไทยได้แก่ ผลิตภัณฑ์ประเภทพองกรอบ ประเภทแป้งพองกรอบ อาหารขบเคี้ยวยุคที่ 3 (third generation snacks) เป็นอาหารขบเคี้ยวที่ผลิตโดยกระบวนการที่อัดให้ออกมาเป็นรูปทรงต่างๆ เป็นประเภทที่ไม่ได้สุกพองขยายตัวทันทีที่ออกจากเครื่องอัดพอง

ลักษณะอาหารขบเคี้ยวจากที่กล่าวมา ตั้งแต่ยุคเริ่มแรกจนถึงปัจจุบันมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือมีความกรอบ มีความพองตัวและมีความหนาแน่นต่ำ (ประชา บุญญศิริกูล, 2537) ในปัจจุบันความนิยมในการบริโภคอาหารขบเคี้ยวเพิ่มมากขึ้น ซึ่งทำให้ชนิดของอาหารขบเคี้ยวมีความหลากหลายมากขึ้น ดังนั้นผู้ผลิตจึงจำเป็นต้องพัฒนาผลิตภัณฑ์อยู่ตลอดเวลา เพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภคหรือความต้องการของตลาด

ตลาดอาหารขบเคี้ยว อาหารขบเคี้ยวเป็นสินค้าที่มีแนวทางการตลาดกว้างขวางหลากหลายและมีการขยายตัวเพิ่มขึ้น Tettweiler (1991) รายงานว่า ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา คือปี ค. ศ. 1979-1988 ตลาดอาหารว่างในประเทศสหรัฐอเมริกาขยายตัวขึ้นร้อยละ 88 คิดเป็นมูลค่า 10 พันล้านเหรียญสหรัฐ ขณะที่ตลาดยุโรปมีการขยายตัวร้อยละ 80 คิดเป็นมูลค่า 5.3 พันล้านเหรียญสหรัฐ ในปี ค.ศ.1988 ตลาดอาหารว่างในประเทศญี่ปุ่นมีมูลค่า 3.5 พันล้านเหรียญสหรัฐ สำหรับในประเทศไทยตลาดอาหารว่างประเภทต่างๆ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกๆปี โดยที่ความเติบโตของตลาดเป็นไปในลักษณะที่แปรปรวนเนื่องจากเป็นวัฏจักรที่เปลี่ยนแปลงเร็วมาก เพราะส่วนแบ่งของตลาดขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ ด้วย นอกเหนือจากรสชาติ และคุณภาพของ

ผลิตภัณฑ์ เช่น การใช้ภาชนะบรรจุ การใช้สื่อโฆษณา (ศูนย์ข้อมูลคู่แข่งดาต้าแบงค์, 2537) และพบว่าในช่วง 3 ปี ที่ผ่านมา การพัฒนาด้านอาหารขบเคี้ยวมีความเจริญก้าวหน้าเป็นอย่างมากในสมัย 10 ปีก่อนมีเพียงไม่กี่ยี่ห้อ ส่วนใหญ่เป็นประเภทรสกุ้งคล้ายๆ ข้าวเกรียบกุ้ง แต่ในปัจจุบันอาหารขบเคี้ยวมีจำหน่ายในตลาดมากกว่า 30-40 ยี่ห้อ มีรูปร่างและรสชาติแตกต่างกันไป เช่น รสกุ้ง ปลา ปลาหมึก มันฝรั่ง สเต็ก พิซซ่าหรือเคลือบคาราเมลและน้ำผึ้ง ทั้งได้พัฒนาภาชนะบรรจุให้ดูสะอาดสวยงามและน่ารับประทาน คุณภาพเทียบเท่าอาหารขบเคี้ยวจากต่างประเทศ (นิรนาม, 2533) อย่างไรก็ตาม ยังมีการนำเข้าผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากต่างประเทศ และมีแนวโน้มมากขึ้น จะเห็นได้จากสถิติการนำเข้าอาหารสำเร็จรูปที่ทำจากธัญชาติ ทั้งปริมาณและมูลค่าของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นทุกๆ ปี ดังแสดงในตารางที่ 5 ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเพื่อออกสู่ตลาด จึงมีโอกาสประสบความสำเร็จสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งแล้วน่าจะมีการนำเอาวัตถุดิบอย่างอื่นที่มีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าวัตถุดิบประเภทแป้งมาใช้ในการผลิต เพื่อจะได้ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวชนิดใหม่ที่คุณภาพสูงออกสู่ตลาด อาหารขบเคี้ยวบางชนิดที่มีจำหน่ายในตลาด แสดงในตารางที่ 6 (Tettweiler, 1991)

4. วัตถุดิบที่ใช้ผลิตอาหารขบเคี้ยว

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

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

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

ตารางที่ 5 สถิติการนำเข้าอาหารสำเร็จรูป ซึ่งทำจากธัญชาติหรือผลิตภัณฑ์ธัญชาติที่ได้จากการทำให้พองหรือฟู และผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกัน พ.ศ. 2527-2533

ปี	ปริมาณ(กิโลกรัม)	มูลค่า(บาท)
2527	57,246	4,054,201
2528	55,935	5,054,201
2529	81,207	6,763,986
2530	82,708	7,506,936
2531	161,090	15,473,115
2532	305,769	28,953,750
2533	507,925	49,279,377

ที่มา : ดัดแปลงจากกรมศุลกากร (2534)

ตารางที่ 6 กลุ่มของอาหารขบเคี้ยวและตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ในแต่ละกลุ่มที่วางจำหน่าย

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์
อาหารขบเคี้ยวประเภทร้อน (Hot snacks)	Minipizzas,Pizza Baguettes,etc.
	Toasts au gratin
	Cup noodle Spring rolls
อาหารขบเคี้ยวประเภทเย็น (Cold snack)	
นมและผลิตภัณฑ์	Yoghurts,Plain and/or with fillings
	Mini cheesecubes
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
	Rice snacks
	Fruit sticks /rolls Dip sticks

ที่มา: ดัดแปลงจาก Tettweiler (1991)

5. อาหารขบเคี้ยวจากเนื้อปลา

เนื้อปลาเป็นอาหารที่ให้โปรตีนสูง สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายรูปแบบ เช่น ใช้ประกอบอาหารในครัวเรือน นำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ลูกชิ้นปลา ปลาเค็ม ปลาแห้ง ปลารมควัน ผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบด รวมถึงผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ทำจากเนื้อปลาที่เป็นที่รู้จักกันดีในแถบประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 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 ได้แก่ ปลาฉลาม ปลาตาหวาน และปลาดาบ วิธีการทำโดยนำเอาเนื้อปลาดังกล่าวที่ผ่านการแยกเอากระดูกและก้างออกแล้ว ในอัตราส่วน 2:1:1 มาผสมกับส่วนอื่นๆ โดยใช้เนื้อปลาร้อยละ 74 แป้งมันสำปะหลัง เกลือป่น น้ำตาลทรายขาว และพริกไทยป่น ร้อยละ 15 7 2 และ 2 ตามลำดับ ผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน แล้วนำไปทำให้สุก โดยวิธีการ 2 วิธี คือ รีดส่วนผสมผ่านลูกกลิ้งร้อน 2 ลูก จากนั้นตัดเป็นเส้นแล้วนำไปอบแห้ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้นประมาณร้อยละ 14 วิธีที่สองคือ อัดส่วนผสมผ่านรูเล็กๆ ส่วนผสมจะเลื่อนลงในน้ำเดือด เมื่อสุกตักขึ้นแช่ในน้ำเย็นแล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้อแน่นกรอบหอม และได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นอาหารว่างหรือรับประทานเป็นกับแกล้ม

ผลิตภัณฑ์ปลาแห้งเป็นอาหารขบเคี้ยวอีกชนิดหนึ่งที่มีหลายรูปแบบ นิยมบริโภคมากในพื้นที่แถบชายฝั่งทะเลเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความกรอบปลาที่นิยมนำมาใช้ผลิตอาหารขบเคี้ยวส่วนมากเป็นปลาผิวน้ำที่มีขนาดเล็ก เช่นปลาไส้ตัน ปลาซาร์ดีน ปลาแฮริ่ง ปลาแมคเคอเรล หรือหากเป็นปลาที่มีขนาดใหญ่ก็จะทำในรูปปลาแล่ (Nielson and Bruun, 1990)

ทิดบิทส์ (tidbits) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว ในลักษณะปลาแห้งปรุงรส กระบวนการผลิตใช้ปลาขนาดเล็กทั้งตัวหรือถ้าเป็นปลาขนาดใหญ่จะตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆนำมา ล้างน้ำให้สะอาดแล้วชุบแป้งก่อนที่จะทอดในน้ำมันที่ร้อนจัด ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความกรอบ นิยมบริโภคกับเบียร์หรือเครื่องดื่มอื่นๆ ในประเทศอังกฤษเรียกผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ว่า "Whitebait" ส่วนในประเทศญี่ปุ่นเรียกว่า "tempura" (Nielsonand Bruun, 1990)

6. ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ

ปลาสะเต๊ะในภาษามาเลเซียใช้คำว่า "sate ikan" ซึ่งหมายถึง ชิ้นปลาสดหรือชิ้นปลาที่ทำให้สุกแล้วเสียบด้วยไม้ (Coope, 1987) และพบในบางรายงานใช้คำว่า satay fish หรือ barbecued fish โดยได้อธิบายถึงกระบวนการผลิตไว้ว่า นำปลาแล่มาแช่ในน้ำปรุงรสก่อนที่จะทำแห้งแล้วอบจนกระทั่งกรอบ (Chng, et al., 1991)

Wan Rahimah (1982) กล่าวว่าในประเทศมาเลเซียมีการผลิตปลาสะเต๊ะเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน ซึ่งปลาที่นำมาใช้ในการผลิตเป็นปลาที่เป็นผลพลอยได้จากการประมงขนาดความยาวเฉลี่ย 7-10 เซ็นติเมตร.เช่น ปลาแพะเหลือง (yellow goat fish, Upeneus sulphureus) red mullet (Parpencus heptacanthus) และ thread-finned bream (Nemipterus sp.) ซึ่งขั้นตอนการผลิตแบบดั้งเดิมโดยการนำปลาสดมาตัดหัวขอดเกล็ดแล่แบบผีเสื้อ เอาเครื่องใน และกระดูกออก ล้างทำความสะอาด นำไปตากแดดให้แห้งแล้วผ่านลูกกลิ้ง จากนั้นจุ่มในน้ำ-ปรุงรส 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 พริกป่น 3 กรัม ผงชูรส 2 กรัม ขิง 20 กรัม และน้ำ 400 มิลลิลิตร และอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที ดังภาพที่ 1 ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ได้มีมูลค่าเพิ่มขึ้นเป็น

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)

กิโลกรัมละ ประมาณ 20 เหรียญมาเลเซีย จากราคาปลาสดกิโลกรัมละประมาณ 0.25 เหรียญมาเลเซีย

Jamilah (1985) รายงานว่า ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ผลิตจากเนื้อปลาบดที่ได้จากปลาผลพลอยได้จากการประมง ผสมกับส่วนผสมอื่นๆ แล้วบรรจุในไส้เซลลูโลส นำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาหั่นเป็นแว่นๆ เสียบไม้ไผ่ ไม้ละ 2-3 ชิ้น ให้ความร้อน 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที แล้ว จุ่มในน้ำซอสปรุงรสก่อนการบรรจุเพื่อจำหน่าย

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

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

ในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างมีระบบจะมีการทดลองผลิตภัณฑ์กับผู้บริโภคเป็นระยะๆ ผู้บริโภคจะเข้ามามีบทบาทในการเลือกแนวความคิดของผลิตภัณฑ์ (product concept) การเลือกผลิตภัณฑ์จากสูตรตามที่นิยม และการประเมินผลผลิตภัณฑ์ขั้นทดลองในระดับนำร่อง (pilot plant) และขั้นโรงงาน (process line) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคถือว่ามีความสำคัญเพราะเป็นส่วนหนึ่งที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นได้รับความสำเร็จ ในเชิงพานิชย์ วิธีการและเทคนิคที่จะใช้ในการศึกษาผู้บริโภคนั้นมีมากมาย สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

การศึกษาเค้าโครงลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนา และการศึกษาปฏิกิริยาของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่พัฒนา วิธีการศึกษาปฏิกิริยาของผู้บริโภคที่นิยมใช้กัน ได้แก่ การสำรวจความต้องการของผู้บริโภค (consumer survey) มักจะใช้วิธีการสัมภาษณ์ โดยให้ผู้บริโภคที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามที่เตรียมมา (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2529)

7. ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

คุณภาพอาหารขบเคี้ยวมีความสำคัญต่อการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของอาหารขบเคี้ยวมีหลายประการดังนี้

7.1 วัตถุดิบและส่วนผสม

วัตถุดิบชนิดต่างๆ ที่นำมาผลิตอาหารขบเคี้ยว มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งสิ้น สำหรับผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิต ประกอบด้วย ปลา และเครื่องปรุงรส

ปลา โดยทั่วไปปลาซึ่งเป็นสัตว์น้ำ เป็นวัตถุดิบที่เสื่อมคุณภาพได้ง่าย ทันทีที่ปลาตายจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งมีผลให้คุณภาพของปลาเปลี่ยนแปลง กล่าวคือ ความสดของปลาจะลดลงเรื่อยๆ ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ Almas (1981) กล่าวว่า สามารถตรวจสอบความสดของปลาได้โดยพิจารณาคุณภาพภายนอก คือ ลักษณะปรากฏ ปลาที่มีความสดมีลักษณะผิวหนังเป็นมัน เหงือกสีแดง ไม่มีเมือก ตาใส สะอาด นูน พื้นท้องไม่แตก รสชาติของเนื้อปลาที่มีความสดภายหลังการทำให้สุกจะมีรสชาติดี สำหรับลักษณะของเนื้อปลาเป็นเงาสีใส เนื้อสัมผัสยืดหยุ่น เมื่อทำให้สุกชิ้นเนื้อจะเกาะรวมตัวกันแน่น สำหรับคุณภาพภายในเป็นคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางอาหาร รวมทั้งสารพิษที่เกิดจากแบคทีเรีย Tanikawa และคณะ (1985) กล่าวว่า องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น ถ้าเนื้อปลามีไขมันเป็นองค์ประกอบในปริมาณสูง เมื่อนำไปแปรรูปเป็นปลาแห้งทำให้เกิดการหืนในระหว่างการเก็บรักษา

เครื่องเทศ ไม่จัดว่าเป็นอาหารเพราะมีคุณค่าทางอาหารน้อยมาก แต่เครื่องเทศช่วยทำให้รสและกลิ่นของอาหารดีขึ้น ทำให้อาหารน่ารับประทาน จึงได้จัดเครื่องเทศไว้เป็นอาหารเสริมหรือเครื่องเคียง คุณค่าของเครื่องเทศอยู่ที่กลิ่นและน้ำมันหอม (essential oil) ที่มีอยู่ในเครื่องเทศนั้น (พยอม ตันติวัฒน์, 2521) การใช้ประโยชน์จากเครื่องเทศส่วนใหญ่มุ่งในด้านปรุงแต่งกลิ่นรส

อาหารเป็นสำคัญ ส่วนของเครื่องเทศที่ใช้ในการประกอบอาหารได้แก่เปลือก ดอก ลำต้นใต้ดิน ผล รากใบ (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2527) Dziezak (1989) และ Giese (1994) กล่าวว่า เครื่องเทศที่ใช้กับ ผลิตภัณฑ์อาหารมี 3 รูปแบบ คือ ในสภาพที่ยังไม่แปรรูป เช่น ใบ เมล็ด จะให้กลิ่นและกลิ่นรสของเครื่องเทศ แต่มีข้อเสีย คือ กลิ่นรสจะถูกปลดปล่อยออกมาช้า และกระจายไม่ถั่วถึง เครื่องเทศบด เป็นการนำเอาส่วนต่างๆ ของเครื่องเทศมาบดให้มีขนาดเล็กลง ทำให้กลิ่นรสถูกปลดปล่อยออกมาเร็วขึ้น แต่อาจทำให้เกิดการสูญเสียกลิ่นรสในระหว่างการบดและเครื่องเทศอีกรูปแบบหนึ่งคือเครื่องเทศสกัดซึ่งอยู่ในรูปน้ำมันหอมระเหยและโอริโอเรซิน การนำเครื่องเทศรูปแบบใดมาใช้กับผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามสิ่งที่ต้องคำนึงคือคุณภาพของเครื่องเทศ ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเครื่องเทศมาจากพื้นที่ปลูกหลาย ๆ พื้นที่ทำให้การควบคุมคุณภาพทำได้ยาก การผลิตเครื่องเทศให้ได้คุณภาพดีต้องดูแลด้านความสะอาด การป้องกันการกัดกินของหนูและแมลง และการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ Giese (1994) กล่าวว่า สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ในเครื่องเทศได้โดยการใช้เอททิลีนออกไซด์ ซึ่งองค์การอาหารและยาอนุญาตให้มีสารนี้ตกค้างอยู่ได้ไม่เกิน 50 พีพีเอ็ม นอกจากนี้ยังอนุญาตให้ใช้รังสีในการลดปริมาณจุลินทรีย์ในเครื่องเทศ โดยใช้ใน ปริมาณไม่เกิน 30 กิโลเกรย์

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

CENTRAL LIBRARY
PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ขิง (Ginger, Zingiber officinale Vern Adrak) เป็นพืชพื้นเมืองทางทวีปเอเชีย เช่น อินเดีย จีน ไทย ขิงมีลำต้นใต้ดินเรียกว่า เหง้า ซึ่งเป็นส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์พบสารประกอบพวกแป้งยางเมือก น้ำมันชัน และน้ำมันหอมซึ่งมีอยู่ในขิง ร้อยละ 1-2 ประกอบด้วยสาร Sesqniterpene hydro-carbon ร้อยละ 50 ได้แก่ Zingiberene สาร Sesqniterpene alcohols ได้แก่ Zingerberol, Monoterpenoids Ester ของ Acetic acid และ Cuprylic acid และพบสารประเภท ฟีนอล ในปริมาณน้อยมาก ส่วนน้ำมันชันเป็นสารที่ให้กลิ่นฉุน 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 สารเหล่านี้อยู่บริเวณไส้ของผลการใช้ประโยชน์ของพริกในด้านอาหารคือ ใช้แต่งรสของเครื่องดื่มและเหล้า ผสมเป็นเครื่องแกง ซึ่งจะให้รสเผ็ดแก่อาหาร (พยอม ตันติวัฒน์, 2521)

พริกไทย (pepper, Piper nigrum Linn.) มี 2 แบบคือ พริกไทยดำ (black pepper) ซึ่งได้จากผลพริกไทยที่ผลโตเต็มที่แต่ยังไม่สุก เมื่อเก็บจากต้นแล้วนำมาทำให้แห้งจนผลเปลี่ยนเป็นสีดำ และพริกไทยล่อน (white pepper) ซึ่งจะเก็บผลสุกของพริกไทยนำมาแช่น้ำเพื่อลอกเอาเปลือกชั้นนอกออกไป และนำมาผึ่งให้แห้ง พริกไทยดำ มีน้ำมันระเหยอยู่ร้อยละ 2-4 มีสารอัลคาลอยด์หลัก คือ 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 เมื่อนำไปทอดจะให้ค่า

อัตราการพองตัว และอัตราการดูดน้ำ 5.35 และ 3.63 เท่า ซึ่งสูงกว่าหนังหมูต้มในน้ำเดือดอย่างเดียว เมื่อผลิตเป็นหนังหมูปรุงรส ได้รับการยอมรับในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสจากผู้บริโภคดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้หนังหมูที่ไม่ผ่านการแช่ในสารละลาย $NaHCO_3$

7.2 ความชื้นของผลิตภัณฑ์

ความชื้นของผลิตภัณฑ์มีความสำคัญต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ เช่น โครงสร้าง ลักษณะเนื้อสัมผัส คุณค่าทางโภชนาการ รวมทั้งรสชาติของอาหารด้วย ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในอาหารจึงส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติดังกล่าว (Troller and Christina, 1978) มานะ จึงตระกูล (2531) กล่าวว่า ระดับความชื้นมีผลต่อความกรอบของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการผลิตอาหารขบเคี้ยวเพื่อให้คุณภาพที่ดีต้องคำนึงถึงการลดปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง และได้ระดับความชื้นที่เหมาะสม สมบัติ ขอทวีวัฒนา (2529) กล่าวว่าในการลดความชื้นของอาหารในการทำแห้งจะเกิดการหดตัว ซึ่งทำให้โครงสร้างเสียหายกล่าวคือ เมื่อน้ำระเหยออกจากอาหารทำให้เกิดช่องว่าง ผิวด้านนอกของอาหารจะพยายามเข้าไปแทนที่ช่องว่างอันนั้น ทำให้เซลล์เกิดการหดตัวเข้าไปเท่าๆ กันทุกส่วนของอาหาร Balaban และ Pigott (1986) ศึกษาถึงการหดตัวของกล้ามเนื้อปลาในระหว่างการทำแห้ง โดยใช้ปลาโอเซียนเพิช (oceanperch, Sebastes marinus) แล่แบบ fillets และเอาหนังออก ตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยม และลดความชื้นโดยการทำแห้งที่อุณหภูมิ 24.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 35 และความเร็วลม 35.6 เมตร/นาที จำนวน 30 ตัวอย่างพบว่า ความยาว ความกว้าง และความหนาของชิ้นปลาเกิดการ หดตัวร้อยละ 20 50.5 และ 50.6 ตามลำดับ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงความชื้นที่เกิดจากการทำแห้งยังส่งผลกระทบต่อคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ การทำแห้งทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพ อุณหภูมิที่ทำให้เกิดการเสียสภาพของโปรตีนจะแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของโปรตีนและชนิดของปลา (Aitken and Connell, 1979) โดยทั่วไปพบว่าโปรตีนร้อยละ 90 จะเสียสภาพที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส แต่โตรโปไมโอซินอาจทนได้จนถึงอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (Connell, 1962) Opstvedt (1988) กล่าวว่าความรุนแรงของผลกระทบต่อคุณภาพของโปรตีนในอาหารขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและระยะเวลาในการทำแห้ง นอกจากนี้ การทำแห้งส่งเสริมให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและการเหม็นหืน (Aitken and Connell, 1979) ผลของปฏิกิริยาจะได้สารประกอบคาร์บอนิล ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในลักษณะเดียวกันกับการเกิดจุดสีน้ำตาลระหว่างกรดอะมิโนกับน้ำตาลรีดิวซ์ (Bligh, et al., 1988) ซึ่งก็ส่งผลให้คุณค่าทางอาหาร

ลดลง สำหรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยเฉพาะความกรอบของผลิตภัณฑ์นั้นพบว่าผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวแต่ละชนิดมีระดับความชื้นที่เหมาะสมแตกต่างกัน จากการศึกษาการผลิตแคบหมูปรุงกลิ่นรสของสายใจ จริยาเอกภาส (2536) พบว่า ระดับความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่พอเหมาะที่ทำให้ผู้บริโภคยอมรับคุณภาพด้านประสาทสัมผัส คือ ร้อยละ 2.69-3.42

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

8. การเก็บรักษาและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สภาวะการเก็บรักษา ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว คุณภาพของผลิตภัณฑ์จะลดต่ำลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น การเสื่อมเสียคุณภาพของอาหารขบเคี้ยวจนผู้บริโภคไม่ยอมรับ คือการสูญเสียความกรอบและการเหม็นหืน การสูญเสียความกรอบเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นต่ำมาก ทำให้สามารถดูดซับความชื้นจากอากาศบริเวณข้างเคียงได้ง่าย และถ้าความชื้นเกินระดับหนึ่งแล้วผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจะไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ส่วนการเหม็นหืนเกิดขึ้นเนื่องจากในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวมีไขมันหรือน้ำมันเป็นองค์ประกอบ โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภททอด (มานะ จึงตระกูล, 2531) Matz (1984) กล่าวว่าไขมันจะเป็นตัวก่อให้เกิดการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ได้โดยเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน (oxidative rancidity) และเกิดปฏิกิริยาการสลายตัว (hydrolytic rancidity) ซึ่งมีผลโดยตรงต่อ กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์

การป้องกันการสูญเสียความกรอบโดยการป้องกันการดูดความชื้นของผลิตภัณฑ์ซึ่งวิธีการหนึ่งที่สามารถทำได้คือการใช้ภาชนะบรรจุที่เหมาะสม Matz (1984) กล่าวว่า การจะเลือกใช้วัสดุบรรจุชนิดใดเพื่อบรรจุอาหารขบเคี้ยวขึ้นอยู่กับความเหมาะสม 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

ถุงพลาสติกเป็นบรรจุภัณฑ์อีกประเภทหนึ่ง ที่สามารถใช้บรรจุอาหารได้ ทำจากฟิล์มพลาสติก ซึ่งชนิดที่รู้จักกันดีได้แก่ 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 ความสามารถในการสกัดกั้นไอน้ำ และอากาศดีขึ้น (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 ซึ่งมีผลให้การยอมรับผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นในทุกสภาวะการเก็บรักษา ตัวอย่างที่เก็บในถุงอลูมิเนียมฟอยล์เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ น้อยกว่าตัวอย่างที่เก็บในถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน เช่นเดียวกับตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อยกว่าตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง การยอมรับผลิตภัณฑ์จึงสูงกว่า

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

ธรรมนูญ โปรดปราน (2536) ศึกษาการเก็บรักษาหนังไก่ทอด ปรุงกลิ่นรส โดยบรรจุในถุงพลาสติกลามิเนตของครัยโอแวค และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตด้วยพลาสติก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าผลิตภัณฑ์มีความชื้นและค่าทีบีเอสูงขึ้น มีคุณภาพด้านประสาทสัมผัส ด้านความกรอบลดลง และกลิ่นออกซิไดซ์เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อยกว่าและได้รับการยอมรับสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ลามิเนตด้วยพลาสติกสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกลามิเนตของครัยโอแวค

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาพัฒนากระบวนการผลิตและเครื่องปรุงรสผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ
2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะระหว่างการเก็บรักษาในภาชนะที่แตกต่างกัน
3. ศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะของผู้บริโภค

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุ

1. ปลาข้างเหลือง (yellowstripe trevally, Selaroides leptolepis) จากบริษัทแหลมทองการประมงจำกัด อ.เมือง จ.ปัตตานี เป็นปลาที่มีขนาดความยาว 5-6 เซนติเมตรอยู่ในรูปปลาแล่แบบผีเสื้อแช่เยือกแข็ง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

2. เครื่องปรุงรสผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย ขิงป่น (ตรากริฟฟิทซ์) พริกไทยป่น (ตราเกษตร) พริกขี้หนูป่น (ตราเกษตร) ซอสถั่วเหลือง (ตราง่วนเชียง) เกลือป่น น้ำตาลทราย และผงชูรส

3. น้ำมันปาล์ม (ตรามรกต)

4. ผงฟู (โซเดียมไบคาร์บอเนต)

5. บรรจุภัณฑ์ประกอบด้วย

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

6. วัสดุและเคมีภัณฑ์ สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี ที่ใช้ในการวิเคราะห์

- ปริมาณโปรตีน
- ปริมาณไขมัน
- ปริมาณสารประกอบไนโตรเจนในรูปด่างที่ระเหยได้ทั้งหมด
- ปริมาณแคลเซียม
- ปริมาณฟอสฟอรัส
- ปริมาณทีบีเอ
- ปริมาณพลังงาน

7. วัสดุและอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์
   - ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Viable Count)
   - ปริมาณ Escherichia coli
   - ปริมาณ Staphylococcus aureus
   - ปริมาณเชื้อรา

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย
   - เครื่องทำแห้งแบบกระแสลมร้อน (hot air dryer)
   - ลูกกลิ้งสำหรับรีดปลา
   - ตู้อบแบบขดลวดไฟฟ้า
2. อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมีประกอบด้วย
   - 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. อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์
4. อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

วิธีการ

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของวัตถุดิบหลัก

เก็บตัวอย่างปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อแช่เยือกแข็งที่ผ่านการละลายน้ำแข็ง โดยการวางไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ประมาณ 12 ชั่วโมง จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดจะทำการวิเคราะห์ 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)

ตอนที่ 2 สำรวจลักษณะผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะในอุดมคติของผู้บริโภค

เพื่อหาเค้าโครงลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ (ideal product : I) ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะตามวิธีการที่ได้ดัดแปลงจากวิธีของ Wan Rahimah (1982) ดังรายละเอียดในหัวข้อวิธีเตรียมเครื่องปรุงรสและการผลิตปลาสะเต๊ะ และภาพที่ 2 ซึ่งเรียกว่าสูตรต้นแบบ 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) ของแต่ละปัจจัยที่ได้ไปวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2535) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆกับค่าการยอมรับและแสดงผลในลักษณะแผนภาพใยแมงมุม เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด

ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ

↓

อบที่อุณหภูมิ 40-45 °ซ นาน 1.5 ชั่วโมง
แล้วเพิ่มอุณหภูมิเป็น 55-60 °ซ จนกระทั่ง
ปลามีความชื้นร้อยละ 10-11

↓

ทิ้งให้เย็น

↓

ผ่านลูกกลิ้ง

↓

จุ่มในน้ำปรุงรส

↓

อบแห้งที่อุณหภูมิ 150 ° ซ นาน 25 นาที

↓

ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ

ภาพที่ 2 กระบวนการผลิตปลาสะเต๊ะสูตรต้นแบบ
ที่มา: ดัดแปลงจาก Wan Rahimah (1982)

วิธีการเตรียมเครื่องปรุงรสและการผลิตปลาสะเต๊ะ

ส่วนผสมของเครื่องปรุงรส

ส่วนผสม	กรัม	ร้อยละ
ขิงป่น	20	3.6
พริกไทยป่น	3	0.54
ผงชูรส	2	0.36
เกลือป่น	5	0.96
พริกขี้หนูป่น	15	2.7
น้ำตาล	110	19.82
น้ำ	400	72.07

วิธีการปรุงเครื่องปรุงรส

ชั่งส่วนผสมทั้งหมดในปริมาณตามสูตรกำหนด เติมส่วนผสมกลุ่มแรกคือ เกลือ ผงชูรส และน้ำตาลลงในน้ำ ตั้งไฟให้ร้อนพร้อมกับคนจนส่วนผสมละลายหมด แล้วเติมส่วนผสมที่เหลือคือขิงป่น พริกขี้หนูป่น และพริกไทยป่นลงไป คนให้เข้ากัน ต้มจนเดือด แล้วทิ้งไว้ให้เย็น

การผลิตปลาสะเต๊ะ

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

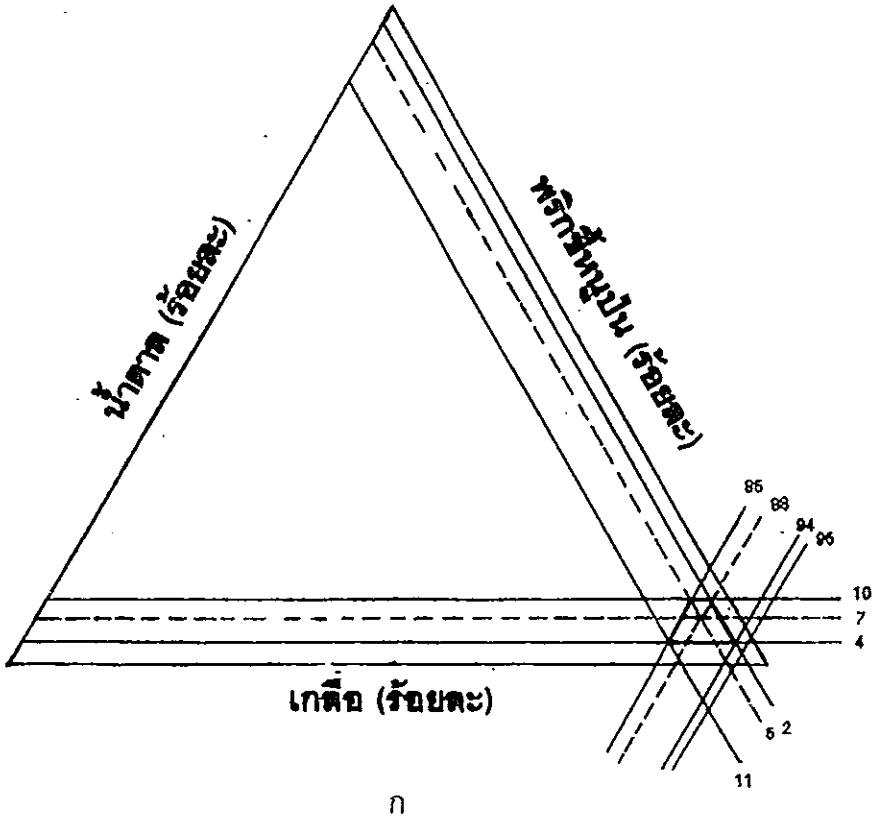
ตอนที่ 3 การพัฒนาสูตรเครื่องปรุงรส

วางแผนแบบมิกซ์เจอร์ โดยนำเครื่องปรุงรส คือ น้ำตาล เกลือ และพริกขี้หนูป่น มาพิจารณา และกำหนดให้เครื่องปรุงรสอื่นคงปริมาณเดิมไว้ ขณะเดียวกันก็เพิ่มซอสถั่วเหลืองซึ่งมีเกลือในปริมาณร้อยละ 19.6 โดยน้ำเข้าไปในสูตรเครื่องปรุงรส เพื่อช่วยในการลดกลิ่นรสคาว รวมถึงเพิ่มความกลมกล่อมของรสชาติ ซึ่งในการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1 ได้กำหนดช่วงปริมาณของน้ำตาล เกลือ และพริกขี้หนูป่น ดังนี้ น้ำตาล ร้อยละ 85-95 พริกขี้หนูป่น ร้อยละ 2-11 และเกลือร้อยละ 4-10 โดยปริมาณเกลือทั้งหมดคิดรวมปริมาณเกลือในซอสถั่วเหลืองด้วย ดังภาพที่ 3 จะได้สัดส่วนของน้ำตาล เกลือ พริก ดังตารางที่ 7 และสูตรเครื่องปรุงรส 5 สูตร ดังตารางที่ 8 การผลิตปลาสะเต๊ะโดยใช้เครื่องปรุงรสตามสูตรดังกล่าว แล้วทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบเรียงลำดับความชอบ (Dov,1988) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนเล็กน้อยจำนวน 20 คน วิเคราะห์ถึงผลของน้ำตาล เกลือ และพริกขี้หนูป่น ต่อความชอบผลิตภัณฑ์ของ ผู้บริโภคตามวิธีการของ Earle และ Anderson (1985) ซึ่งจะทำให้ทราบว่าควรเพิ่มหรือลดสัดส่วนของเครื่องปรุงรสไปในทิศทางใด

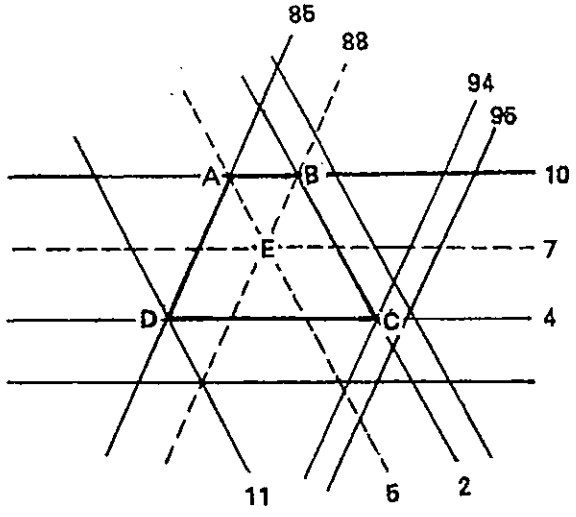
วางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 2 โดยกำหนดปริมาณเกลือร้อยละ 7-12 ปริมาณ พริกขี้หนูป่นร้อยละ 0-2 ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 85-100 ซึ่งแสดงดังภาพที่ 4 สัดส่วนของ น้ำตาล เกลือ พริกขี้หนูป่น และสูตรเครื่องปรุงรสที่ได้แสดงดังตารางที่ 9 และ 10 ทำการผลิต ผลิตภัณฑ์และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่นเดียวกับการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1 คัดเลือกสูตรที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุดมาทดลองต่อโดยกระบวนการผลิตเช่นเดิม แต่เพิ่มระยะเวลาในการอบที่ อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียสเป็น 60 นาที ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีเรโชโพรไฟล์ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้ว 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

การปรับปรุงกลิ่นรสเครื่องเทศ

เมื่อนำสูตรเครื่องปรุงรสที่ได้พัฒนาแล้ว ไปใช้กับปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดซึ่งพบว่าผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบมีกลิ่นรสเครื่องเทศแรงขึ้น จึงได้ปรับปรุงกลิ่นรส เครื่องเทศสำหรับปลาสะเต๊ะแบบอบดังต่อไปนี้



ก



ข

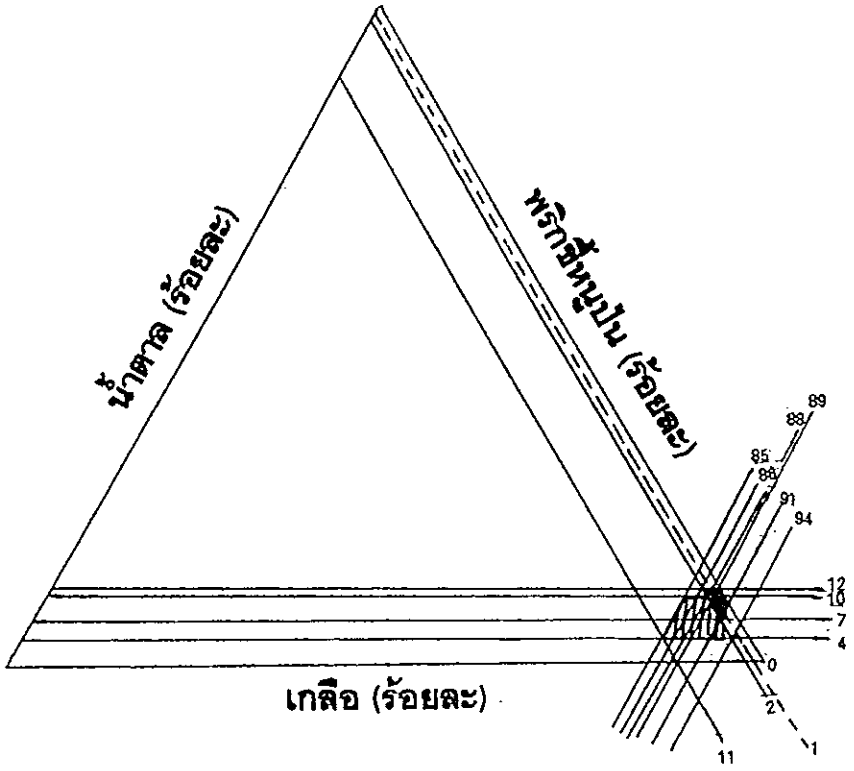
ภาพที่ 3 แผนภาพการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1 (ก)และภาพขยาย 3 เท่า (ข)

ตารางที่ 7 สัดส่วนระหว่าง เกลือ น้ำตาลและพริกขี้หนูป่น จากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1

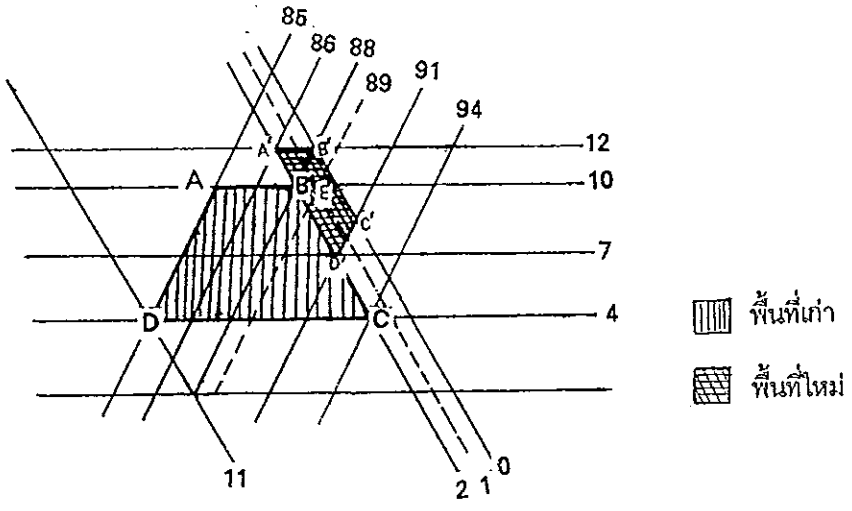
ปริมาณ (ร้อยละ)	สูตร A	B	C	D	E
เกลือ	10	10	4	4	7
น้ำตาล	86	88	94	86	88
พริกขี้หนูป่น	5	2	2	11	5

ตารางที่ 8 เครื่องปรุงรสสูตรต่างๆ ที่ได้จากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1

ส่วนผสม (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
พริกขี้หนูป่น	1.2	0.5	0.5	2.5	1.2
เกลือป่น	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 9 สัดส่วนระหว่าง เกลือต่อ น้ำตาล ต่อพริกขี้หนูป่น จากการวางแผนการทดลองแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 2

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

ตารางที่ 10 เครื่องปรุงรสสูตรต่างๆที่ได้จากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 2

ส่วนผสม (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
เกลือป่น	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

การปรับปรุงครั้งที่ 1

กำหนดให้ส่วนผสมอื่นๆ คงที่ตามสูตรที่ได้พัฒนาแล้ว ยกเว้นขิง และจัดชุดการทดลอง 3 ชุดคือ กำหนดปริมาณขิงในสูตรเป็น 5 10 และ 15 กรัม ผลิตปลาสะเต๊ะแบบอบโดยปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสดังกล่าวทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในปัจจัยคุณภาพต่อไปนี้ การเกาะของเครื่องปรุงรส กลิ่นรสเครื่องเทศ กลิ่นรสคาว ความเผ็ด และความชอบรวมใช้วิธีการประเมินคุณภาพแบบเรโชโพรไฟล์ โดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการ ฝึกฝนแล้วจำนวน 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 ซึ่งคัดเลือกระดับความชื้น ของปลาไว้ 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

จัดชุดการทดลองแบบแฟกทอเรียลซึ่งจะได้ 4 ชุดการทดลอง ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ ดังรายละเอียดในภาพที่ 5 ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ได้ เรียกว่า ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ

ปลาช้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ

↓

อบที่อุณหภูมิ 45 °ซ นาน 1.5 ชั่วโมง
แล้วเพิ่มอุณหภูมิเป็น 60 °ซ จนกระทั่ง
ปลามีความชื้นร้อยละ 40 และ 30

↓

ผ่านลูกกลิ้ง

↓

จุ่มในน้ำปรุงรส

↓

อบที่อุณหภูมิ 150 °ซ ระยะเวลา 60 นาที และ 80 นาที

↓

ปลาสะเต๊ะแบบอบ

ภาพที่ 5 กระบวนการผลิตปลาสะเต๊ะแบบอบ

แบบอบ ซึ่งจะทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความกรอบความแข็ง และความชอบเนื้อสัมผัสรวม ใช้วิธีการประเมินคุณภาพแบบพรรณนาเชิงปริมาณ (Quantitative descriptive analysis : QDA) โดยผู้ทดสอบชิมที่การฝึกฝนแล้ว 10 คน นำคะแนนการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้แผนการทดลองแบบแฟกทอเรียลในบล็อก (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

4.3 การศึกษาผลของโซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) ต่อลักษณะ เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

แช่ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตก่อนที่จะนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะตามกระบวนการผลิตที่คัดเลือกจากข้อ 4.2.1 (แบบอบ) และข้อ 4.2.2 (แบบทอด) ปัจจัยที่ศึกษาคือ

- ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ซึ่งมี 2 ระดับความเข้มข้น คือร้อยละ 1 และร้อยละ 1.5 ชุดการทดลองในแต่ละกระบวนการผลิตปลาสะเต๊ะประกอบด้วย 3 ชุดการทดลอง คือ

ชุดการทดลองที่ 1 ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อไม่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 แช่ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 1 นาน 10 นาที

ชุดการทดลองที่ 3 แช่ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 1.5 นาน 10 นาที

ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ

↓

อบที่อุณหภูมิ 45 °ซ นาน 1.5 ชั่วโมงแล้ว
เพิ่มอุณหภูมิเป็น 60 °ซ จนกระทั่งปลามีความชื้น
ร้อยละ 40 และ 30

↓

ผ่านลูกกลิ้ง

↓

ทอดในน้ำมันอุณหภูมิ 220 °ซ
ระยะเวลา 30 วินาที และ 45 วินาที

↓

จุ่มในน้ำปรุงรส

↓

อบที่อุณหภูมิ 150 °ซ นาน 25 นาที

↓

ปลาสะเต๊ะแบบทอด

ภาพที่ 6 กระบวนการผลิตปลาสะเต๊ะแบบทอด

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

ตอนที่ 5 การประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ผลิตปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดตามกระบวนการผลิตที่คัดเลือกและปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสตามสูตรที่ได้พัฒนาแล้วในตอนที่ 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

ในปัจจัยคุณภาพเช่นเดียวกับตอนที่ 2 โดยใช้วิธีเรโซโพรไฟล์ ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนแล้ว 10 คน นำคะแนนการทดสอบที่ได้ของแต่ละปัจจัยมาหาค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าในอุดมคติ (S/I) แล้วแสดงผลในลักษณะแผนภาพใยแมงมุมพร้อมทั้งวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าอัตราส่วนของตัวอย่างกับค่าในอุดมคติ และค่าอัตราส่วนของค่าในอุดมคติ (I/I) โดยวิธี T-test

ตอนที่ 6 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ

นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาแล้ว มาทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปในเขตอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน โดยสอบถามเพื่อหาข้อมูลทั่วไป เกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถามพฤติกรรมการบริโภคและการซื้ออาหารขบเคี้ยว 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
- โพลีโพรปิลีน ความหนา 0.04 มิลลิลิตร
- โพลีโพรปิลีน 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)
- ค่าทีบีเอ (Egan, et al., 1981)

7.2 การประเมินคุณภาพทางจุลินทรีย์

ทำการสุ่มตัวอย่างจากแต่ละชุดการทดลอง การทดลอง 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 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงในปัจจัยคุณภาพด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสเครื่องเทศ กลิ่นหืน ความกรอบ รสชาติ และการยอมรับรวม วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลอง โดยวิธี DMRT

ตอนที่ 8 การประเมินต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ

คำนวณหาต้นทุนวัตถุดิบการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะโดยประมาณเฉพาะมูลค่าของวัสดุสิ้นเปลือง ประกอบด้วย ปลาข้างเหลือง เครื่องปรุงรสและส่วนผสมต่างๆ น้ำมันพืชและต้นทุนภาชนะบรรจุ

บทที่ 3

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 11) 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 ซึ่งส่วนมากประกอบด้วยปริมาณแอมโมเนีย ไตร-เมทธิลลามีน ไดเมทธิลลามีน ซึ่งถ้าหากมีปริมาณไม่เกิน 30 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อ 100 กรัม จัดว่าปลานั้นมีคุณภาพที่สามารถยอมรับได้ (Ng, 1987) ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อแช่เยือกแข็งที่นำมาใช้เพื่อผลิตปลาสะเต๊ะจึงมีคุณภาพที่ดี ส่วนปริมาณที่บีเอมีค่า 5.52 มิลลิกรัมมาโลนอัลดีไฮด์/กิโลกรัมตัวอย่าง ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (Egan, et al.,1981) สำหรับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่า 1.95×10^4 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งต่ำกว่าปริมาณที่สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมอาหารได้กำหนดไว้สำหรับปลาสดแช่เยือกแข็ง (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2529) จึงนับว่าปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อแช่เยือกแข็งที่นำมาใช้ในการผลิตปลาสะเต๊ะมีคุณภาพที่สามารถยอมรับได้

ตารางที่ 11 องค์ประกอบทางเคมีและจุลินทรีย์ของปลาช้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ

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

ตอนที่ 2 การสำรวจลักษณะผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะในอุดมคติของผู้บริโภค

จากผลการสำรวจความต้องการผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะของผู้บริโภคภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์จำนวน 100 คน ซึ่งประกอบด้วย เพศหญิง 52 คน เพศชาย 48 คน ในจำนวนทั้งหมดนี้มีอาชีพเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ปริญญาโท พยาบาลโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ข้าราชการและลูกจ้างมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ร้อยละ 40 32 17 และ 11 ตามลำดับ ส่วนใหญ่คือร้อยละ 56 มีอายุอยู่ในช่วง 20-25 ปี ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ผลิตโดยใช้สูตรต้นแบบ ด้วยวิธีเรโซโพรไฟล์ แสดงดังตารางที่ 12 และภาพที่ 7 พบว่า ปัจจัยคุณภาพ ด้านสี การเกาะของเครื่องปรุงรส ความกรอบ รสหวาน รสเค็ม และความชอบรวมของตัวอย่าง มีค่าต่ำกว่าค่าอัตราส่วนในอุดมคติ ในขณะที่ความเผ็ด ความแข็ง และกลิ่นรสคาวมีค่าสูงกว่าค่าอัตราส่วนในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) ส่วนกลิ่นรสปลา และกลิ่นรสเครื่องเทศ มีค่าใกล้เคียงกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติโดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งศิริลักษณ์ สินธวาลัย (2531) กล่าวว่า ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของคุณลักษณะใดมีค่าเท่ากับ 1.0 หมายความว่า ไม่มีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะที่ศึกษานั้น ถ้าค่าอัตราส่วนมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า 1.0 หมายความว่า อาจมีความจำเป็นต้องลดหรือเพิ่มความเข้มของคุณลักษณะนั้นๆ ดังนั้นปัจจัยคุณภาพที่ต้องเพิ่มความเข้ม ได้แก่ สี รสเค็ม รสหวาน และความกรอบ ส่วนปัจจัยคุณภาพที่ต้องลดความเข้มหรือความแรง ได้แก่ ความเผ็ด ความแข็งและกลิ่นรสคาว

เมื่อนำค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของปัจจัยคุณภาพทุกปัจจัยมาวิเคราะห์สหสัมพันธ์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพต่างๆ กับความชอบรวมของผู้บริโภค ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 13 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสี การเกาะของเครื่องปรุงรส กลิ่นรสเครื่องเทศ ความกรอบ รสหวาน รสเค็ม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) กับความชอบรวม และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ เมื่อเพิ่มลักษณะดังกล่าวมากขึ้น ทำให้ความชอบรวมของผู้บริโภคเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนต่อไปจึงนำเอาปัจจัยดังกล่าวมาพิจารณาร่วมด้วยเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด

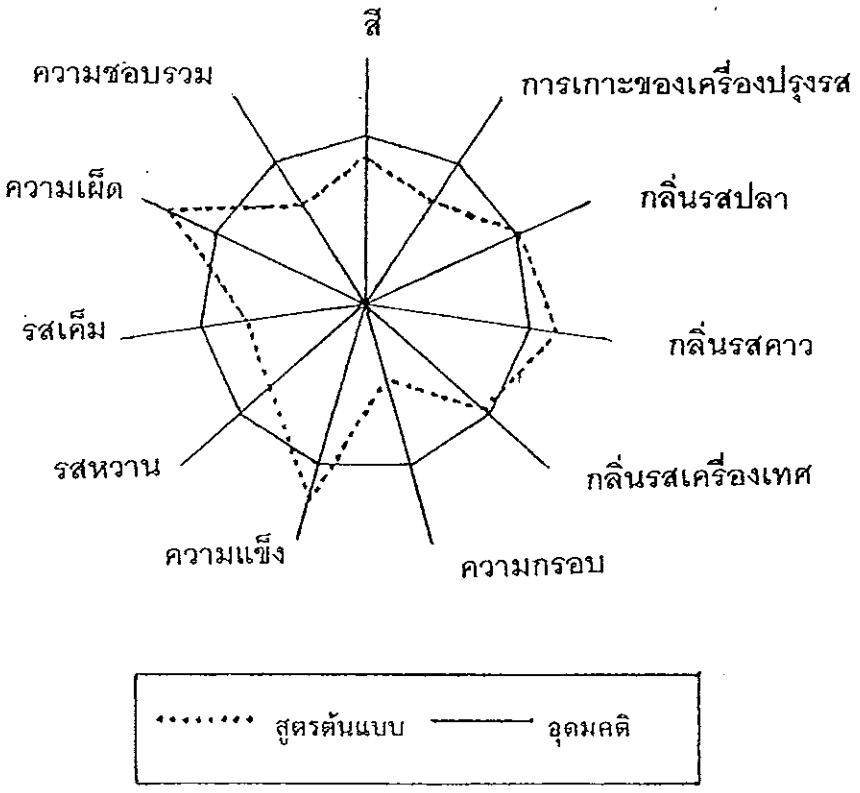
ตารางที่ 12 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ย (S/I) ของปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะสูตรต้นแบบ

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



ภาพที่ 7 เค้าโครงปัจจัยคุณภาพของปลาสะเต๊ะสูตรต้นแบบ
(สภาวะการอบที่ 150 องศาเซลเซียส นาน 25 นาที)

ตารางที่ 13 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 ($P<0.05$)

ตอนที่ 3 การพัฒนาสูตรเครื่องปรุงรส

จากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1 ซึ่งได้สูตรเครื่องปรุงรสหลักทั้งหมด 5 สูตร (ตารางที่ 8) 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 ซอสถั่วเหลืองและน้ำมีปริมาณเท่ากันทุกสูตร คือร้อยละ 3.5 0.5 0.4 2.2 และ 70.8 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบเรียงลำดับความชอบของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรส ทั้ง 5 สูตร โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนเล็กน้อยจำนวน 20 คน ได้ผลแสดงดังตารางที่ 14 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 พบว่าเป็นไปในทางตรงข้ามกับผลของ น้ำตาลและเกลือ กล่าวคือความชอบของผู้ทดสอบชิมเพิ่มมากขึ้นเมื่อปริมาณของพริกขี้หนูป่นน้อยลง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อปริมาณเกลือและน้ำตาลมากขึ้นจะเพิ่มรสเค็มและรสหวานซึ่งจากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ในการทดลองตอนที่ 2 พบว่าถ้าเพิ่มรสหวาน และรสเค็ม ทำให้ความชอบรวมของผู้บริโภคเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) ขณะที่เมื่อปริมาณพริกขี้หนูป่นต่ำลงทำให้ความเผ็ดลดลงผู้ทดสอบชิมชอบมากขึ้น

ตารางที่ 14 คะแนนเรียงลำดับความชอบจากการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ปลาสะเด็ดที่ปรุงรสด้วยสูตรเครื่องปรุงรสจากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 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 15 คะแนนรวมผลของเกลือ น้ำตาล พริก ต่อความชอบของผู้ทดสอบชิมในผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ปรุงรสด้วยสูตรเครื่องปรุงรสจากการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1[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

1 ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน

2 คะแนน 1 = ชอบมากที่สุด 5 = ชอบน้อยที่สุด

ตารางที่ 16 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'	$39^{a} \pm 0.97$

1 ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน

2 คะแนน 1 = ชอบมากที่สุด คะแนน 4 = 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 ส่วนผสมอื่นๆยังคงปริมาณเดิม และเท่ากันทุกสูตรเช่นเดียวกับการวางแผนแบบมิกซ์เจอร์ครั้งที่ 1 (ตารางที่ 10) ซึ่งผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส แบบเรียงลำดับความชอบผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ปรุงรสด้วยสูตรเครื่องปรุงรสดังกล่าว โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนเล็กน้อยจำนวน 20 คน ดังตารางที่ 16 พบว่าผู้ทดสอบชิมชอบผลิตภัณฑ์ที่ปรุงรสด้วยสูตร E' มากที่สุด รองลงมาคือสูตร A' B' และ D' ตามลำดับ อย่างไรก็ตามสูตร E' เป็นสูตรที่ผู้ทดสอบชิมชอบมากที่สุด จึงได้คัดเลือกสูตรนี้เพื่อทำการทดลองต่อไป

เมื่อทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ปรุงรสด้วยสูตร E' ซึ่งในกระบวนการผลิตเพิ่มระยะเวลาอบเป็น 60 นาที โดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนแล้วจำนวน 10 คน ด้วยวิธีเรโซโพรไฟล์ พบว่าค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของทุกปัจจัยคุณภาพที่ทำการทดสอบ ได้แก่ การเกาะของเครื่องปรุงรส รสหวาน รสเค็ม ความเผ็ด และความชอบรวม มีค่าเข้าใกล้ 1 และไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติ ดังตารางที่ 17 ซึ่งสามารถแสดงแผนภาพใยแมงมุมดังภาพที่ 8 ทั้งนี้เนื่องจากว่าเครื่องปรุงรส สูตร E' มีปริมาณเกลือ น้ำตาลสูงกว่าสูตรต้นแบบ และปริมาณพริกน้อยกว่าสูตรต้นแบบ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติเป็นไปตามความต้องการของผู้บริโภค ดังนั้น จึงหยุดการพัฒนาสูตรเครื่องปรุงรสไว้เพียงเท่านี้ ซึ่งสูตรเครื่องปรุงรสที่ได้ก็คือ สูตร E' ดังแสดงในตารางที่ 18

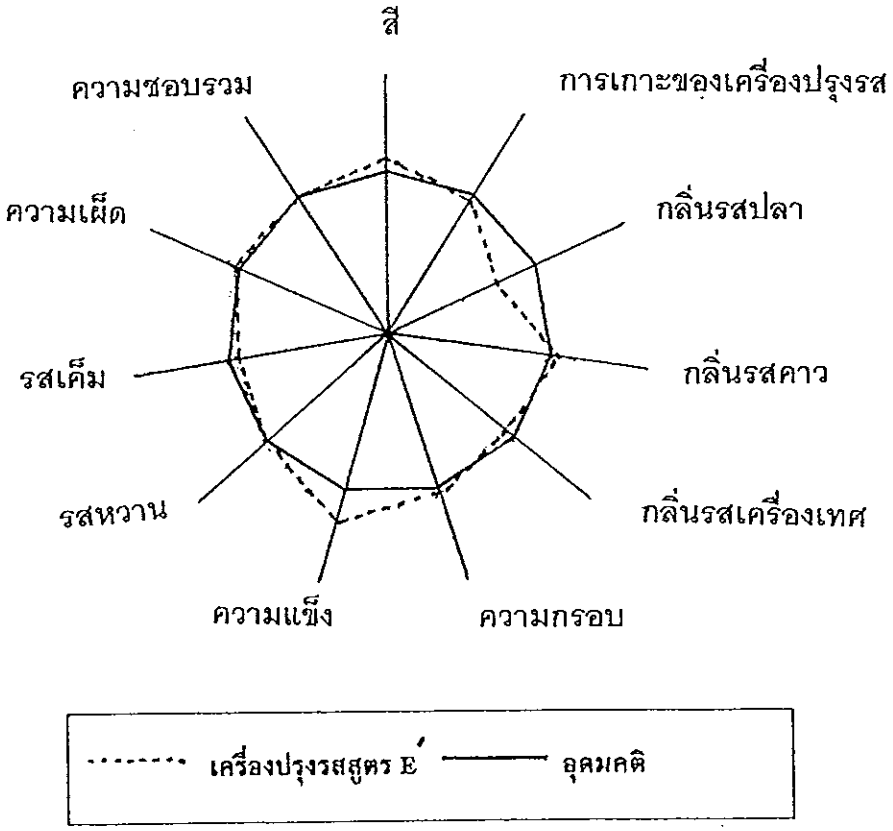
ตารางที่ 17 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ปรุงด้วยเครื่องปรุงรสสูตร E'

ปัจจัยคุณภาพ	ค่าอัตราส่วนเฉลี่ย[1]
สี	1.09 ± 0.13*
การเกาะของเครื่องปรุงรส	0.97 ± 0.06
กลิ่นรสปลา	0.75 ± 0.18**
กลิ่นรสคาว	1.08 ± 0.36
กลิ่นรสเครื่องเทศ	0.96 ± 0.34
ความกรอบ	1.05 ± 0.11
ความแข็ง	1.25 ± 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 8 เค้าโครงปัจจัยคุณภาพของปลาสะเต๊ะที่ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสสูตร E'
(สภาวะการอบที่ 150 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที)

ตารางที่ 18 ส่วนผสมเครื่องปรุงรสสูตร E'

ส่วนผสม	ปริมาณ	
	กรัม	ร้อยละ
ขิง	20.0	3.5
พริกไทยป่น	3.0	0.5
พริกขี้หนูป่น	1.3	0.25
ผงชูรส	2.0	0.4
ซอสถั่วเหลือง	12.4	2.2
เกลือป่น	10.4	1.85
น้ำตาล	115.7	20.5
น้ำ	400.0	70.8
รวม	564.8	100.0

การปรับปรุงกลิ่นรสเครื่องเทศ

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

การปรับปรุงกลิ่นรสเครื่องเทศครั้งที่ 1 ประกอบด้วย 3 ชุดการทดลอง คือ ปริมาณขิง 5 10 และ 15 กรัม โดยส่วนผสมอื่นๆ ในสูตรเครื่องปรุงรสยังคงปริมาณเท่าเดิมได้ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 19) ดังนี้คือ

การเกาะของเครื่องปรุงรสพบว่า การเพิ่มปริมาณขิงจะไม่มีผลต่อการเกาะของเครื่องปรุงรสอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ ค1) และทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติ แต่จากการสังเกตพบว่าเมื่อใช้ปริมาณขิงเพิ่มขึ้น การเกาะของเครื่องปรุงรสจะดีขึ้น โดยเมื่อใช้ปริมาณขิง 15 กรัม จะได้ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติมากที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะว่าเมื่อมีขิงอยู่ในปริมาณสูง ขิงซึ่งอยู่ในรูปขิงผงละเอียดจะเกาะเนื้อปลาได้มากกว่า

กลิ่นรสเครื่องเทศ พบว่าเมื่อปริมาณขิงเพิ่มขึ้น กลิ่นรสเครื่องเทศก็แรงขึ้น โดยชุดการทดลองที่ใช้ปริมาณขิง 5 และ 15 กรัม ให้ผลค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของกลิ่นรสเครื่องเทศที่ต่ำและสูงกว่าค่าอัตราส่วนในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ ค1) ตามลำดับ ในขณะที่ชุดการทดลองที่ใช้ปริมาณขิง 10 กรัม ให้ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

กลิ่นรสคาว พบว่าทั้ง 3 ชุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ ค1) และมีค่าใกล้เคียงกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติ แต่เมื่อเพิ่มปริมาณขิงมากขึ้น กลิ่นรสคาวจะลดลง ทั้งนี้เป็นเพราะว่า กลิ่นขิงสามารถกลบกลิ่นคาวปลาได้ดี (พยอม ตันติวัฒน์, 2521)

ความเผ็ด พบว่าเมื่อใช้ปริมาณขิงเพิ่มขึ้น ความเผ็ดก็เพิ่มขึ้น โดยชุดการทดลองที่ใช้ปริมาณขิง 10 และ 15 กรัม ให้ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติโดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ขณะที่ชุดการทดลองที่ใช้ปริมาณขิง 5 กรัม มีความเผ็ดน้อย

ตารางที่ 19 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^{a2}	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 + 0.22^{a*}	1.04 + 0.31^{ab}	1.22 + 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 + 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= ปริมาณชิง 5 กรัม T_2 = ปริมาณชิง 10 กรัม T_3 = ปริมาณชิง 15 กรัม

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

2 อักษรต่างกันในแถวเดียวกันของการทดลองครั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

* มีความแตกต่างกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

กว่าค่าอัตราส่วนเฉลี่ยในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) การเพิ่มปริมาณขิงทำให้ความเผ็ดของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นทั้งนี้เนื่องจากว่าในขิงมีสารประเภทน้ำมันชันซึ่งให้รสเผ็ด (พยอม ตันติวัฒน์, 2521)

ความชอบรวมพบว่าทั้ง 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 19 และตารางภาคผนวกที่ ค2 พบว่าทุกชุดการทดลองให้ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกับค่าอัตราส่วนเฉลี่ยในอุดมคติในทุกปัจจัยคุณภาพที่ทดสอบ (P>0.05) ยกเว้นชุดการทดลองที่ใช้ปริมาณขิง 15 กรัม ให้ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของกลิ่นรสเครื่องเทศสูงกว่า ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยในอุดมคติซึ่งมีผลให้ความชอบรวมต่ำกว่าอีก 2 ชุดการทดลอง ดังนั้นจึงเลือกใช้ปริมาณขิงในสูตรเครื่องปรุงรส 10 กรัมต่อน้ำ 400 กรัม สำหรับน้ำปรุงรสของปลาสะเต๊ะแบบอบ เนื่องจากเป็นปริมาณขิงต่ำสุดที่ให้ลักษณะของปัจจัยคุณภาพที่ทำการทดสอบไม่แตกต่างกับค่าอัตราส่วนเฉลี่ยในอุดมคติ และจะทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าการเลือกใช้ชุดการทดลองอื่นๆ ดังนั้นสูตรเครื่องปรุงรสสำหรับปลาสะเต๊ะแบบอบเป็นดังตารางที่ 20 ส่วนปลาสะเต๊ะแบบทอด ยังคงสูตร E' เช่นเดิม

ตารางที่ 20 ส่วนผสมเครื่องปรุงรสสำหรับปลาสะเต๊ะแบบอบ

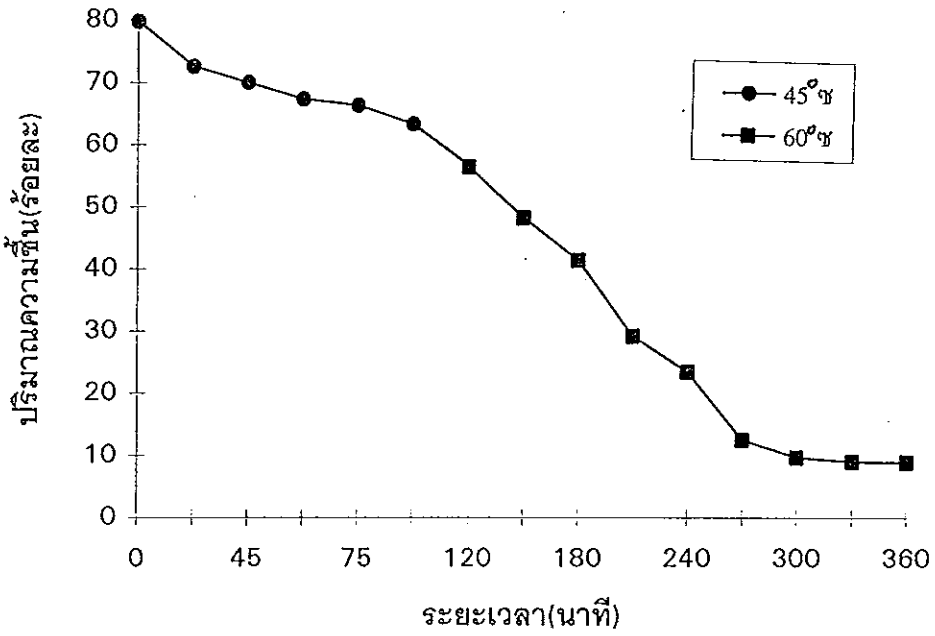
ส่วนผสม	ปริมาณ	
	กรัม	ร้อยละ
ขิง	10.0	1.81
พริกไทยป่น	3.0	0.54
พริกขี้หนูป่น	1.3	0.23
ผงชูรส	2.0	0.36
ซอสถั่วเหลือง	12.4	2.23
เกลือป่น	10.4	1.9
น้ำตาล	115.7	20.95
น้ำ	400.0	72.09
รวม	554.8	100.00

ตอนที่ 4 การปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

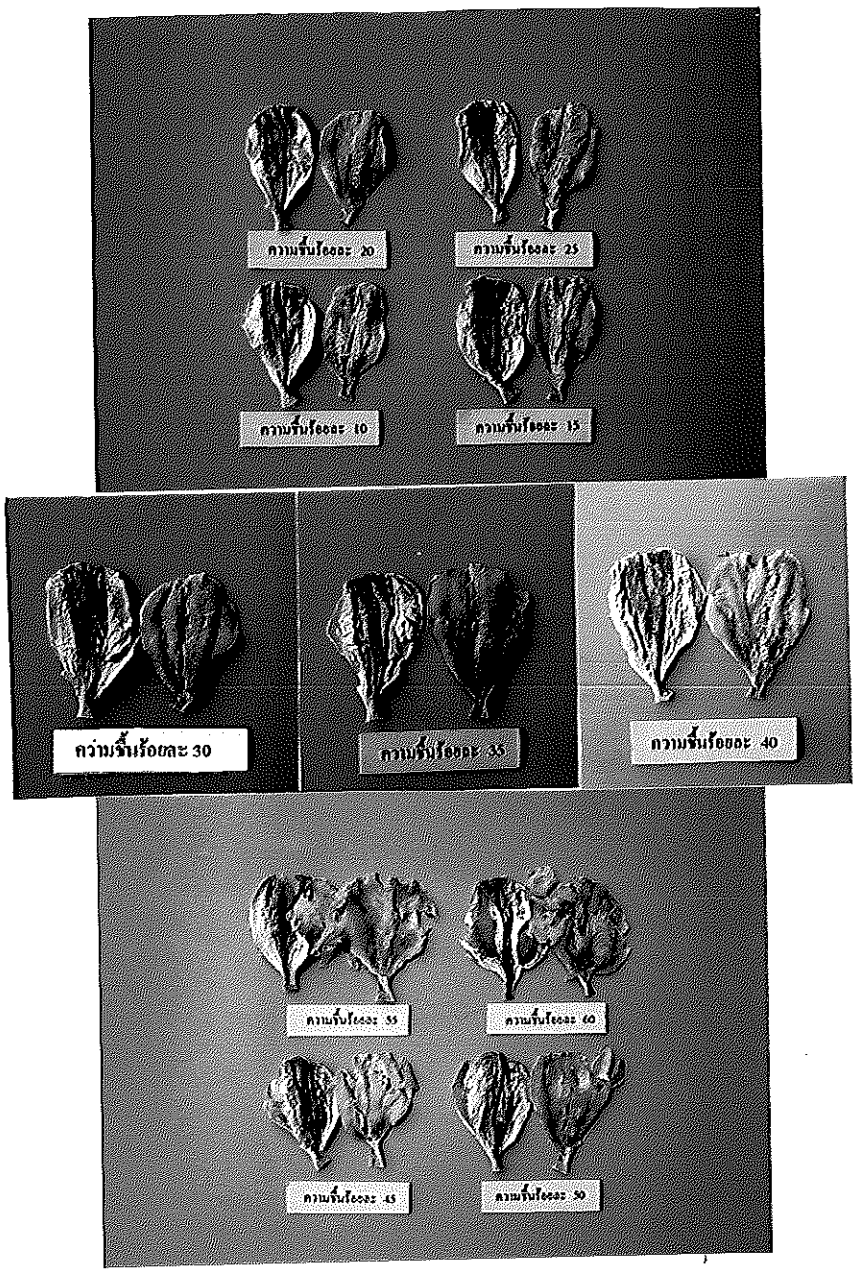
4.1 การศึกษาผลของความชื้นต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ

จากการทดลองโดยการอบปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อในตู้อบแบบกระแสลมร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง และเพิ่มอุณหภูมิของตู้อบเป็น 60 องศาเซลเซียส แล้วอบต่ออีกเป็นเวลา 4.5 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างปลาทุกๆ ครึ่งชั่วโมงเพื่อหาปริมาณความชื้น และนำมาผ่านลูกกลิ้งเพื่อพิจารณาถึงลักษณะของเนื้อปลาที่ความชื้นต่างๆภายหลังการผ่านลูกกลิ้งได้ผลการทดลองดังแสดงในภาพที่ 9 พบว่าในระยะเริ่มต้นจนถึงนาทีที่ 90 ความชื้นของปลาในระหว่างอบจะลดลงอย่างช้าๆ เนื่องจากว่าระยะนี้ใช้อุณหภูมิในการอบต่ำคือ 45 องศาเซลเซียสเพื่อป้องกันการเกิดลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็ง (case hardening) (Wan Rahimah, 1982) ระหว่างนาทีที่ 90 ถึงนาทีที่ 270 ความชื้นระเหยออกมาจากตัวปลาอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นการระเหยของน้ำ หรือความชื้นที่มีอยู่ที่ผิวหน้าของปลาซึ่งได้รับความร้อนจากลมร้อน เมื่อน้ำระเหยออกมาก็ถูกกระแสลมพัดพาออกจากผิวหน้าของปลา ทำให้ความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว (สมบัติ ขอทวีวัฒนา, 2529) และระยะต่อมา คือนาทีที่ 270 ถึงนาทีที่ 360 การลดลงของความชื้นค่อยๆ น้อยลง และค่อนข้างคงที่ในที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากน้ำที่ผิวหน้าของปลาระเหยไปหมดแล้วเหลือแต่น้ำภายในที่อยู่ลึกเข้าไปในตัวปลาจนกระแสลมร้อนไม่สามารถสัมผัสได้โดยตรง ความร้อนต้องส่งผ่านผิวหน้าของปลาเข้าไปทำให้ใช้เวลามากขึ้น เมื่อความชื้นกลายเป็นไอก็ต้องเคลื่อนผ่านชั้นของเนื้อปลามายังผิวหน้า ทำให้การลดลงของความชื้นน้อยมาก หรือเป็นช่วงที่อัตราการอบแห้งลดลง (สมบัติ ขอทวีวัฒนา, 2529)

เมื่อนำตัวอย่างที่ระดับความชื้นต่างๆมาผ่านลูกกลิ้ง พบลักษณะของปลาที่แตกต่างกันดังแสดงในภาพที่ 10 คือ ปลาที่มีระดับความชื้นร้อยละ 60 และ 55 เมื่อนำไปผ่านลูกกลิ้ง เนื้อปลาถูกรีดจนแบน มีลักษณะเละแยกเป็นชิ้นส่วน ทั้งนี้เนื่องจากมีปริมาณความชื้นในเนื้อปลาสูง ทำให้เนื้อปลานิ่มไม่สามารถทนต่อแรงกดของลูกกลิ้งได้ เนื้อปลาจึงออกมาในลักษณะไม่เหมาะต่อการที่จะนำมาผลิตปลาสะเต๊ะในขั้นต่อไป สำหรับปลาที่มีความชื้นต่ำลงมาคือร้อยละ 50 และ 45 เนื้อปลาแห้งขึ้นกว่าเดิมและเมื่อนำมาผ่านลูกกลิ้ง กล้ามเนื้อปลาจะแยกออกเป็นริ้วโดยมีบางส่วนหลุดออกจากตัวปลาเป็นชิ้นๆ ปลาที่มีความชื้นลดลงเป็น ร้อยละ 40 35 และ 30 เมื่อนำมาผ่านลูกกลิ้งกล้ามเนื้อปลาแยก แต่ไม่หลุดออกเป็นชิ้นส่วน และเมื่อใช้ปลาที่ระดับความชื้นลดต่ำ



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของปลาระหว่างการอบ



ภาพที่ 10 ลักษณะของปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ ที่ระดับความชื้นต่างๆ ภายหลังการผ่านลูกกลิ้ง

กว่านี้มาผ่านลูกกลิ้ง คือร้อยละ 25 20 15 และ 10 ปรากฏว่าแม้ลักษณะของเนื้อปลาจะเรียบขึ้น แต่กล้ามเนื้อของปลาไม่ได้แยกออกจากกัน ทั้งนี้เนื่องจากปลาสูญเสียความชื้นไปมาก เนื้อปลาเกิดการหดตัวอีกทั้งความร้อน ทำให้โปรตีนในเนื้อปลาเสียสภาพผิวหน้าของปลาเกิดการสุก เนื่องจากถูกความร้อนเป็นระยะเวลานาน โดยเฉพาะปลาที่มีความชื้นร้อยละ 10 ซึ่งปลาลักษณะเช่นนี้ถ้าจุ่มในน้ำปรุงรส น้ำปรุงรสซึมเข้าสู่เนื้อปลาได้ยากผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคคือ ต้องมีเนื้อสัมผัสที่กรอบและไม่แข็ง รวมถึงมีรสชาติคือ รสหวาน รสเค็ม และความเผ็ดที่พอเหมาะ การนำปลามาผ่านลูกกลิ้งก็เพื่อให้เนื้อปลาแยกออกในลักษณะที่ เหมาะสม น้ำปรุงรสสามารถซึมเข้าไปได้ และเมื่อผ่านการทำให้สุก เนื้อปลาจะเกิดการหดตัวบ้างแต่คาดว่าจะไม่หดตัวจนแน่นอย่างเดิมได้ 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 21 ดังนี้คือ

ความกรอบ พบว่า ความชื้นปลาเริ่มต้นมีผลต่อความกรอบของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวกที่ ค3) กล่าวคือ เมื่อใช้เวลาอบ 60 นาที ความกรอบปลาสะเต๊ะลดลงเมื่อความชื้นปลาเริ่มต้นเพิ่มขึ้น ส่วนการใช้เวลาอบ 80 นาที ความกรอบปลาสะเต๊ะเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นปลาเริ่มต้นเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากปลาที่มีความชื้นเริ่มต้นต่างกัน หลังจากจุ่มน้ำปรุงรสแล้วนำไปอบที่ระยะเวลาที่ต่างกัน ผลิตภัณฑ์ที่ได้ย่อมมีความชื้นที่แตกต่างกัน การใช้เวลาอบ 60 นาที ยังสั้นเกินไป ผลิตภัณฑ์ที่ได้คงมี ความชื้นสูง ส่งผลให้มีความกรอบน้อย

ตารางที่ 21 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ทำให้สุกโดยการอบ

ชุดการทดลอง	ระดับความชื้นปลาเริ่มต้น(ร้อยละ)	ระยะเวลาการอบ (นาที)	ความกรอบ	ความแข็ง	ความชอบเนื้อสัมผัส
1	30	60	4.21 + 1.57^{ab1}	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 ($P<0.05$)

กว่าการใช้เวลาอบ 80 นาที เนื่องจากระยะเวลาที่นานขึ้น น้ำสามารถระเหยออกจากตัวปลาได้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 40 หลังการผ่านลูกกลิ้งแล้วมีการแยกตัวของกล้ามเนื้อมากกว่าปลาที่มีความชื้นร้อยละ 30 ทำให้มีช่องว่างระหว่างกล้ามเนื้อและมีพื้นที่ผิวมากกว่าน้ำจึงระเหยได้มากกว่า และหลังการผ่านความร้อนแล้วแม้เนื้อปลาจะหดตัว แต่ยังคงมีช่องว่างทำให้ผลิตภัณฑ์กรอบมากกว่า สำหรับระยะเวลาในการอบ ไม่มีผลต่อผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่จากการสังเกตพบว่าปลาที่มีความชื้นเริ่มต้นเท่ากันเมื่อเพิ่มเวลาในการอบทำให้คะแนนความกรอบเพิ่มขึ้น จะพบว่าอิทธิพลร่วมของความชื้นปลาเริ่มต้นและระยะเวลาในการอบไม่มีผลต่อความกรอบของปลาสะเต๊ะอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

ความแข็ง ความชื้นปลาเริ่มต้นไม่มีผลต่อความแข็งของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ ค3) แต่จากการสังเกตพบว่าที่ระยะเวลาการอบเท่ากัน เมื่อความชื้นปลาเริ่มต้นเพิ่มขึ้น ความแข็งของผลิตภัณฑ์จะลดลง ส่วนระยะเวลาในการอบมีผลต่อความแข็งของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) กล่าวคือปลาที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 40 เมื่อระยะเวลาอบเพิ่มขึ้นความแข็งของผลิตภัณฑ์จะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากว่าความกรอบของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น และพบว่าอิทธิพลร่วมของความชื้นปลาเริ่มต้นกับระยะเวลาในการอบไม่มีผลต่อความแข็งของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

ความชอบเนื้อสัมผัส พบว่าความชื้นปลาเริ่มต้นมีผลต่อความชอบเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ ค4) กล่าวคือที่ระยะเวลาการอบ 60 นาที เมื่อความชื้นปลาเริ่มต้นเพิ่มขึ้นความชอบเนื้อสัมผัสจะลดลง ทั้งนี้เพราะความกรอบของผลิตภัณฑ์ต่ำลงขณะที่เมื่อระยะเวลาการอบเป็น 80 นาที ความชอบเนื้อสัมผัสเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นปลาเริ่มต้นเพิ่มขึ้น เพราะผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะมีความกรอบมากขึ้น และความแข็งลดน้อยลง ระยะเวลาในการอบไม่มีผลต่อความชอบเนื้อสัมผัสรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่อิทธิพลร่วมของความชื้นปลาเริ่มต้นกับมีผลต่อการยอมรับเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เนื่องจากความชื้นปลามีผลต่อความกรอบ และระยะเวลาในการอบมีผลต่อความแข็งของผลิตภัณฑ์ ($P<0.01$) ซึ่งทั้งความกรอบและความแข็งต่างส่งผลต่อความชอบเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เมื่อพิจารณาจากคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ได้ทดสอบทั้งหมด จึงตัดสินใจ คัดเลือกชุดการทดลองที่ใช้ความชื้นปลาเริ่มต้นร้อยละ 40 ระยะเวลาในการอบ 80 นาที เพื่อใช้ในการทดลองครั้งต่อไปทั้งนี้เพราะเป็นชุดการทดลองที่ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความกรอบมากแข็งน้อยที่สุด และความชอบเนื้อสัมผัสสูงสุด

4.2.2 การทำให้สุกโดยวิธีการทอด

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่มีระดับความชื้นเริ่มต้น 2 ระดับคือร้อยละ 30 และ 40 และทำให้สุกโดยการทอดที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 และ 45 วินาที ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 22 ดังนี้คือ

ความกรอบ พบว่า ความชื้นปลาเริ่มต้น มีผลต่อความกรอบของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ ค4) กล่าวคือ ถ้าระยะเวลาในการทอดเท่ากัน เมื่อความชื้นปลาเริ่มต้นสูงขึ้นมีผลให้ความกรอบลดลง ขณะที่ถ้าความชื้นปลาเริ่มต้นต่ำผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความกรอบมากกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องจากว่าปลาที่มีความชื้นเริ่มต้นต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้นต่ำกว่า ส่งผลให้มีความกรอบมากกว่า ระยะเวลาในการทอดมีผลต่อความกรอบของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะเช่นกัน ($P<0.05$) คือปลาที่มีความชื้นเริ่มต้นเท่ากันเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการทอดความกรอบจะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะว่าความกรอบของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับความชื้นกล่าวคือผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นต่ำจะมีความกรอบมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูง เมื่อใช้เวลาในการทอดมากกว่าความชื้นระเหยได้มากขึ้น ผลิตภัณฑ์ก็จะมีความชื้นต่ำทำให้มีความกรอบมากกว่าและพบว่าอิทธิพลร่วมของความชื้นปลาเริ่มต้นและระยะเวลาในการทอด ไม่มีผลต่อความกรอบของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

ความแข็ง พบว่า ทั้งความชื้นปลาเริ่มต้นและระยะเวลาในการทอดต่างมีผลต่อความแข็งของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) คือ เมื่อระยะเวลาในการทอดเท่ากัน ถ้าความชื้นปลาเริ่มต้นเพิ่มขึ้นความแข็งของผลิตภัณฑ์ก็เพิ่มขึ้น ในขณะที่เมื่อความชื้นปลาเริ่มต้นเท่ากัน เมื่อระยะเวลาในการทอดเพิ่มมากขึ้นความแข็งของผลิตภัณฑ์จะลดลงทั้งนี้เนื่องจากความกรอบของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้นและพบว่าอิทธิพลร่วมระหว่าง 2 ปัจจัยนี้ ไม่มีผลต่อความแข็งของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

ความชอบเนื้อสัมผัส พบว่า ความชื้นปลาเริ่มต้นไม่มีผลต่อความชอบเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ในขณะที่ระยะเวลาการทอดมีผลต่อความชอบเนื้อสัมผัส ($P<0.05$) กล่าวคือ ปลาที่มีความชื้นเริ่มต้นเท่ากัน เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการทอดความชอบเนื้อสัมผัสก็เพิ่มขึ้น เพราะผลิตภัณฑ์มีความกรอบมากขึ้นและความแข็งน้อยลง ส่วนอิทธิพลร่วมของความชื้นปลาเริ่มต้นและระยะเวลาในการทอดไม่มีผลต่อการยอมรับเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ในการทำให้สุกโดยการทอด อาหารจะเกิดการพองตัว โดยเมื่อให้พลังงานความร้อนเข้า

ตารางที่ 22 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ทำให้สุกโดยการทอด

ชุดการทดลอง	ระดับความชื้นปลาเริ่มต้น(ร้อยละ)	ระยะเวลา (วินาที)	ความกรอบ	ความแข็ง	ความชอบเนื้อสัมผัส
1	30	30	6.20 + 1.41^{ab1}	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 ($P<0.05$)

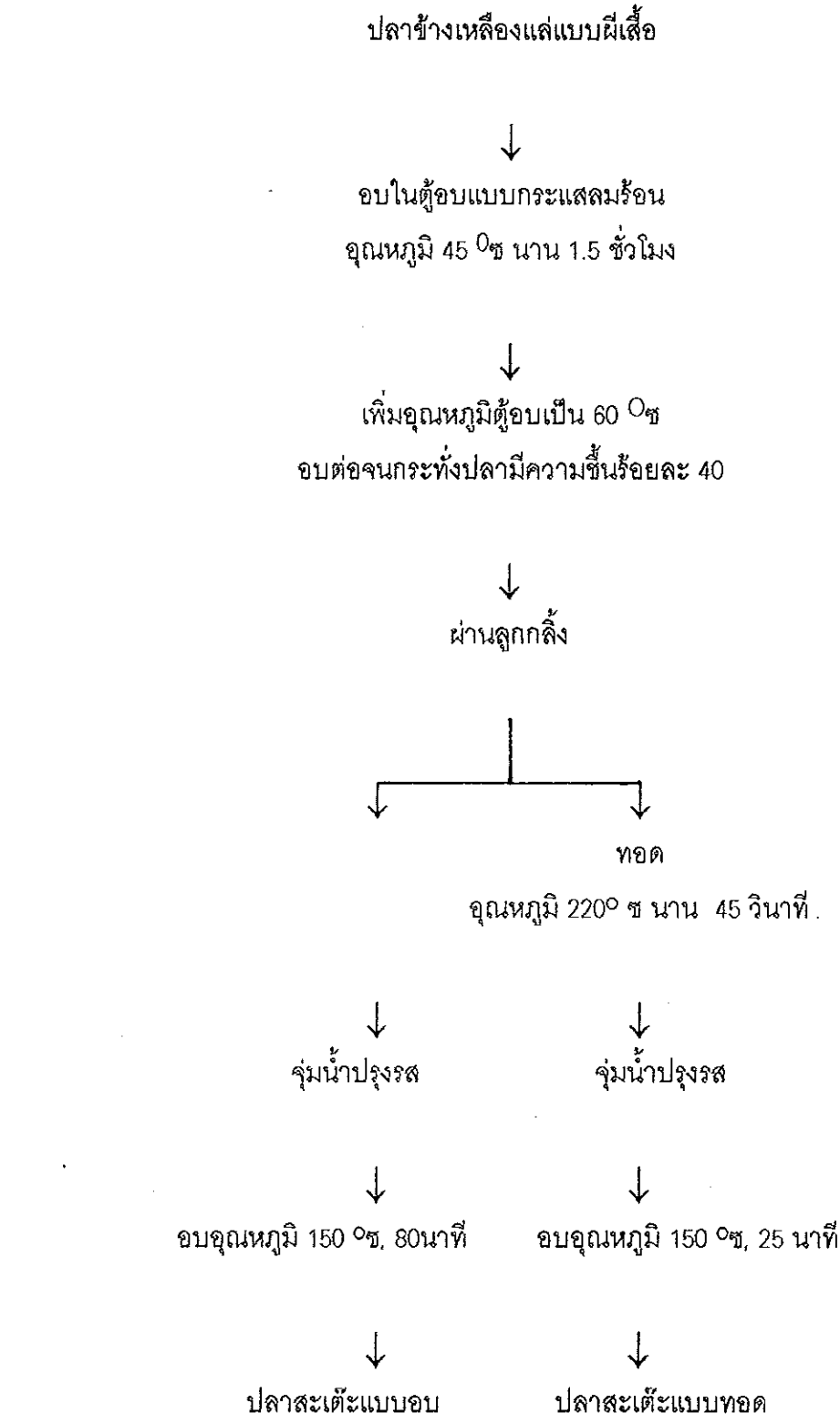
ไปจะเกิดความดันทำให้น้ำที่แทรกอยู่ในอาหาร เกิดการขยายตัวดันให้เนื้ออาหารเป็นโพรงหรือรูพรุน เพื่อให้ความชื้นหลุดออกจากเนื้ออาหารในขณะเดียวกันก็จะเกิดแรงต้านหรือแรงยึดมิให้น้ำขยายตัวหรือหลุดออกไป ซึ่งถ้าใช้พลังงานพอเหมาะจะทำให้แรงดันเท่ากับความต้านทาน การพองตัวสม่ำเสมอทั่วชิ้นอาหาร ทำให้ ความชื้นที่เหลืออยู่พอเหมาะที่จะทำให้มีความกรอบพอดีแต่ถ้าความดันน้อยกว่าความต้านทาน ลักษณะเนื้อสัมผัสจะไม่ดี มีรูพรุนไม่สม่ำเสมอ ซึ่งส่วนที่ไม่เป็นรูพรุนก็จะแห้ง (Eskew, et al., 1963)

จากผลการทดลอง ชุดการทดลองที่ได้คะแนนทุกปัจจัยสูงสุดและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คือการใช้ปลาความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 30 และ 40 ใช้เวลาในการทอด 45 วินาที จึงได้คัดเลือกชุดการทดลองที่มีความชื้นปลาเริ่มต้น ร้อยละ 40 และระยะเวลาทอด 45 วินาที เพื่อใช้ทดลองต่อไป เพราะสามารถประหยัดเวลาและพลังงานกว่าการใช้ปลาที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 30 ทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าดังนั้นสามารถสรุปขั้นตอนของกระบวนการผลิตปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดได้ดังภาพที่ 11

4.3 การศึกษาผลของสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตต่อเนื้อสัมผัสของปลาสะเต๊ะ

จากการศึกษาทดลองผลของโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้น ร้อยละ 1.0 และ 1.5 ต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ ผลิตโดยกระบวนการผลิตแบบอบ และแบบทอด ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสดังแสดงในตารางที่ 23 โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชุดการทดลอง ได้รับคะแนนในด้านความกรอบ ความแข็งและความชอบเนื้อสัมผัสที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) เช่นเดียวกับปลาสะเต๊ะแบบทอด

จึงกล่าวได้ว่าโซเดียมไบคาร์บอเนตไม่มีบทบาทต่อการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของ ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ



ภาพที่ 11 กระบวนการผลิตปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด

ตารางที่ 23 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด ที่ใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต

ปัจจัยคุณภาพ	ปลาสะเต๊ะแบบอบ			ปลาสะเต๊ะแบบทอด		
	T1	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}

หมายเหตุ 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

ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาแล้ว แสดงดังภาพที่ 12 จากการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ผลดังนี้

5.1 คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี

ผลการประเมินคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีได้ผลดังตารางที่ 24 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 ขณะที่ปลาสะเต๊ะแบบทอดให้ค่าพลังงานสูงกว่าเล็กน้อยคือ 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 ปริมาณความชื้น 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

ก ข

ภาพที่ 12 ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และ แบบทอด (ข)

ตารางที่ 24 คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของปลาสะเต๊ะแบบอบและปลาสะเต๊ะแบบทอด

ปัจจัยคุณภาพ	ปลาสะเต๊ะแบบอบ	ปลาสะเต๊ะแบบทอด
ทางกายภาพ		
ค่า Aw	0.39 ± 0.01[1]	0.41 ± 0.01
ค่าพลังงาน (กิโลคาลอรี่/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 ± 0.5	5.29 ± 0.44
แคลเซียม	0.85 ±0.04	0.60 ± 0.02
ฟอสฟอรัส	0.69 ± 0.01	0.67 ± 0.02
ค่าทีบีเอ	0.91 ± 0.62	1.11 ± 0.58
(มก. มาโลนอัลดีไฮด์/กก.ตัวอย่าง)		
ทางจุลินทรีย์		
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/ก.)	<100	<100
เชื้อรา (โคโลนี/ก.)	< 10	< 10
Staphylococcus aureus	ไม่พบ	ไม่พบ
E. coli	ไม่พบ	ไม่พบ

1 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจาก 2 ชุดการทดลองๆ ละ2ซ้ำ

5.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์

พิจารณาถึงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในปลาสะเต๊ะแบบอบและปลาสะเต๊ะแบบทอดน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม เชื้อราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม และตรวจไม่พบ E. coli และ Staphylococcus aureus ซึ่งคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้ง 2 แบบอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่าปริมาณที่กำหนดเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของปลาหมึกแห้งปรุงรส ซึ่งเป็นอาหารขบเคี้ยวชนิดหนึ่งที่มีลักษณะใกล้เคียงกับปลาสะเต๊ะ โดยกำหนดไว้ว่าในผลิตภัณฑ์ต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน $5x10^4$ โคโลนีต่อกรัม ปริมาณ E. coli น้อยกว่า 3 โคโลนีต่อกรัม ปริมาณ Staphylococcus aureus ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อกรัม และปริมาณเชื้อรา ไม่เกิน 10^3 โคโลนีต่อกรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2522) ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความปลอดภัยในการบริโภค

5.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาสะเต๊ะทั้งสองแบบโดยวิธีการประเมินคุณภาพแบบเรโซโพรไฟล์ในปัจจัยคุณภาพด้านสี การเกาะของเครื่องปรุงรส กลิ่นรสปลา กลิ่นรสคาว กลิ่นรสเครื่องเทศ ความกรอบ ความแข็ง รสหวาน รสเค็ม ความเผ็ดและความชอบรวมแสดงดังตารางที่ 25 และภาพที่ 13 พบว่าค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของปัจจัยคุณภาพของปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดมีค่าใกล้เคียงกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติโดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แสดงว่าคุณลักษณะต่างๆ ของปลาสะเต๊ะแบบอบเป็นที่พอใจของผู้ทดสอบชิม แต่พบว่าบางปัจจัยคุณภาพของปลาสะเต๊ะแบบทอด ได้แก่ ความแข็ง และกลิ่นรสคาว มีค่าอัตราส่วนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าอัตราส่วนในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) ทั้งนี้เนื่องจากว่าการทอดทำให้เนื้อปลาพองฟูขึ้นมีความกรอบมากซึ่งง่ายต่อการขบเคี้ยว ทำให้รู้สึกว่าความแข็งน้อยลงและการทอดนั้นน้ำมันที่ใช้ทอดจะแทรกอยู่ในเนื้อของผลิตภัณฑ์ด้วย ซึ่งผลจากการทอดมีส่วนช่วยทำให้ผู้ทดสอบชิมรู้สึกว่ากลิ่นรสคาวลดน้อยลง

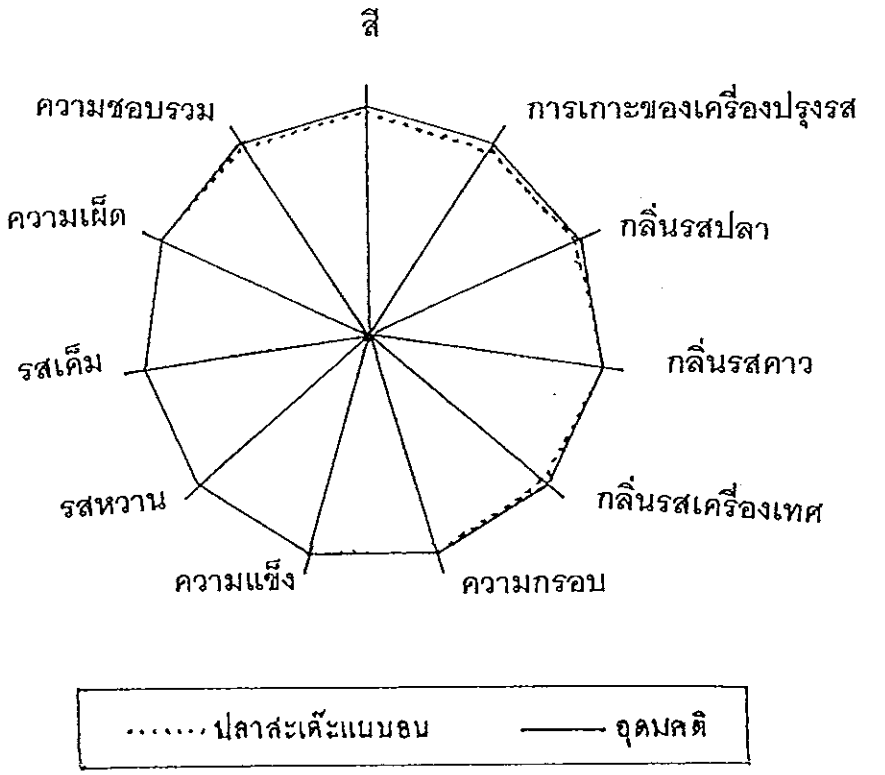
ตารางที่ 25 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด

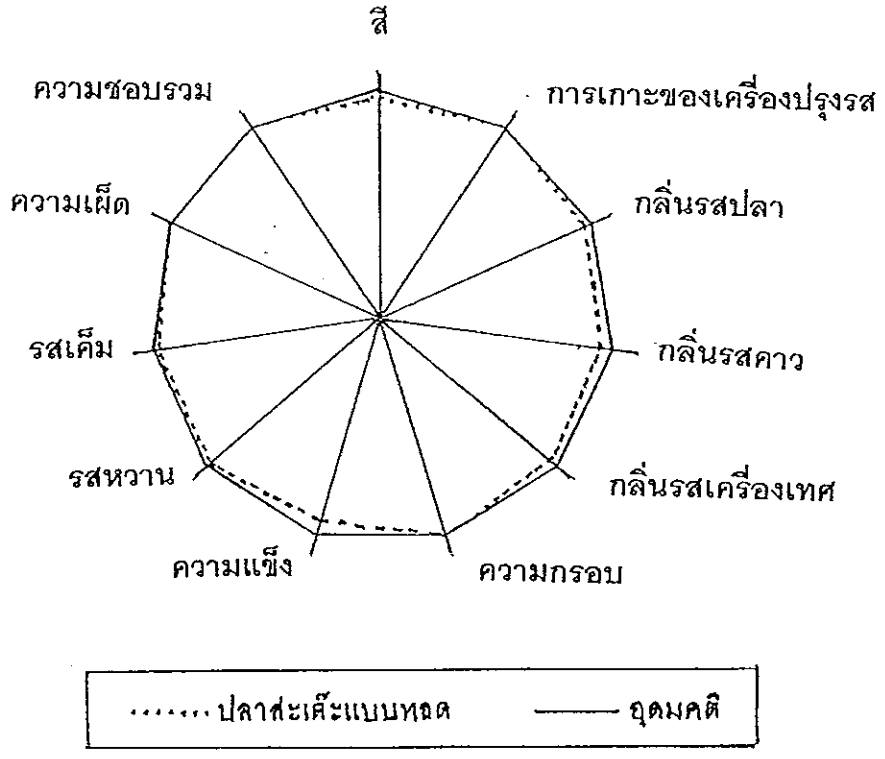
ปัจจัยคุณภาพ	ค่าอัตราส่วนเฉลี่ย[1]	
	ปลาสะเต๊ะแบบอบ	ปลาสะเต๊ะแบบทอด
สี	0.99 ± 0.08	0.99 ± 0.06
การเกาะของเครื่องปรุงรส	0.98 ± 0.07	1.01 ± 0.04
กลิ่นรสปลา	0.99 ± 0.08	0.98 ± 0.04
กลิ่นรสคาว	1.02 ± 0.06	0.93 ± 0.05**
กลิ่นรสเครื่องเทศ	0.99 ± 0.05	0.98 ± 0.04
ความกรอบ	0.98 ± 0.04	1.00 ± 0.03
ความแข็ง	1.01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

2. ทุกปัจจัยคุณภาพไม่มีความแตกต่างกับอัตราส่วนในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

** มีความแตกต่างกับค่าอัตราส่วนในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง





ภาพที่ 13 เค้าโครงปัจจัยคุณภาพของปลาสะเด็ดแบบอบ และแบบทอด

ตอนที่ 6 สำรวจการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาแล้ว นำมาทดสอบการยอมรับโดยผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน ซึ่งประกอบไปด้วยนักเรียน นักศึกษา และบุคคลทั่วไปในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยทำการสอบถามเพื่อหาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม พฤติกรรมบริโภคอาหารขบเคี้ยว ความชอบในปัจจัยคุณภาพต่างๆของปลาสะเต๊ะ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สีเนื้อสัมผัส รสชาติ ความชอบรวมและการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ รายละเอียดแบบสอบถามแสดงในภาคผนวกที่ ข 4 ผลการทดลองเป็นดังนี้

ลักษณะทางประชากรศาสตร์

ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคที่ได้ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะเป็นบุคคลในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลาจำนวน 100 คน ดังแสดงในตารางที่ 26 ผู้บริโภคประกอบด้วย เพศหญิงและเพศชายในจำนวนที่ใกล้เคียงกันคือ ร้อยละ 51 และ 49 ตามลำดับ ผู้บริโภคส่วนใหญ่คือร้อยละ 76 อายุต่ำกว่า 26 ปี โดยประกอบด้วยนักเรียน และนักศึกษาถึงร้อยละ 70 บุคคลทั่วไปร้อยละ 30 ซึ่งมีอาชีพเป็นข้าราชการ ลูกจ้าง และค้าขายมีรายได้ต่อเดือนไม่เกิน 4000 บาท ถึงร้อยละ 80 ทั้งนี้ เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นนักเรียนและนักศึกษาสำหรับค่าใช้จ่ายสำหรับค่าอาหารขบเคี้ยวต่อสัปดาห์ อยู่ในช่วง 10-40 บาท

ทัศนคติและพฤติกรรมการบริโภคอาหารขบเคี้ยว

ผลการตอบแบบสอบถามของผู้บริโภคแสดงดังตารางที่ 27 ผู้บริโภคมีความชอบในการบริโภคอาหารขบเคี้ยวสูงถึงร้อยละ 89 และผู้บริโภคร้อยละ 94 เคยรับประทานอาหารขบเคี้ยวประเภทเนื้อสัตว์ ความถี่ในการบริโภคอาหารขบเคี้ยวของผู้บริโภคพบว่า ส่วนมากจะบริโภค 2-4 ครั้งต่อสัปดาห์ ในด้านการให้ความสำคัญของคุณค่าทางอาหารของอาหารขบเคี้ยวพบว่าผู้บริโภคให้ความสำคัญต่อคุณค่าทางอาหารในระดับ มาก ปานกลาง และน้อย ร้อยละ 17 64 และ 9 ตามลำดับ และพบว่าผู้บริโภคร้อยละ 10 ไม่ได้คำนึงถึงคุณค่าทางอาหารของอาหารขบเคี้ยว เมื่อพิจารณาถึงเหตุผลในการเลือกซื้ออาหารขบเคี้ยวของผู้บริโภค ดังแสดงในตารางที่ 28 พบว่าผู้บริโภคให้ความสำคัญรสชาติของอาหารขบเคี้ยวมากที่สุด รองลงมาคือ คุณค่าทางอาหาร ราคา ความสะดวกในการซื้อ ภาชนะบรรจุ และการโฆษณาจูงใจตามลำดับ นอกจากนี้ผู้บริโภคเลือกที่จะรับประทานอาหารขบเคี้ยวประเภทเนื้อสัตว์มากกว่าประเภทถั่ว และเลือกรับประทานอาหารขบเคี้ยวประเภทแป้ง เป็นอันดับสุดท้าย ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 29

ตารางที่ 26 ข้อมูลประชากรศาสตร์ทั่วไปของผู้บริโภคทั่วไปในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน

ข้อมูล	ร้อยละ
เพศ	
ชาย	49
หญิง	51
อายุ	
ต่ำกว่า 15 ปี	16
15-20 ปี	39
21-25 ปี	21
26-30 ปี	16
31-35 ปี	2
มากกว่า 35 ปี	6
อาชีพ	
นักเรียน	36
นักศึกษา	34
ข้าราชการ	15
ลูกจ้าง	9
อาชีพส่วนตัว	6
รายได้ต่อเดือน	
ต่ำกว่า 2000 บาท	38
2001-4000 บาท	42
4001-6000 บาท	3
6001-8000 บาท	10
มากกว่า 8000 บาท	7
ค่าใช้จ่ายสำหรับค่าอาการขบเคี้ยวต่อสัปดาห์	
ต่ำกว่า 10 บาท	9
10-20 บาท	31
21-30 บาท	25
31-40 บาท	21
มากกว่า 40 บาท	14

ตารางที่ 27 ทัศนคติและพฤติกรรมการบริโภคอาหารขบเคี้ยวของผู้บริโภค ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ข้อมูล	ร้อยละ
ความชอบในการรับประทานอาหารขบเคี้ยว	
ชอบ	89
เฉยๆ	19
ไม่ชอบ	2
ความชอบในการรับประทานอาหารขบเคี้ยวประเภทเนื้อสัตว์	
ชอบ	68
เฉยๆ	28
ไม่ชอบ	4
เคยรับประทานอาหารขบเคี้ยวประเภทเนื้อสัตว์	94
ความถี่ในการรับประทานอาหารขบเคี้ยวต่อสัปดาห์	
น้อยกว่า 2 ครั้ง	9
2-4 ครั้ง	55
5-6 ครั้ง	20
มากกว่า 6 ครั้ง	16
การให้ความสำคัญด้านคุณค่าอาหารของอาหารขบเคี้ยว	
มาก	17
ปานกลาง	64
น้อย	9
ไม่คำนึงถึง	10

ตารางที่ 28 ความสำคัญของเหตุผลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวของผู้บริโภค ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน

คะแนนความสำคัญ	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

* เท่ากับ ความถี่ x ระดับคะแนนความสำคัญ

ตารางที่ 29 คะแนนรวมการเลือกซื้ออาหารขบเคี้ยวประเภทต่างๆมารับประทาน

ประเภทอาหารขบเคี้ยว	ความถี่		
	แป้ง	ถั่ว	เนื้อสัตว์
1=เลือกอันดับที่ 1	23	31	46
2=เลือกอันดับที่ 2	31	43	26
3=เลือกอันดับที่ 3	46	26	28
คะแนนรวม*	223	195	132

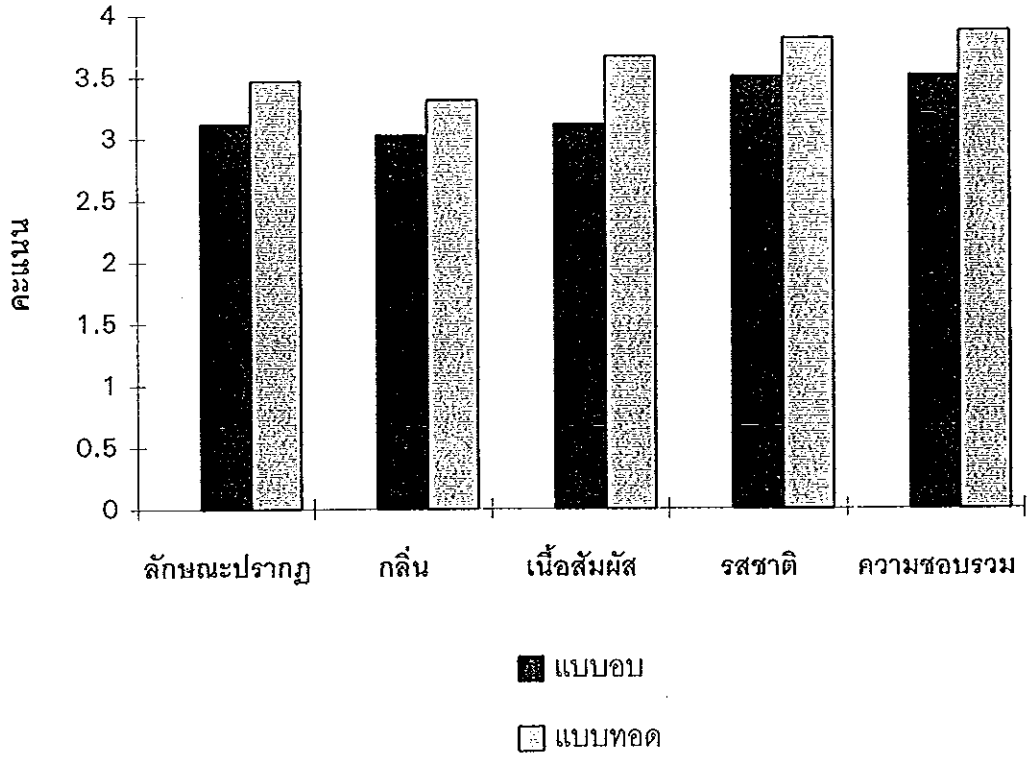
* ความถี่ X ระดับคะแนนความสำคัญ

ทัศนคติและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ

ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะที่ทำการพัฒนาขึ้นประกอบด้วย 2 แบบ กล่าวคือ แบบทอด และแบบอบ ผลการสอบถามทัศนคติและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 แบบ ซึ่งสรุปผลได้ดังนี้

ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ

ผลการทดสอบความชอบผลิตภัณฑ์โดยการให้คะแนนความชอบ (Hedonic scale) 5 ระดับคะแนน ปรากฏว่าผู้บริโภคมีความชอบในลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัสในระดับเฉยๆ ความชอบรวมในระดับชอบ โดยมีคะแนนเฉลี่ยตามลำดับดังต่อไปนี้ 3.12 3.03 3.12 3.51 และ 3.52 ดังภาพที่ 14 สำหรับการยอมรับผลิตภัณฑ์พบว่า ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับปานกลางและระดับสูง ร้อยละ 57 และ 26 ตามลำดับ ดังผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชอบรวมกับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คือ ลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส รสชาติ พบว่า ทุกปัจจัยคุณภาพที่กล่าวข้างต้น มีความสัมพันธ์กับความชอบรวมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางที่ 30 ก)



ภาพที่ 14 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดของผู้บริโภค ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน

ตารางที่ 30 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าคะแนนความชอบในปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ(ก) และแบบทอด(ข) ของผู้บริโภคในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน

(ก)

	ลักษณะปรากฏ	สี	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
ลักษณะปรากฏ	100				
สี	0.387**	1.000			
เนื้อสัมผัส	0.349**	0.258**	1.000		
รสชาติ	0.373**	0.29378**	0.2697*	1.000	
ความชอบรวม	0.586**	0.361**	0.548**	0.567**	1.000

(ข)

	ลักษณะปรากฏ	สี	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
ลักษณะปรากฏ	1.000				
สี	0.34192**	1.000			
เนื้อสัมผัส	0.49420**	0.34745**	1.000		
รสชาติ	0.31815**	0.23152*	0.67116**	1.000	
ความชอบรวม	0.54473**	0.42941**	0.77041**	0.69253**	1.000

* มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

** มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$)

ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอด

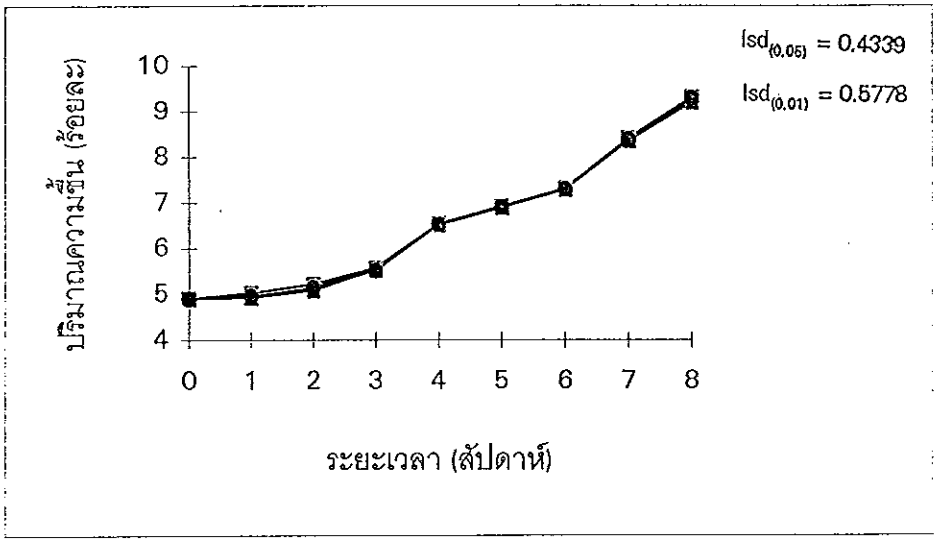
ผลการทดสอบความชอบผลิตภัณฑ์โดยการให้คะแนนความชอบ (Hedonic scale) 5 ระดับคะแนนดังภาพที่ 15 ซึ่งพบว่าความชอบของผู้บริโภคในลักษณะปรากฏและ กลิ่น อยู่ในระดับเฉยๆ เนื้อสัมผัสรสชาติและความชอบรวมในระดับชอบมีคะแนนเฉลี่ย 3.47 3.32 3.67 3.82 และ 3.88 ตามลำดับ การยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอดของผู้บริโภคอยู่ในระดับปานกลางร้อยละ 50 และยอมรับในระดับมากร้อยละ 39 ซึ่งเมื่อนำคะแนนความชอบในปัจจัยคุณภาพต่างๆ มาวิเคราะห์สหสัมพันธ์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชอบรวมกับลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส และรสชาติ ได้ผลแสดงดังตารางที่ 30 ข พบว่า ทุกปัจจัยคุณภาพมีความสัมพันธ์กับความชอบรวม อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$)

ตอนที่ 7 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่ต่างกัน

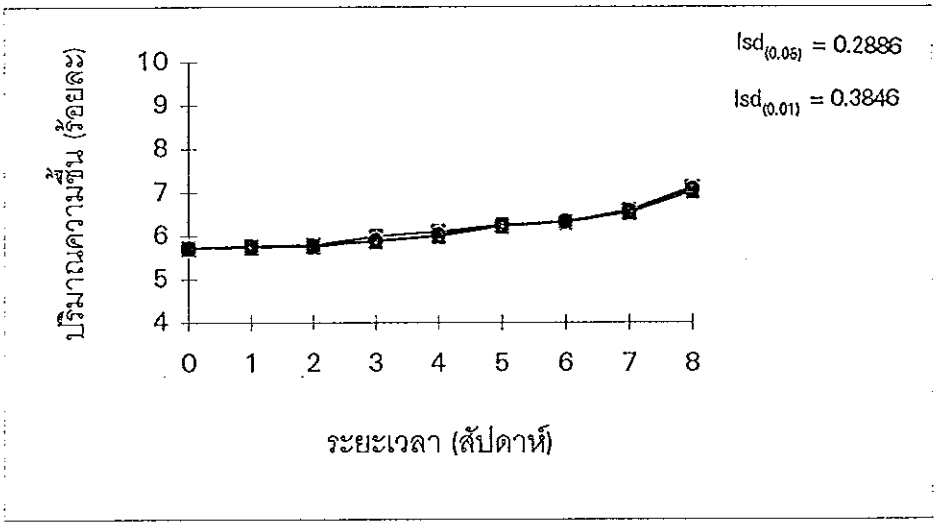
การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด ซึ่งผ่านการพัฒนาแล้วในถุงพลาสติกขนาด 7 x 6 ตารางนิ้ว 3 แบบ คือถุงโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง ความหนา 0.04 มิลลิเมตร โพลีโพรปิลีน ความหนา 0.04 มิลลิเมตร และโพลีโพรปิลีน ความหนา 0.075 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิห้อง และประเมินคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้งสองแบบ ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสัปดาห์ที่ 8 ได้ผลดังนี้คือ

7.1 คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี

ปริมาณความชื้น การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะในระหว่างการเก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 จนถึงสัปดาห์ที่ 8 แสดงดังภาพที่ 15 พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้งแบบอบและแบบทอดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวกที่ ค7 และ ค8) คือปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นและภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้งแบบอบและแบบทอดอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่พบว่าปริมาณความชื้นของปลาสะเต๊ะทั้งแบบอบและแบบทอดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร มีแนวโน้มสูงกว่าที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิดอื่นๆ รองลงมาคือถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร และถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงตามลำดับ เนื่องจากแม้ว่าฟิล์ม



ก



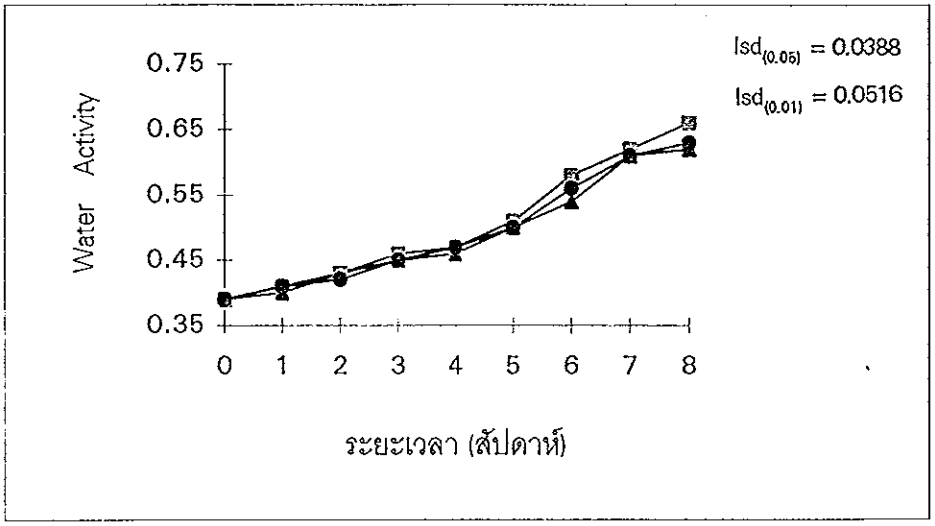
ข

ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลง ปริมาณความชื้น ของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง (▲) โพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร (□)และโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร (●)

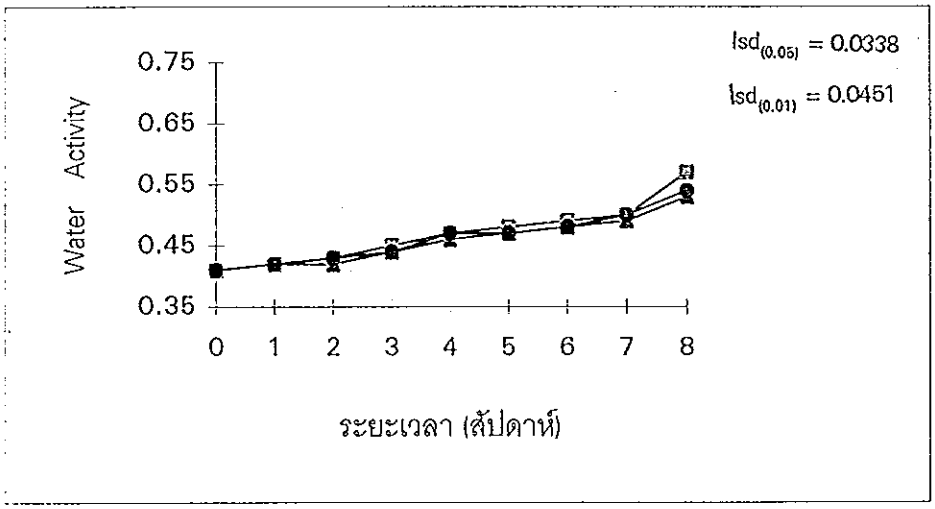
พลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง และโพลีโพรปิลีนมีคุณสมบัติที่ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี แต่ไอน้ำยังมีโอกาสซึมผ่านเข้าไปได้ โดยที่ฟิล์มพลาสติกชนิดโพลีโพรปิลีนมีคุณสมบัติที่ยอมให้มีการซึมผ่านของไอน้ำสูงกว่าฟิล์มพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, 2533) และฟิล์มพลาสติกชนิดเดียวกัน คือ โพลีโพรปิลีนที่มีความหนาแน่นต่างกัน พบว่าแม้ว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกัน แต่มีแนวโน้มว่าถุงที่มีความหนามากกว่าสามารถป้องกันการซึมผ่านไอน้ำได้สูงกว่า และพบว่าปลาสะเต๊ะแบบอบในทุกภาชนะบรรจุนั้น ปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาจะแตกต่างกับผลิตภัณฑ์ที่เริ่มต้น (สัปดาห์ที่ 0) เมื่อถึงอายุการเก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 5 สำหรับปลาสะเต๊ะแบบทอด (ตารางภาคผนวกที่ ง1 และ ง2) ทั้งนี้อาจเนื่องจากปลาสะเต๊ะแบบทอดมีไขมันเป็นองค์ประกอบสูง ซึ่งไขมันที่เคลือบผิวหน้าผลิตภัณฑ์จะช่วยป้องกันความชื้นเข้าสู่ผลิตภัณฑ์

ค่า Aw

การเปลี่ยนแปลงค่า Aw ระหว่างการเก็บรักษาปลาสะเต๊ะแบบอบ ในภาชนะบรรจุ 3 แบบ ดังภาพที่ 16 (ก) พบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่า Aw อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวกที่ ค7 และ ค8) โดยที่ค่า Aw ในสัปดาห์ที่ 0 มีค่า 0.39 และค่าเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในทุกภาชนะบรรจุ และเริ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับค่าในสัปดาห์ที่ 0 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไป (ตารางภาคผนวกที่ ง3) จนกระทั่งสัปดาห์ที่ 8 มีค่าในช่วง 0.62-0.66 โดยพบว่าความแตกต่างของภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า Aw อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่า Aw ของปลาสะเต๊ะแบบทอดระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ผลการทดลองเป็นไปทำนองเดียวกันกับปลาสะเต๊ะแบบอบ (ภาพที่ 16 ข) คือระยะเวลาในการเก็บรักษา มีผลต่อค่า Aw อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) โดยค่า Aw ในสัปดาห์ที่ 0 มีค่า 0.41 และเพิ่มขึ้นในทุกภาชนะบรรจุเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น โดยเริ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับค่าในสัปดาห์ที่ 0 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 (ตารางภาคผนวกที่ ง4) เป็นต้นไป สำหรับถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร และตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 สำหรับถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีน ความหนา 0.075 มิลลิเมตร และถุง



ก



ข

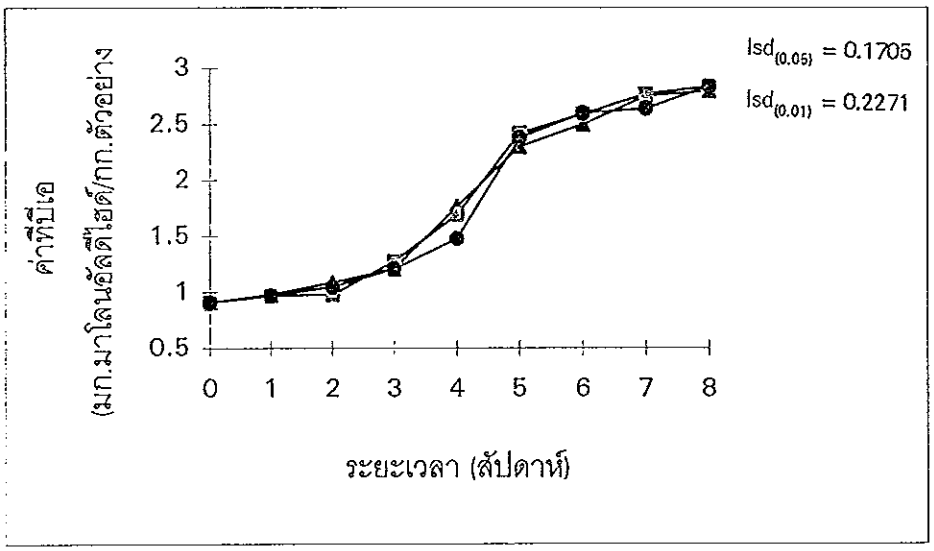
ภาพที่ 16 การเปลี่ยนแปลงค่า Water Activity ของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง (▲) โพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร (□)และโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร (•)

พลาสติกโพลีเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง จนระทั่งในสัปดาห์ที่ 8 ค่า Aw ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บในภาชนะบรรจุทั้ง 3 แบบ อยู่ในช่วง 0.52-0.57 ซึ่งเป็นระดับที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ และพบว่าความแตกต่างของภาชนะบรรจุ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า Aw อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

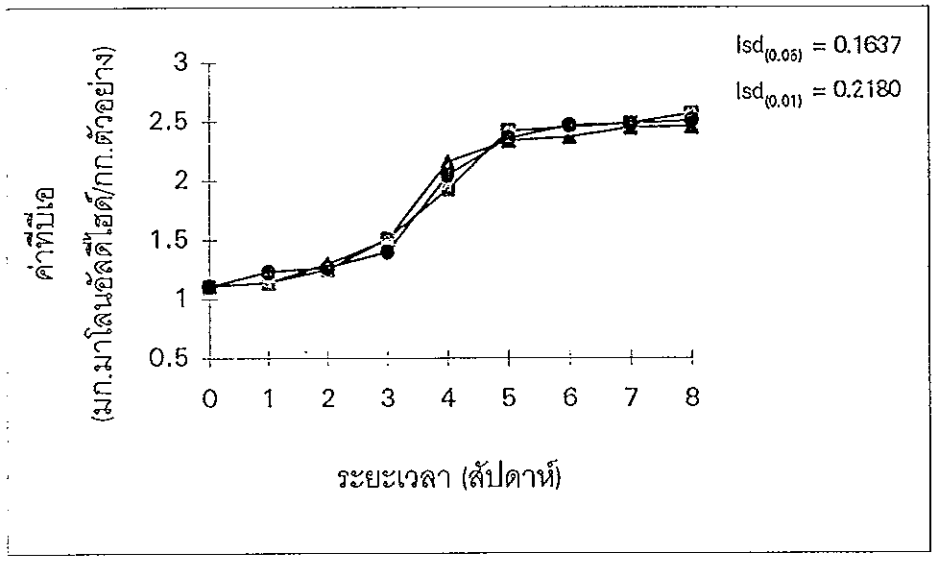
ค่า ทีบีเอ

การเปลี่ยนแปลงค่าทีบีเอของปลาสะเต๊ะแบบอบระหว่างการเก็บรักษาพบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่าทีบีเออย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวกที่ ค7 และ ค8) คือค่าทีบีเอในสัปดาห์ที่ 0 มีค่า 0.91 มิลลิกรัมมาโลนอัลดีไฮด์/กิโลกรัมตัวอย่าง ค่าทีบีเอเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ถึงสัปดาห์ที่ 6 หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และจะเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา จนถึงสัปดาห์ที่ 8 ดังภาพที่ 17 ก โดยเริ่มมีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) กับค่าทีบีเอในสัปดาห์ที่ 0 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไป (ตารางภาคผนวกที่ ง5) สำหรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน และตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 สำหรับผลิตภัณฑ์บรรจุถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีนทั้ง 2 แบบ แต่ทั้งนี้ก็พบว่าภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าทีบีเออย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าทีบีเอของปลาสะเต๊ะแบบทอดระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่าทีบีเออย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) กล่าวคือ มีค่า 1.11 มิลลิกรัมมาโลนอัลดีไฮด์/กิโลกรัมตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 0 และมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษาจนถึงสัปดาห์ที่ 8 (ภาพที่ 17 ข) โดยเริ่มมีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) กับค่าทีบีเอในสัปดาห์ที่ 0 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไป (ตารางภาคผนวกที่ ง6) สำหรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน และสัปดาห์ที่ 3 สำหรับที่บรรจุถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีนทั้ง 2 แบบ แต่ก็พบว่าภาชนะบรรจุที่ต่างกันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าทีบีเออย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์ในทุกภาชนะบรรจุเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ถึงสัปดาห์ที่ 5 หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 8 นั่นคือ เมื่อค่า Aw เพิ่มขึ้น ค่าทีบีเอก็เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันกับการเปลี่ยนแปลงในปลาสะเต๊ะแบบอบ

ค่าทีบีเอเป็นดัชนีบ่งบอกถึงการเกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบอันเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นเมื่อผลิตภัณฑ์มีค่า Aw มากกว่า 0.4 ทั้งนี้เนื่องจาก ค่า Aw มากขึ้นเมื่อปริมาณน้ำในอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้โลหะซึ่ง



ก



ข

ภาพที่ 17 การเปลี่ยนแปลงค่า ทีบีเอ ของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง (▲) โพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร (□)และโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร (●)

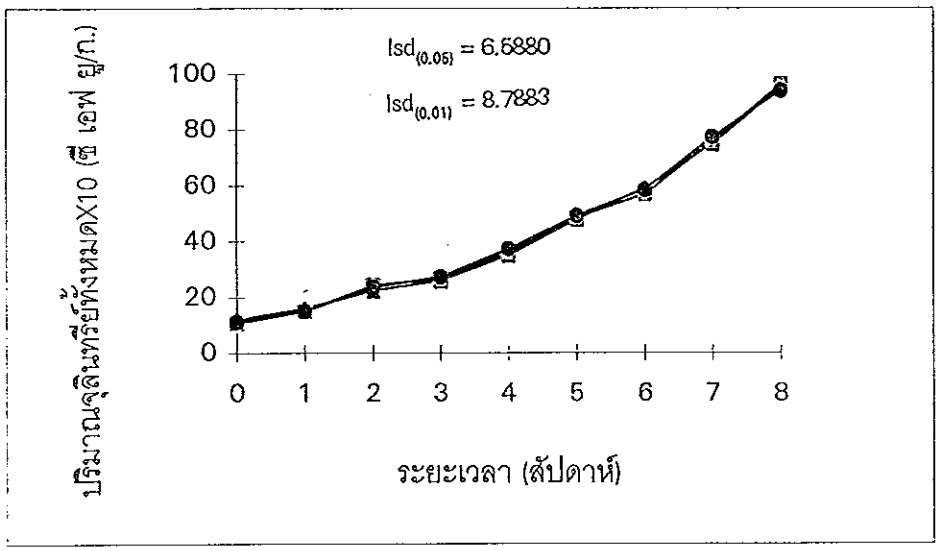
เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเกิดการกระจายตัวได้ดีขึ้น ทำให้เร่งปฏิกิริยาได้ดีขึ้น เหตุผลอีกประการหนึ่งคือ เมื่อความชื้นเพิ่มขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการพองตัวมากกว่าเดิม เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวทำให้สัมผัสกับอากาศได้มากขึ้น ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีขึ้น และประการสุดท้ายคือ ความชื้นในผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นทำให้โครงสร้างของอาหารนุ่มลง ไขมันจะแทรกตัวออกมาลอยตัวที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ทำให้สัมผัสกับอากาศมากขึ้น ซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้มากขึ้น (Labuza, 1970) จากผลการทดลอง ค่าทีบีเอของปลาสะเต๊ะแบบทอดเพิ่มขึ้นน้อยกว่าปลาสะเต๊ะแบบอบ เนื่องจากมีปริมาณขิงในสูตรเครื่องปรุงรสสูงกว่า ทั้งนี้สารประเภทฟีนอลในขิงซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารกันหืน ช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (พยอม ตันติวัฒน์, 2521)

7.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์

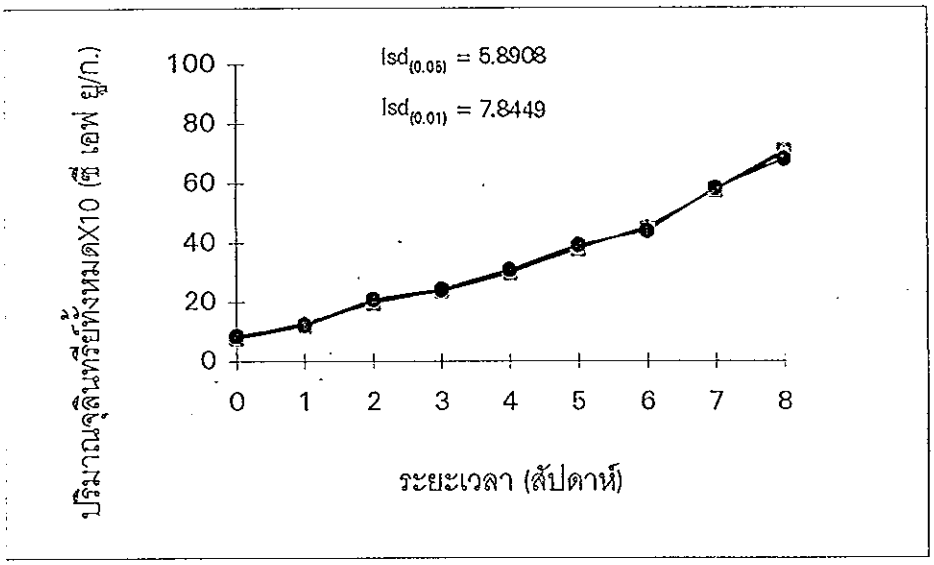
จากผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงด้านจุลินทรีย์น้อยมาก กล่าวคือ พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม (ภาพที่ 18) เชื้อราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม และตรวจไม่พบ E. coli กับ Staphylococcus aureus ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา โดยพบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณเชื้อราจะเพิ่มขึ้นในปริมาณที่น้อยมาก ทั้งนี้เนื่องจากว่าปลาสะเต๊ะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นและค่า Aw ต่ำ ไม่เหมาะต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ โดยพบว่าค่า Aw ที่ต่ำกว่า 5.0 จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ โดยทั่วไปแบคทีเรียจะหยุดการเจริญเติบโตเมื่อค่า Aw น้อยกว่า 0.88 แต่เชื้อราจะทนสภาพแห้งได้ดีกว่าแบคทีเรียคือ ส่วนใหญ่จะหยุดเจริญที่ค่า 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)

7.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

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



ก



ข

ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลง ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง (▲) โพลีโพรปิลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร (□)และโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร (●)

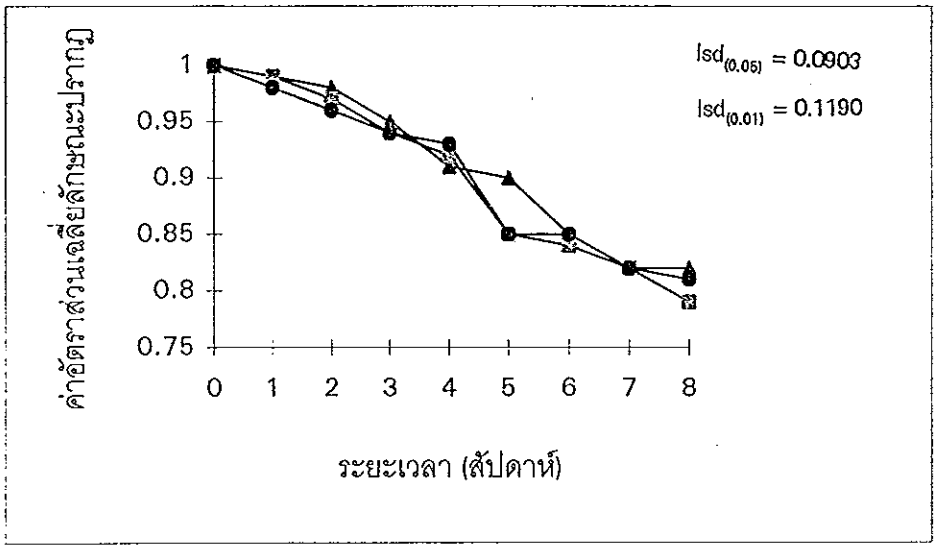
ลักษณะปรากฏ

การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด ได้แก่ สี และการเกาะของเครื่องปรุงรสในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อ ลักษณะปรากฏของปลาสะเต๊ะแบบอบอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวกที่ ค9) กล่าวคือค่าอัตราส่วนเฉลี่ยมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 19 ก) และพบว่าปลาสะเต๊ะที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงมีค่าอัตราส่วนเฉลี่ยแตกต่างกับค่าในสัปดาห์ที่ 0 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5 เป็นต้นไป ส่วนที่เก็บรักษาในพลาสติกโพลีโพรปีลีนทั้ง 2 แบบ เริ่มมีค่าอัตราส่วนเฉลี่ยแตกต่างกับค่าในสัปดาห์ที่ 0 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 เป็นต้นไป (ตารางภาคผนวกที่ ง9) แต่ทั้งนี้ก็พบว่าความแตกต่างของชนิดภาชนะบรรจุ ไม่มีผลต่อ การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) และพบว่าระยะเวลาเก็บรักษามีผลต่อลักษณะปรากฏของปลาสะเต๊ะแบบทอดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ตารางภาคผนวก ค10) คือปลาสะเต๊ะที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงมีค่าอัตราส่วนเฉลี่ยแตกต่างกับค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของปลาสะเต๊ะ สัปดาห์ที่ 0 ในสัปดาห์ที่ 8 ส่วนปลาสะเต๊ะที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีโพรปีลีนมีค่าอัตราส่วนเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาไม่แตกต่างกับค่าอัตราส่วนเฉลี่ยในสัปดาห์ที่ 0 (ตารางภาคผนวกที่ ง10) แต่อย่างไรก็ตาม ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ดังภาพที่ 21 (ข) นอกจากนี้พบว่าภาชนะบรรจุที่แตกต่างกัน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของปลาสะเต๊ะแบบทอดอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

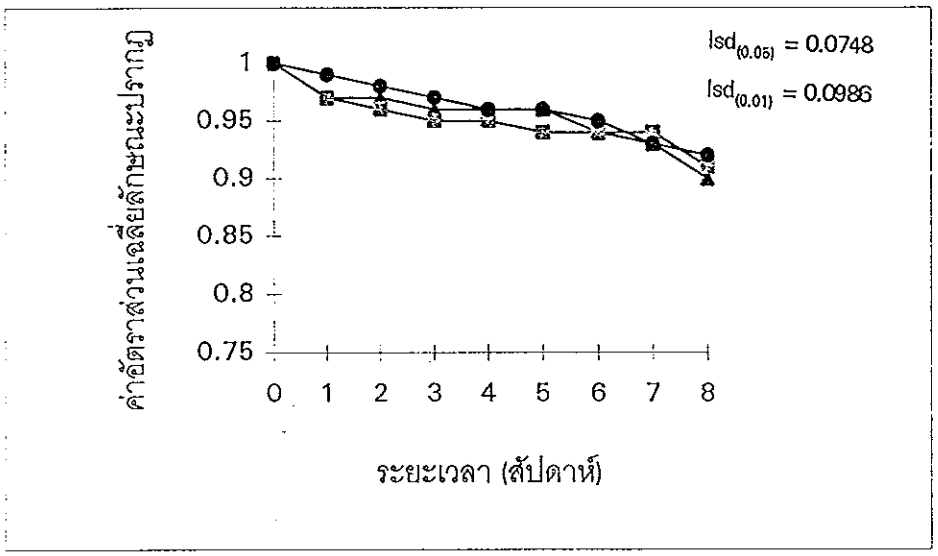
การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของปลาสะเต๊ะแบบอบเกิดขึ้นเร็วกว่าปลาสะเต๊ะแบบทอด เนื่องจากว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น และค่า Aw ในปลาสะเต๊ะแบบอบมากกว่าปลาสะเต๊ะแบบทอด ค่า Aw เพิ่มขึ้นทำให้การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเพิ่มสูงขึ้น (Labuza et al., 1970) ซึ่งมีผลต่อความเข้มของสีของผลิตภัณฑ์ ลักษณะปรากฏของปลาสะเต๊ะจึงเปลี่ยนไปจากเดิม

กลิ่นรสเครื่องเทศ

ระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสเครื่องเทศของปลาสะเต๊ะแบบทอดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวกที่ ค9) คือค่าอัตราส่วนเฉลี่ยจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ดังภาพที่ 20(ก) ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง และถุงพลาสติกโพลีโพรปีลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร มีค่าอัตราส่วน

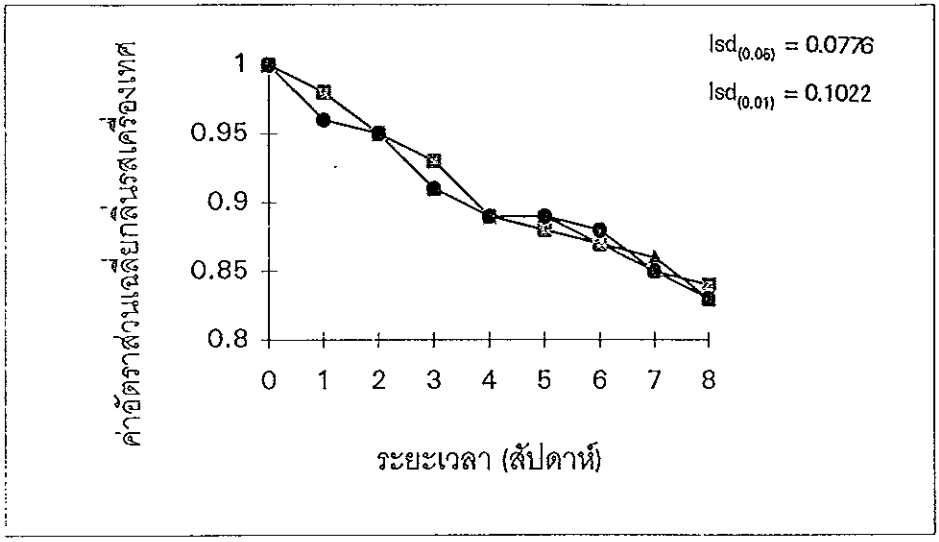


ก

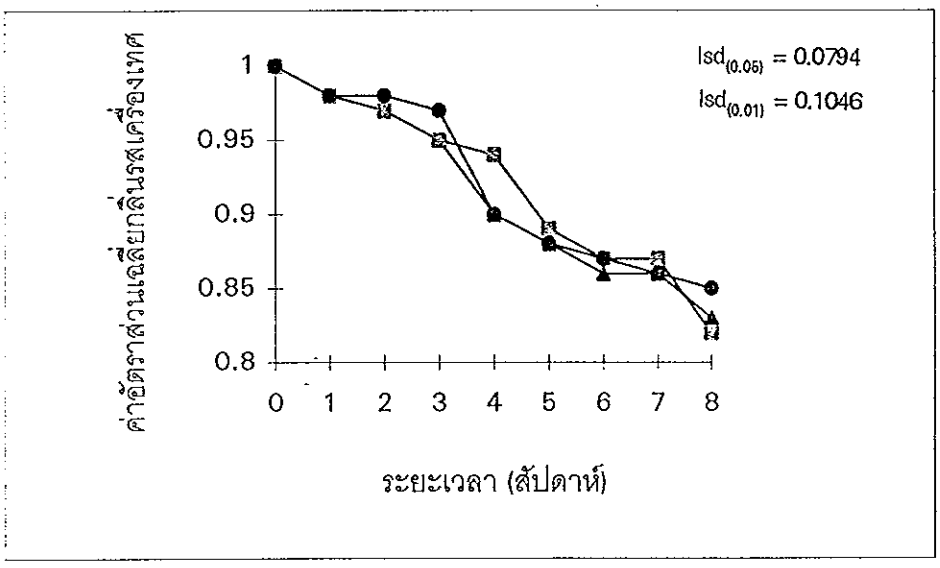


ข

ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฉลี่ยลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (▲) โพลีโพรปิลีน ความหนา 0.04 มิลลิเมตร (□)และโพลิโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร (•)



ก



ข

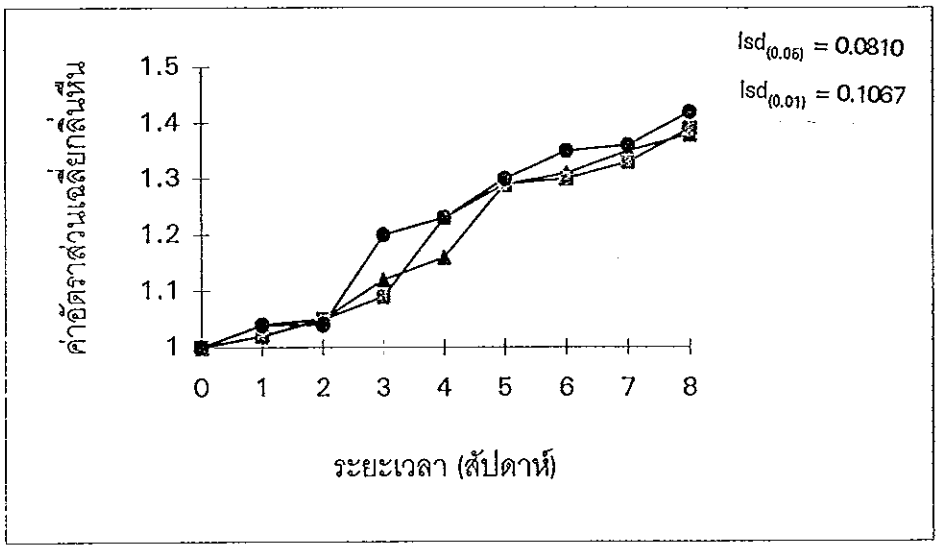
ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฉลี่ยกลิ่นรสเครื่องเทศของปลาสะเต๊ะ แบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (▲) โพลีโพรปิลีน ความหนา 0.04 มิลลิเมตร (□) และโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร (●)

เฉลี่ยแตกต่างกับค่าในสัปดาห์ที่ 0 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 4 เป็นต้นไปสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีโพรปีลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร (ตารางภาคผนวกที่ ง11) โดยที่พบว่าความแตกต่างของชนิดภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสเครื่องเทศของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสเครื่องเทศของปลาสะเต๊ะแบบทอดพบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสเครื่องเทศอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวกที่ ค10) กล่าวคือค่าอัตราส่วนเฉลี่ยจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 20 (ข)) ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง และถุงพลาสติกโพลีโพรปีลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตรมีค่าอัตราส่วนเฉลี่ยแตกต่างกับค่าในสัปดาห์ที่ 0 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 เป็นต้นไปและสัปดาห์ที่ 5 เป็นต้นไป สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีโพรปีลีนความหนา 0.04 มิลลิเมตร (ตารางภาคผนวกที่ ง12) โดยพบว่าความแตกต่างของชนิดภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสเครื่องเทศของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) เช่นเดียวกับปลาสะเต๊ะแบบอบ

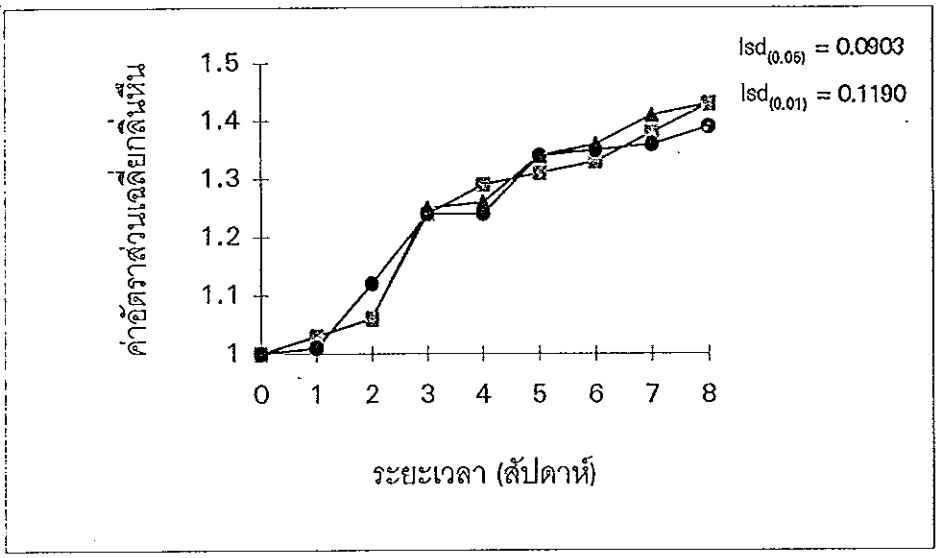
กลิ่นรสเครื่องเทศของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้ง 2 แบบอ่อนลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากว่าทั้งฟิล์มโพลีเอทิลีนและฟิมล์โพลีโพรปีลีนมีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของกาซได้ต่ำ (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, 2533) ซึ่งอาจทำให้กลิ่นรสเครื่องเทศซึมผ่านออกไปพร้อมกับอากาศได้ รวมทั้งกลิ่นรสเครื่องเทศอาจถูกกลบด้วยกลิ่นหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้น

<u>กลิ่นหืน</u>

การเปลี่ยนแปลงกลิ่นหืนของปลาสะเต๊ะแบบอบในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นหืนอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวกที่ ค9) กล่าวคือ ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 21 (ก)) โดยจะมีความแตกต่างกับค่าในสัปดาห์ที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 (ตารางภาคผนวก ง13) เป็นต้นไปในทุกภาชนะบรรจุ และพบว่าความแตกต่างของภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นหืนอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนปลาสะเต๊ะแบบทอดพบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นหืนอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) โดยค่าอัตราส่วนเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพ 21 (ข)) โดยที่จะมีความแตกต่างกับค่าในสัปดาห์ที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไป สำหรับภาชนะบรรจุ



ก



ข

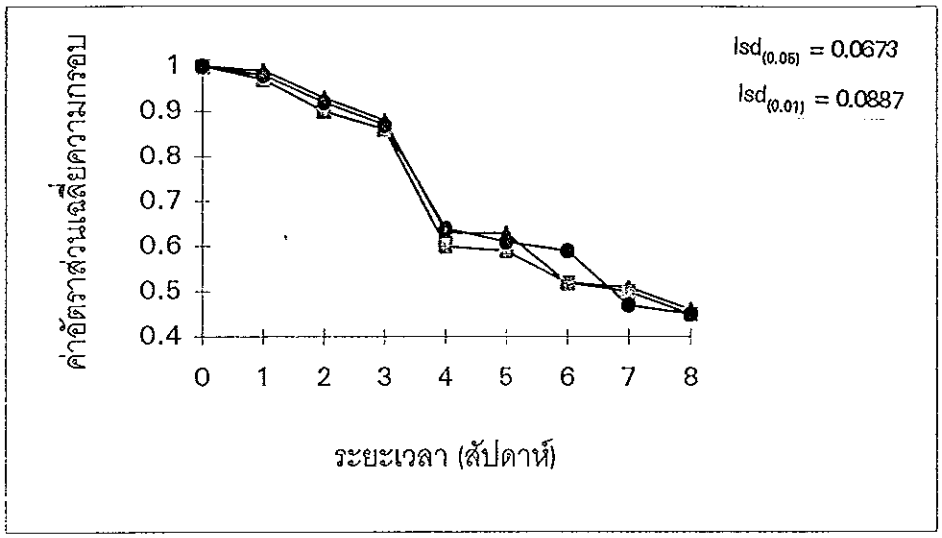
ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลง ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยกลิ่นหืน ของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (▲) โพลีโพรปิลีน ความหนา 0.04 มิลลิเมตร (□)และโพลิโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร (•)

ทั้ง 3 ชนิด (ตารางภาคผนวกที่ ง14) และเช่นเดียวกันกับปลาสะเต๊ะแบบอบที่ความแตกต่างของภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อกลิ่นหืนอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) การเปลี่ยนแปลงกลิ่นหืนของของปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดที่บรรจุทั้ง 3 แบบ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่าทีบีเอที่ได้กล่าวถึงแล้วข้างต้นอันเป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์

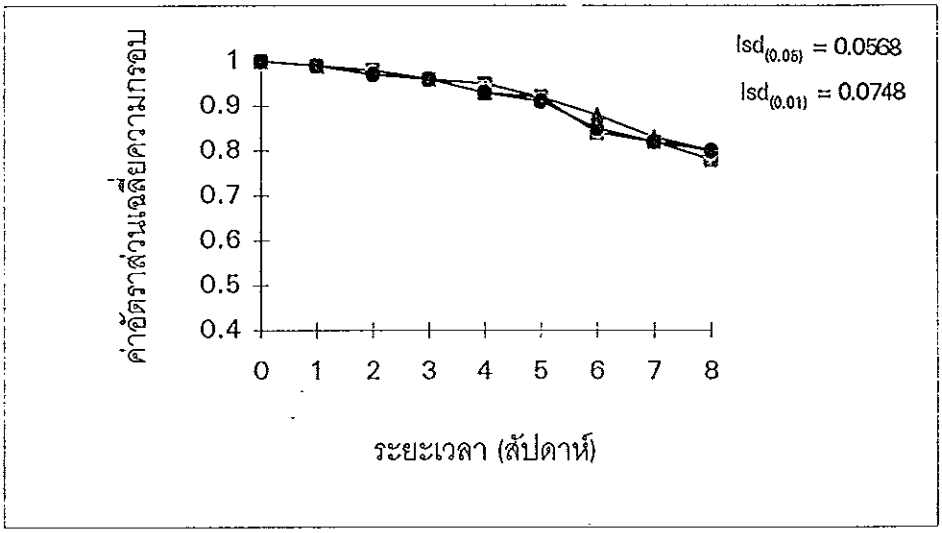
ความกรอบ

การเปลี่ยนแปลงความกรอบของปลาสะเต๊ะแบบอบในระหว่างการเก็บรักษาพบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อความกรอบของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) (ตารางภาคผนวกที่ ค9) โดยพบว่าค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของความกรอบมีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น และผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในภาชนะทั้ง 3 แบบ เริ่มมีค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของความกรอบแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) กับค่าอัตราส่วนเฉลี่ยในสัปดาห์ที่ 0 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไป (ตารางภาคผนวกที่ ง15) และมีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 22(ก)) โดยที่ภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความกรอบของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) ส่วนปลาสะเต๊ะแบบทอดพบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความกรอบของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งเช่นกัน (P<0.01) กล่าวคือค่าอัตราส่วนเฉลี่ยมีค่าลดลงตามระยะเวลาเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 22(ข)) โดยพบว่าความกรอบของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในภาชนะบรรจุทั้ง 3 แบบ เริ่มมีค่าอัตราส่วนเฉลี่ยแตกต่างกับค่าอัตราส่วนเฉลี่ยในสัปดาห์ที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 เป็นต้นไป (ตารางภาคผนวกที่ ง16) และความแตกต่างของภาชนะบรรจุ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความกรอบของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ความกรอบของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้ง 2 แบบลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็นผลเนื่องมาจากปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งความกรอบของปลาสะเต๊ะแบบอบจะลดลงเร็วกว่าปลาสะเต๊ะแบบทอด ซึ่งสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้นในปลาสะเต๊ะ กล่าวคือ ความชื้นของปลาสะเต๊ะแบบอบเพิ่มขึ้นเร็วและมากกว่าการเพิ่มขึ้นของความชื้นในปลาสะเต๊ะแบบทอด ทำให้ความกรอบลดลงมากกว่า และแม้ว่าความแตกต่างของภาชนะบรรจุมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความกรอบของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้ง 2 แบบอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่มีแนวโน้มว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเท่ากัน ความกรอบของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ



ก



ข

ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฉลี่ย ความกรอบ ของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (▲) โพลีโพรปิลีน ความหนา 0.04 มิลลิเมตร (□)และโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร (●)

ในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงจะสูงที่สุด รองลงมาคือถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีน ความหนา 0.075 มิลลิเมตรและความหนา 0.04 มิลลิเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นผลมาจากคุณสมบัติความสามารถในการซึมผ่านของความชื้นของฟิล์มพลาสติกเหล่านี้ ดังได้กล่าวแล้วข้างต้นนั่นเอง

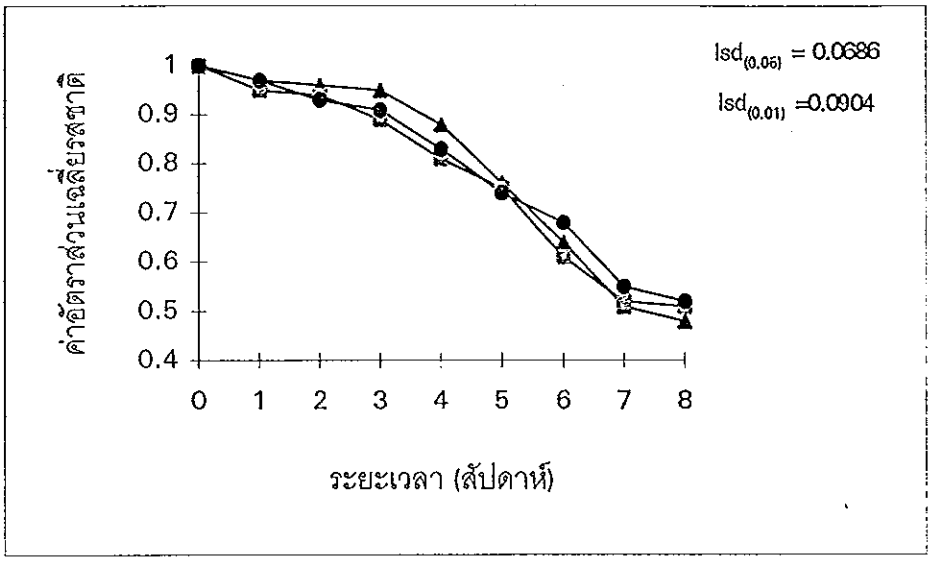
รสชาติ

การเปลี่ยนแปลงรสชาติ ได้แก่ รสหวาน รสเค็ม และความเผ็ดปลาสะเต๊ะแบบอบพบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรสชาติของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวกที่ ค9) โดยที่ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 23 (ก)) ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงเริ่มมีรสชาติแตกต่างกับผลิตภัณฑ์ ในสัปดาห์ที่ 0 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไป สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีนทั้ง 2 แบบ (ตารางภาคผนวกที่ ง17) แต่ทั้งนี้ก็พบว่าภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรสชาติอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) สำหรับปลาสะเต๊ะแบบทอดพบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรสชาติของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวกที่ ค10) เช่นเดียวกับปลาสะเต๊ะแบบอบ โดยค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของรสชาติลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 23 (ข)) และรสชาติของผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงแตกต่างไปจากผลิตภัณฑ์ในสัปดาห์ที่ 0 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 (ตารางภาคผนวกที่ ง18) เป็นต้นไปในภาชนะบรรจุทุกชนิด และพบว่าความแตกต่างของภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรสชาติของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

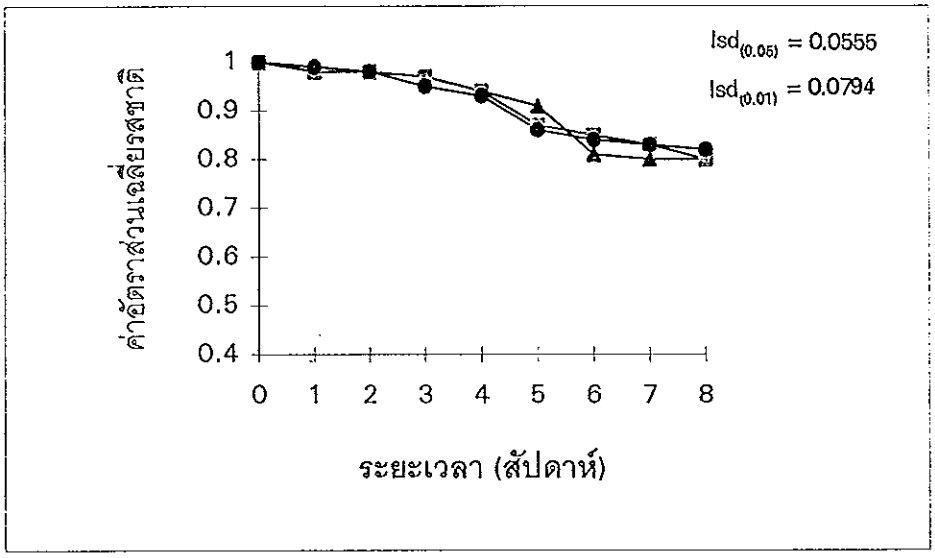
การเปลี่ยนแปลงรสชาติของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้งแบบอบและแบบทอดเกิดขึ้นเนื่องจากผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสเครื่องเทศ กลิ่นหืน ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีผลให้รสชาติของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

การยอมรับรวม

ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการยอมรับรวมของปลาสะเต๊ะแบบอบอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวกที่ ค9) คือค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของการยอมรับรวมลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 24 (ก)) โดยที่มีความแตกต่างจากค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ในภาชนะบรรจุทั้ง 3 ชนิด และความแตกต่างของภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ในสัปดาห์ที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไป

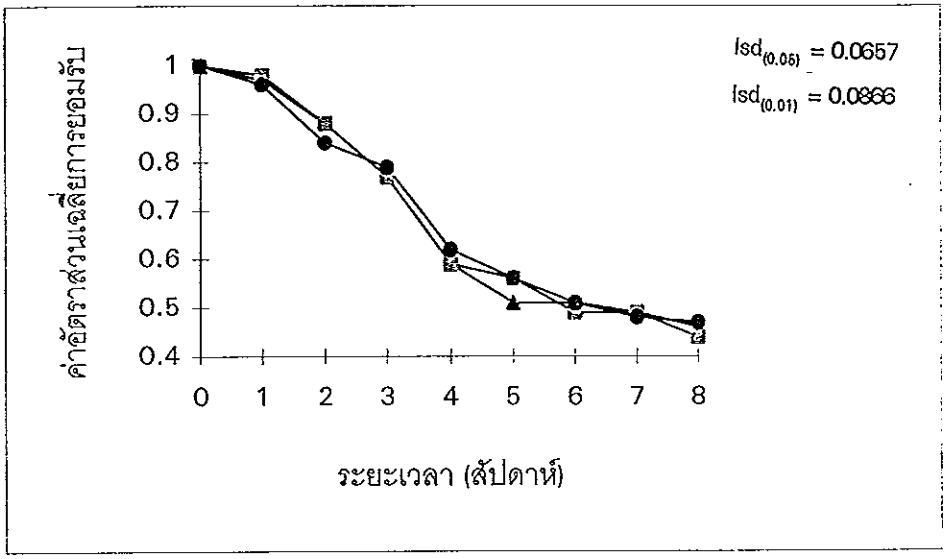


ก

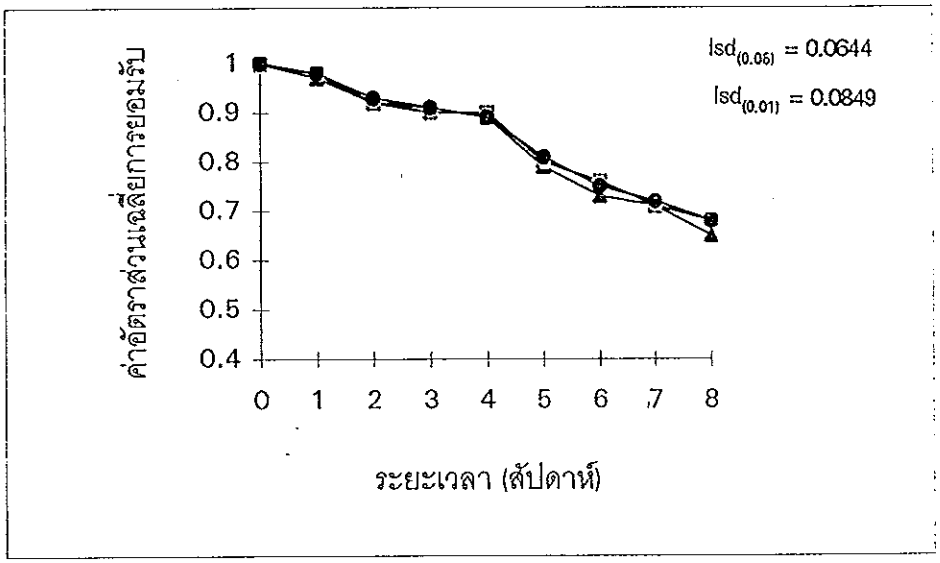


ข

ภาพที่ 23 การเปลี่ยนแปลง ค่าอัตราส่วนเฉลี่ย รสชาติ ของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ แบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (▲) โพลีโพรปิลีน ความหนา 0.04 มิลลิเมตร (□)และโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร (●)



ก



ข

ภาพที่ 24 การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฉลี่ยการยอมรับของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ (ก) และแบบทอด (ข) ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (▲) โพลีโพรปีลีน ความหนา 0.04 มิลลิเมตร (□)และโพลีโพรปีลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร (•)

(ตารางภาคผนวกที่ ง19) ทั้งนี้เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านอื่นๆ ดังกล่าวแล้วข้างต้น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงค่าอัตราส่วนเฉลี่ยพบว่า ยังคงมีการยอมรับผลิตภัณฑ์จนถึงสัปดาห์ที่ 5 ของการเก็บรักษา ส่วนปลาสะเต๊ะแบบทอดนั้นพบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวกที่ ค10) กล่าวคือ ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของการยอมรับจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 24 (ข)) ทั้งนี้เนื่องจากการเกิดการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยคุณภาพต่างๆ ดังกล่าวแล้วข้างต้น โดยที่มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับค่าในสัปดาห์ที่ 0 ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไปในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในภาชนะทั้ง 3 แบบ (ตารางภาคผนวกที่ ง20) แต่พบว่าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์จนกระทั่งสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 8 ของการเก็บรักษา ซึ่งเป็นเพราะว่าแม้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยคุณภาพต่างๆแต่บางปัจจัยคุณภาพที่สำคัญ ได้แก่ รสชาติ และความกรอบของผลิตภัณฑ์ยังคงมีค่าอัตราส่วนเฉลี่ยที่สูง และพบว่าความแตกต่างของภาชนะบรรจุมีผลต่อการยอมรับรวมอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ทั้งนี้เป็นเพราะว่าภาชนะบรรจุทั้ง 3 แบบ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปัจจัยคุณภาพต่างๆ ผลิตภัณฑ์ดังได้กล่าวข้างต้นอย่างมีนัยสำคัญ($P>0.05$)

การคัดเลือกชนิดภาชนะบรรจุ

จากผลการทดลองการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุงพลาสติกทั้ง 3 ชนิด เป็นวลา 8 สัปดาห์ พบว่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดในระหว่างการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จึงแนะนำว่าควรเลือกถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร เพื่อใช้บรรจุผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้งแบบอบและแบบทอด ทั้งนี้เนื่องจากว่าลักษณะของผลิตภัณฑ์มีความกรอบและบางส่วนมีความแข็ง ซึ่งสามารถทิ่มแทงภาชนะบรรจุทำให้ฉีกขาดได้ จึงควรใช้ฟิล์มพลาสติกที่ค่อนข้างหนา และข้อดีของฟิล์มพลาสติกที่ค่อนข้างหนาอีกประการหนึ่งก็คือมีความคงตัวกว่าพลาสติกที่บางซึ่งจะช่วยเน้นให้ลักษณะผลิตภัณฑ์มีค่ายิ่งขึ้น

ตอนที่ 8 การประเมินต้นทุนวัตถุดิบการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด

ต้นทุนการผลิต ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด ในการทดลองครั้งนี้ประเมินจากค่าวัตถุดิบ อันได้แก่ ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ น้ำมันพืชและเครื่องปรุงรส แต่ทั้งนี้ไม่ได้รวมค่าพลังงาน ค่าเครื่องมือ อุปกรณ์ ค่าเสื่อมราคาและค่าแรงงาน (ตารางที่ 31) ดังนี้ คือ

ตารางที่ 31 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)

ตัวเลขในวงเล็บคิดเป็นร้อยละ

ต้นทุนวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ผลิตปลาสะเต๊ะประกอบด้วยปลาข้างเหลืองซึ่งอยู่ในรูปปลาแล่แบบผีเสื้อแช่เยือกแข็ง น้ำมันพืช ขิงป่น พริกไทยป่น พริกขี้หนูป่นเกลือป่น น้ำตาล ซอสถั่วเหลือง ผงชูรส จากการคำนวณพบว่าต้นทุนวัตถุดิบสำหรับผลิตปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดหนึ่งกิโลกรัม มีค่า 167.50 และ 171.57 บาท ตามลำดับจะเห็นว่าต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตปลาสะเต๊ะแบบทอดสูงกว่าปลาสะเต๊ะแบบอบเนื่องจากใช้ขิงในสูตรเครื่องปรุงรสเป็นปริมาณ 2 เท่าของปริมาณขิงที่ใช้กับปลาสะเต๊ะแบบอบ รวมทั้งเพิ่มรายจ่ายค่าน้ำมันสำหรับทอดอีกด้วย

ต้นทุนภาชนะบรรจุ

ภาชนะบรรจุที่คัดเลือกเพื่อบรรจุผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะคือถุงโพลีโพรปิลีนความหนา 0.075 มิลลิเมตร โดยพบว่า ถุงชนิดนี้ขนาด 7x6 ตารางนิ้ว 1 กิโลกรัม มีจำนวนประมาณ 200 ใบ ราคากิโลกรัมละ 25 บาท ปลาสะเต๊ะ 1 กิโลกรัม ใช้ถุงบรรจุ 10 ใบ คิดเป็นมูลค่าภาชนะบรรจุ 1.25 บาท หรือ ร้อยละ 0.63 และ 0.64 ของต้นทุนทั้งหมด สำหรับปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดตามลำดับ

การใช้ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ 2 กิโลกรัม ได้ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ 525 กรัม คิดเป็นร้อยละ 26.25 และปลาสะเต๊ะแบบทอด และ 600 กรัม หรือร้อยละ 30 ตามลำดับ รายละเอียดในการคำนวณแสดงในภาคผนวก จ

บทที่ 4

บทสรุป

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 ได้ปริมาณผลผลิตร้อยละ26.25 และ 30 สำหรับปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอด ตามลำดับ คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 แบบเมื่อเทียบกับวัตถุดิบที่ใช้เพิ่มขึ้นดังนี้ โปรตีน 3.5-4.5 เท่า ไขมัน 4.6-11 เท่า และพลังงาน 2.6-2.75

สูตรเครื่องปรุงรสที่ได้พัฒนาแล้ว ประกอบด้วย ขิง พริกไทยป่น พริกขี้หนูป่น ผงชูรส ซอสถั่วเหลือง เกลือป่น 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 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอดในระดับปานกลางถึงมาก ต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดรวมทั้งต้นทุนภาชนะบรรจุมีค่า 168.75 และ 172.8 บาทต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้งแบบอบและแบบทอดที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกันตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ความชื้น ค่า Aw และค่าทีบีเอเพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์เพียงเล็กน้อย คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 แบบ พบว่า ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสเครื่องเทศ และรสชาติ เกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก กลิ่นหืน เพิ่มขึ้นขณะที่ความกรอบลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบ

อบและแบบทอดจนถึงสัปดาห์ที่ 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 เช่น การเพิ่มความเร็วของลมร้อน เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลานาน ทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน และค่าใช้จ่าย

เอกสารอ้างอิง

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

กรมศุลกากร. 2534. สถิติการนำเข้าอาหารสำเร็จรูปซึ่งทำจากธัญพืชหรือผลิตภัณฑ์ธัญพืชที่ได้จากการทำให้พองหรือฟูด้วยความร้อน อบ หรือปิ้ง พัฟไรด์ คอร์นเฟ่ด และผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกัน พศ. 2523-2533, สถิติการนำเข้าสินค้าแยกตามประเภท. กระทรวงการคลัง. กรุงเทพฯ.

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 สุวรรณสิขณ์. 2535. การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวจากแป้งถั่วลิสงไขมันต่ำผสมแป้งมันสำปะหลังชนิดพรีเจลาติไนซ์.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. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงแผ่น.วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. อ้างโดย ธงชัย สุวรรณสิชณน์. 2535. การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวจากแป้งถั่วลิสงไขมันต่ำผสม แป้งมันสำปะหลังชนิดพรีเจลาติไนซ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วารุณี วารัญญานนท์, สุภารัตน์ เรืองมณีไพฑูรย์, ชุมสาย สีลวนิช และน้อย สาริกภูต. 2535. การผลิตกระเพาะปลาเทียมจากหนังหมู ใน รายงานค้นคว้าวิจัยประจำปี 2531-2534. สถาบันค้นคว้าวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. หน้า 324-326 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. สถาบันวิจัยวิทยาศาตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติแห่งประเทศไทย. 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.

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

สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2529. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาสดทั้งตัวยีอกแข็ง (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 Asscciation 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.

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.

Ng, C.S. 1987. Determination of trimethylamine oxide (TMAO-N), trimethylamine (TMA-N) totalvolatile basic nitrogen (TVB-N) by Conway's method. In Laboratory Manual on on Analytical Methods and Procedures for Fish and Fish Products. Marine Fisheries Research Dep., SEAFDEC : Singapore.

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.

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

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. Barking Essex. 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

ภาคผนวก ก การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและจุลินทรีย์

ก1 องค์ประกอบทางเคมี

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

อุปกรณ์

1. ตู้อบอุณหภูมิ 105°ซ
2. ภาชนะหาความชื้น (จานอลูมิเนียม พร้อมฝา)
3. โถดูดความชื้น
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า

วิธีการ

1. อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105°ซ เวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

2. กระทำเช่นข้อ 1 ซ้ำ จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก

3. ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1-3 ก. ใส่ลงในภาชนะ หาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักแล้วนำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105°ซ นาน 5-6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่างนั้น จากนั้นนำกลับไปเข้าตู้อบอีก และกระทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก.

การคำนวณ

$$M = [(W_1 - W_2) \times 100]/W_1$$

เมื่อ M คือ ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)

W_1 คือ น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

W_2 คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

1.2 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (A.O.A.C., 1990)

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน (soxhlet apparatus) ประกอบด้วยขวดกลมสำหรับใส่ตัวทำละลาย ซอคเลต (soxhlet) เครื่องควบแน่น (condenser) และเตาให้ความร้อน (heating mantle)
2. หลอดใส่ตัวอย่าง (extraction thimble)
3. สำลี
4. ตู้อบไฟฟ้า
5. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด
6. โถดูดความชื้น

วิธีการ

1. อบขวดกลมสำหรับหาปริมาณไขมัน ซึ่งมีขนาดความจุ 250 มล. ในตู้อบไฟฟ้า ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก ประมาณ 1-2 ก. ห่อให้มิดชิดแล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง คลุมด้วยสำลีเพื่อให้สารทำละลายมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ
3. นำหลอดตัวอย่าง ใส่ลงในซอคเลต
4. เติมสารตัวทำละลายปิโตรเลียม อีเทอร์ ลงในขวดหาไขมันปริมาณ 150 มล. แล้ววางบนเตาให้ความร้อน
5. ทำการสกัดไขมันเป็นเวลา 14 ชั่วโมง โดยปรับความร้อนให้หยดของสารทำละลายกลั่นตัวจากอุปกรณ์ควบแน่นด้วยอัตรา 150 หยดต่อนาที
6. เมื่อครบ 14 ชั่วโมง นำหลอดใส่ตัวอย่างออกจากซอคเลต และกลั่นเก็บสารทำละลายจนเหลือสารละลายในขวดกลมเพียงเล็กน้อยด้วยเครื่องระเหยตัวทำละลาย
7. นำขวดหาไขมันนั้นไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80-90°ซ จนแห้ง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น
8. ชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก.

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = 100 \times \frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

1.3 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ใช้วิธีเจลดาล (A.O.A.C., 1990)

อุปกรณ์

1. ขวดย่อยโปรตีน (Kjeldahl flask) ขนาด 250-300 มล.
2. ชุดกลั่นโปรตีน
3. ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มล.
4. ขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มล.
5. ปิเปต ขนาด 5, 10 มล.
6. บิวเรต ขนาด 25 มล.
7. ลูกแก้ว
8. กระดาษกรอง

สารเคมี

1. กรดซัลฟุริกเข้มข้น
2. สารเร่งปฏิกิริยา ใช้คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) 1 ส่วนต่อโปแตสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 9 ส่วน
3. สารละลายของโซเดียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมไธโอซัลเฟต เข้มข้นร้อยละ 60 ชั่งสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 60 ก. และโซเดียมไธโอซัลเฟต 5 ก. ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 100 มล.
4. สารละลายกรดบอริกเข้มข้น ร้อยละ 4 ละลายกรดบอริก 40 ก. ด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ได้ 1000 มล.
5. สารละลายกรดเกลือ เข้มข้น 0.02 นอร์มัล

6. อินดิเคเตอร์ใช้ fashiro indicator เตรียมเป็น stock solution (ชั่งเมทธิลลีนบูล (methylene blue) 0.2 ก. ละลายในเอทธานอล (ethanol) 200 มล. และชั่งเมทธิลเรด (mehtyl red) 0.05 ก. ละลายในเอทธานอล 50 มล.) เวลาใช้นำมาผสมในอัตราส่วน stock solution 1 ส่วน : เอทธานอล 1 ส่วน : น้ำกลั่น 2 ส่วน

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างอาหารบนกระดาษกรอง ให้ได้น้ำหนักแน่นอน ประมาณ 1-2 ก. ห่อให้มิดชิด ใส่ลงในขวดย่อยโปรตีน

2. เติมสารเร่งปฏิกิริยา 5 ก. และกรดซัลฟุริกเข้มข้น 20 มล.

3. ใส่ลูกแก้ว 2 เม็ด นำไปย่อยบนเตาไฟในตู้ควันจนกระทั่งได้สารละลายใส ปล่อยทิ้งให้เย็น

4. เติมน้ำกลั่นร้อนลงไปล้างบริเวณคอขวดให้ทั่ว และให้ความร้อนต่อไปจนเกิดควันของกรดซัลฟุริก ปล่อยทิ้งให้เย็น

5. นำมาถ่ายลงในขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 มล. ใช้น้ำกลั่นล้างขวดย่อยโปรตีน ให้หมดสารละลายตัวอย่าง แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล.

6. จัดอุปกรณ์กลั่น

7. นำขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มล. เติมกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 ลงไป 5 มล. ผสมน้ำกลั่น 5 มล. และเติมอินดิเคเตอร์เรียบร้อยแล้วไปรองรับของเหลวที่จะกลั่น โดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลายกรดนี้

8. ดูดสารละลายตัวอย่างด้วยปิเปตขนาดความจุ 10 มล. ใส่ลงในช่องใส่ตัวอย่าง แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป 20 มล.

9. กลั่นประมาณ 10 นาที ล้างปลายอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดรองรับ

10. ไตเตรตสารละลายที่กลั่นได้กับสารละลายกรดเกลือ ที่มีความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล จะได้จุดยุติเป็นสีม่วง

11. ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกันตั้งแต่ข้อ 2-10

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{(a-b) \times N \times 14 \times \text{Factor}}{W}$$

โดยที่ a = ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้เป็น มล.

b = ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้กับ blank เป็น มล.

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือเป็น นอร์มัล

W = น้ำหนักตัวอย่างเป็น ก.

Factor = ตัวเลขที่เหมาะสม 6.25

(น้ำหนักกรัมสมมูลย์ของไนโตรเจน = 14.007)

1.4 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (A.O.A.C., 1990)

อุปกรณ์

1. เตาเผา (muffle furnace)
2. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (porcelain crucible)
3. โถดูดความชื้น
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด

วิธีการ

1. เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600°ซ เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง ปิดสวิทซ์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30-45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาลดลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

2. เผาซ้ำอีกครั้งละประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้ง ติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก.

3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 ก. ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่รู้น้ำหนักแน่นอนแล้ว นำไปเผาในตู้ควันจนหมดควัน แล้วจึงนำเข้าเตาเผาอุณหภูมิ 600°ซ และกระทำเช่นเดียวกับข้อ 1-2

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = 100 \times \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

1.5 การหาค่าความหืน ใช้วิธีการหา TBA No. (Egan, et al., 1981)

อุปกรณ์

1. ชุดกลั่น
2. ลูกแก้ว
3. เตาไฟฟ้า
4. ปิเปต
5. หลอดทดสอบชนิดมีจุก
6. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)

สารเคมี

1. สารละลายกรดเกลือ 4 นอร์มัล.
2. สารป้องกันการเกิดฟอง (antifoam liquid)
3. สารละลายกรดไธโอบาบิทูริก ละลาย 0.2883 ก. ของกรดไธโอบาบิทูริกลงในกรดอะซิติกเข้มข้น ร้อยละ 90

วิธีการ

1. แช่ตัวอย่างอาหาร 10 ก. ด้วยน้ำกลั่น 50 มล.เป็นเวลา 2 นาที แล้วถ่ายลงในขวดกลั่นใช้น้ำ 47.5 มล. ล้างภาชนะที่ใส่ตัวอย่างแล้วเทลงขวด

2. เติม 2.5 มล. ของสารละลายกรดเกลือความเข้มข้น 4 นอร์มัล (pH ควรจะเป็น 1.5) แล้วเติมลูกแก้วและสารป้องกันการเกิดฟอง

3. กลั่นให้ได้ของเหลว 50 มล. ภายใน 10 นาที

4. ดูดสารที่กลั่นได้ 5 มล. ลงในหลอดทดสอบที่มีจุกปิด

5. เติม 5 มล. ของสารละลายกรดไฮโอบาบิทูริก เขย่าและให้ความร้อนด้วยน้ำเดือด เป็นเวลา 35 นาที

6. ทำ blank โดยใช้วิธีเดียวกัน ใช้ 5 มล. ของน้ำกลั่นให้ความร้อน 35 นาที

7. นำตัวอย่างและ blank ที่เย็นแล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร

การคำนวณ

ค่าความหืน (มก.มาโลนอัลดีไฮด์/กก.ตัวอย่าง) = 7.8xค่าดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่หัก blank แล้ว

1.6 การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในรูปด่างที่ระเหยได้ทั้งหมด ใช้วิธีคอนเวย์ (Hasegawa, 1987)

อุปกรณ์

1. จานระเหยแบบคอนเวย์ (conwey unit)
2. ไมโครบิวเรต (micro burett) ขนาด 10 มล.
3. ปิเปตขนาด 1, 10 มล.
4. ถ้วยบด
5. กระดาษกรอง

สารเคมี

1. วาสลีน (Vasaline)
2. อินดิเคเตอร์ ใช้ Tashiro อินดิเคเตอร์ วิธีการเตรียมเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณ โปรตีน

3. สารละลายของวงแหวนชั้นใน (Inner ring) ละลาย 10 ก. ของกรดบอริกใน เอทธานอล ปริมาตร 200 มล. เติมอินดิเคเตอร์ 10 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนได้ 1,000 มล.

4. สารละลายอิ่มตัวของโปตัสเซียมคาร์บอเนต ละลายโปตัสเซียมคาร์บอเนต 60 ก. ในน้ำกลั่นปริมาตร 50 มล. นำไปต้มให้เดือดประมาณ 10 นาที ทำให้เย็นแล้วกรองผ่านกระดาษกรอง

5. สารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติก(Trichloroacetic acid) เข้มข้นร้อยละ 4 ชั่งกรดไตรคลอโร-อะซิติก 40 ก. ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ได้ 1000 มล.

6. สารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.02 นอร์มัล

วิธีการ

1. สกัดตัวอย่างอาหาร นำตัวอย่างอาหารทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 ก. ใส่ในถ้วยบด เติมสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 10 มล. บดให้ละเอียด ปล่อยทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง No. 41 สารละลายที่ได้หากไม่สามารถวิเคราะห์ได้ทันที นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 ^{0}ซ

2. วิเคราะห์

2.1 ทาวาสลีนที่ขอบจานคอนเวย์

2.2 ปิเปต 1 มล. ของสารละลายวงแหวนชั้นใน (Inner ring) ใส่ในขอบจานชั้น

2.3 ปิเปต 1 มล. ของสาลละลายอิ่มตัวของโปตัสเซียมคาร์บอเนตใส่ในขอบจานชั้นนอก

2.4 ปิเปต 1 มล. ของสารละลายตัวอย่างที่สกัดได้ ลงในขอบจานชั้นนอกอีกชั้นหนึ่ง ระวังไม่ให้ผสมกับสารละลายอิ่มตัวของโปตัสเซียมคาร์บอเนต

2.5 ปิดจานคอนเวย์ ให้สารละลายตัวอย่างและสารละลายอิ่มตัวของโปตัสเซี่ยมผสมกัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 37 ^{0}ซ เวลา 1 ชั่วโมง

2.6 ไตเตรตสารละลายชั้นในด้วยสารละลายกรดเกลือความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล จนกระทั่งได้จุดยุติสีม่วง

2.7 ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกันแต่ใช้สารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติก ความเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 1 มล. แทนสารละลายตัวอย่าง

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณด่างที่ระเหยได้ทั้งหมด (มก./100 ก.)} = \frac{(a-b) \times N \times 14 \times V \times 100}{W}$$

โดยที่ a = ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้เป็น มล.

b = ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้กับ blank เป็น มล.

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือเป็น นอร์มัล

V = ปริมาตรรวมของตัวอย่างและกรดไตรคลอโรอะซิติกที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างเป็น มล.

W = น้ำหนักของตัวอย่างเป็น ก.

(น้ำหนักกรัมสมมูลย์ของไนโตรเจน=14.007)

ก2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางจุลินทรีย์

2.1 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Viable Count) โดยวิธี pour plate (A.O.A.C, 1990)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Plate count agar (PCA)
2. 0.85% normal saline solution

วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 ชั่งตัวอย่าง 10 ก. ลงในถ้วยบดตัวอย่างที่ปลอดเชื้อ

1.2 เติม 0.85% normal saline solution จำนวน 90 มล. แล้วปั่นด้วยความเร็วต่ำเป็นเวลา 1 นาที นำไปตั้งทิ้งในตู้เย็น 30 นาที

1.3 ทำการเจือจางให้เป็น 1:100, 1:1000 และ 1:10000 ตามลำดับ โดยใช้ 0.85% normal saline solution

2. การตรวจนับจุลินทรีย์

2.1 ดูดตัวอย่างจากข้อ 1.3 อย่างละ 1 มล. (ทำ 2 ซ้ำ) ลงในจานเพาะเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้ว

2.2 เททับด้วยอาหาร PCA (Plate count agar) ประมาณ 15 มล.

2.3 หมุนจานเพาะเชื้อเบา ๆ แล้วตั้งทิ้งให้วุ้นแข็งตัวประมาณ 15 นาที

2.4 อบเพาะเชื้อที่ 35°ซ ในลักษณะคว่ำจานเพาะเชื้อเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2.5 ตรวจนับจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนประมาณ 30-300 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง (CFU/g)

CFU/g = Average no. of colonies x dilution factor

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณ Coliforms และ Escherichia coli (A.O.A.C., 1990)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Lauryl sulphate tryptose broth (LST)
2. EC medium
3. Levine's Eosin Methylene Blue Agar (EMB)
4. Lactose broth

วิธีการ

1. Presumptive test

ใช้ตัวอย่างที่เตรียมเช่นเดียวกับการหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (ข้อ 1.1-1.3) โดยใช้ปิเปตที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วดูดตัวอย่างละ 1 มล. ใส่ในหลอดทดสอบที่มี Lauryl sulphate tryptose broth (LST) พร้อม Durham tube ทำตัวอย่างละ 3 ความเจือจาง (1:10, 1:100 และ 1:1000) ความเจือจางละ 3 หลอด อบเพาะเชื้อที่ 35-37°ซ เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ตรวจผลหลอดทดสอบที่เกิดแก๊สใน Durham tube

2. Confirmed test

เลือกหลอดที่เกิดแก๊สมาทำ confirmed test โดยใช้เข็มเขี่ยเชื้อที่ลนไฟฆ่าเชื้อแล้วจุ่มลงในหลอดที่เลือกไว้ แล้วเขี่ยลงในหลอดเลี้ยงเชื้อที่มี EC medium (E.C) พร้อม Durham tube บ่มที่ 35°ซ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตรวจผลการวิเคราะห์ หลอดที่เกิดแก๊ส อ่านผลเป็น coliforms ในรูป Most Probable Numbers (MPN)

3. Complete test

เลือกหลอด EC ที่เกิดแก๊ส เขี่ยลงบนจานอาหาร Levine's Eosin Methylene Blue (EMB) agar บ่มที่ 35 ± 0.5°ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจผลโคโลนีที่มีสีเขียวเหลือบมันที่มีสีเข้มตรงกลาง (Metallic sheen) โดยใช้เข็มเขี่ยเชื้อแยกเอาโคโลนีเขียวเหลือบมันในแต่ละจานเพาะเชื้อใส่ลงในหลอด Lactose broth ที่มี Durham tube บ่มที่ 35 ± 0.5°ซ เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ตรวจผลการทดลองโดยสังเกตแก๊สที่เกิดขึ้นในหลอด Lactose broth นำเชื้อไปทดสอบการสร้างอินโดล, MR VP และการใช้ citrate ซึ่งถ้าเป็น E. coli จะให้ผลเป็น + + - - ตามลำดับ

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณ Stapphylococus aureus (A.O.A.C., 1990)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Baird Parker medium (BP)
2. Brain Heart Infusion broth (BHI)
3. Rabbit plasma

วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง

ทำเช่นเดียวกับการหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (ข้อ 1.1-1.3)

2. การตรวจหา S. aureus (Spread plate method)

2.1 ดูดตัวอย่างจากข้อ 1.3 จากระดับความเจือจางที่เหมาะสมจำนวน 0.1 มล. ลงบน BP agar plate จำนวน 2 ซ้ำ

2.2 ใช้แท่งแก้วปราศจากเชื้อเกลี่ยตัวอย่างให้กระจายทั่วจาน

2.3 อบเพาะเชื้อที่ 35°ซ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2.4 ตรวจสอบลักษณะโคโลนี เมื่อครบ 30 ชั่วโมง เลือกนับโคโลนีที่มีสีดำขอบขาว และแวว่าใสรอบโคโลนีมีบริเวณใส (clear zone) เลือกจานที่มีเชื้อเจริญ 30-300 โคโลนี

2.5 ทำเครื่องหมายตำแหน่งของโคโลนีที่มีลักษณะดังกล่าว แล้วนำจานอาหารไปบ่มต่ออีก 18 ชั่วโมง ให้นับโคโลนีที่มีสีดำแวว่าที่มีหรือไม่มีขอบขาวและไม่มีบริเวณใสด้วย

2.6 ถ่ายโคโลนีที่คาดว่าเป็น S. aureus ลงใน BHI แล้วอบเพาะเชื้อที่ 35°ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.7 ดูดตัวอย่างจาก 2.6 จำนวน 0.1 มล. ลงในหลอดทดสอบแว่_เติม rabbit plasma จำนวน 0.3 มล. (ใช้ sterile tube)

2.8 อบเพาะเชื้อที่ 35°ซ แล้วตรวจผลการแข็งตัวของพลาสมาหลังจาก 4 ชั่วโมง ถ้าพลาสมายังไม่แข็งตัว ให้เก็บหลอดไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้วตรวจผลอีกครั้ง เมื่อครบ 2 ชั่วโมง

2.4 การวิเคราะห์ปริมาณราโดยวิธี spread plate (Marvin, 1976)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Potato dextrose agar (PDA)
2. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 10 ก. ลงในถ้วยบดตัวอย่างที่ปลอดเชื้อ
2. เติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (phosphate buffer) จำนวน 90 มล. แล้วปั่นด้วยความเร็วต่ำเป็นเวลา 1 นาที นำไปตั้งทิ้งในตู้เย็น 30 นาที
3. ทำการเจือจางอาหารด้วยสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 9 มล. ให้มีระดับความเจือจางเป็น 1:100, 1:1000, 1:10000 ตามลำดับ
4. ปิเปตตัวอย่างอาหารจากระดับความเจือจาง 4 ระกับ ระดับละ 2 ซ้ำ ลงบนจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร PDA (Potato Dextrose Agar) จานละ 0.1 มล. ใช้แท่งแก้วงอที่ฆ่าเชื้อแล้วเกลี่ยจนผิวหน้าของอาหารแห้ง
5. บ่มที่อุณหภูมิห้อง ($30 \pm 2\ ^{0}$ซ) เวลา 72 ชั่วโมง

ภาคผนวก ข แบบทดสอบชิมผลิตภัณฑ์และแบบสอบถามการสำรวจการยอมรับผลิตภัณฑ์

ภาคผนวก ข1 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

ภาคผนวก ข2 แบบทดสอบชิมเรียงลำดับความชอบ (Ranking)

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....เวลา.....

คำอธิบาย กรุณาชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เสนอให้จากซ้ายไปขวาและเรียงลำดับความชอบของผลิตภัณฑ์โดยกำหนดให้

1 = ชอบมากที่สุด

2 = ชอบมาก

3 = ชอบปานกลาง

4 = ชอบน้อย

5 = ชอบน้อยที่สุด

คำแนะนำ กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างและระหว่างการชิมตัวอย่างทุกครั้ง

รหัสตัวอย่าง	ลำดับความชอบ
----------	----------
----------	----------
----------	----------
----------	----------
----------	----------

วิจารณ์และข้อเสนอแนะ.....

ขอบคุณ

ภาคผนวก ข3 แบบทดสอบชิม แบบพรรณนาเชิงปริมาณ

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

คำอธิบาย กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวา แล้วขีดเส้นตั้งฉากกับเส้นแนวนอนของแต่ละปัจจัย พร้อมทั้งเขียนรหัสตัวอย่างกำกับตรงบริเวณที่ตรงกับบริเวณที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

คำแนะนำ กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างและระหว่างการชิมตัวอย่างทุกครั้ง

ความกรอบ ----------

น้อย มาก

ความแข็ง ----------

น้อย มาก

ความชอบเนื้อสัมผัส ----------

น้อย มาก

วิจารณ์และข้อเสนอแนะ.....

ขอบคุณ

ภาคผนวก ข4 แบบสอบถามการสำรวจการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

แบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยของ น.ส.เทวี ทองแดง นักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีอาหาร ข้อมูลที่ท่านตอบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยนี้ เนื่องจากต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะเหมาะสมตรงกับความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งจะนำไปสู่การผลิตในระดับอุตสาหกรรมในอนาคต โดยข้อมูลเหล่านี้ไม่มีผลกระทบใดๆต่อท่านทั้งสิ้น ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

คำอธิบาย 1. อาหารว่างหรืออาหารขบเคี้ยว (snack food) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่รับประทานแทรกระหว่างอาหารมื้อหลักหรือรับประทานเล่นซึ่งสามารถรับประทานได้ทันทีโดยไม่ต้องปรุง มีหลายประเภทเช่น แป้ง ถั่ว เนื้อสัตว์ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด : โปเต้ คอนเน่ โก๋แก่ กรีนนัท ทาโร เต่าทอง หมูหยอง

2. ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ เป็นผลิตภัณฑ์ปลาในลักษณะปลาแห้งปรุงรส พัฒนาขึ้นเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีโปรตีนสูง

คำแนะนำ กรุณาทำเครื่องหมาย / ในวงเล็บ ( ) หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมที่สุดหรือกรอกข้อความหน้าช่องว่าง

ส่วนที่ 1 พฤติกรรมการบริโภคอาหารขบเคี้ยว

1. ท่านชอบรับประทานอาหารขบเคี้ยวหรือไม่

( ) ชอบ ( ) เฉยๆ ( ) ไม่ชอบ

2. ความถี่ในการรับประทานอาหารขบเคี้ยวของท่านต่อสัปดาห์

( ) น้อยกว่า 2 ครั้ง ( ) 2-4 ครั้ง

( ) 5-6 ครั้ง ( ) มากกว่า 6 ครั้ง

3. กรุณาเรียงอันดับความสำคัญของเหตุผลในการเลือกซื้ออาหารขบเคี้ยวของท่าน (1=สำคัญที่สุด)

( ) โฆษณาจูงใจ ( ) ราคา ( ) คุณค่าทางอาหาร

( ) ภาชนะบรรจุ ( ) ความสะดวกในการซื้อ ( ) รสชาติ

4. ในการเลือกรับประทานอาหารขบเคี้ยว ท่านให้ความสำคัญด้านคุณค่าทางอาหารของอาหารขบเคี้ยวมากน้อยเพียงใด

( ) มาก ( ) ปานกลาง ( ) น้อย

( ) ไม่ได้คำนึงถึง

5. ท่านเคยรับประทานอาหารขบเคี้ยวประเภทเนื้อสัตว์หรือไม่

( ) เคยรับประทาน ( ) ไม่เคยรับประทาน

6. ท่านชอบรับประทานอาหารขบเคี้ยวประเภทเนื้อสัตว์หรือไม่

( ) ชอบ ( ) เฉยๆ ( ) ไม่ชอบ

7. ถ้าให้ท่านเลือกรับประทานอาหารขบเคี้ยวประเภทต่างๆ ต่อไปนี้ ท่านจะเลือกรับประทานอาหารขบเคี้ยวประเภทใด (กรุณาเรียงอันดับการเลือก)

( ) แป้ง ( ) ถั่ว ( ) เนื้อสัตว์

8. ท่านรู้จักผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะมาก่อนหรือไม่

( ) รู้จัก ( ) ไม่รู้จัก

9. ท่านรู้จักผลิตภัณฑ์ที่คล้ายคลึงผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะบ้างหรือไม่

( ) ไม่รู้จัก ( ) รู้จัก ได้แก่.....

10. ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะหรือผลิตภัณฑ์ที่คล้ายคลึงปลาสะเต๊ะมาก่อนหรือไม่

( ) เคยรับประทาน ( ) ไม่เคยรับประทาน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ (A)

11. กรุณาชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เสนอให้และขีดเครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

ความชอบ	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบ	เฉยๆ	ชอบ	ชอบมาก
ปัจจัยคุณภาพ					
ลักษณะปรากฏ					
สี					
เนื้อสัมผัส					
รสชาติ					
ความชอบรวม					

12. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์นี้เพียงใด โปรดระบุระดับการยอมรับ

ระดับการยอมรับ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
กรุณาใส่เครื่องหมาย/					

13. ถ้าผลิตภัณฑ์นี้วางขายในท้องตลาดในราคา 10 บาท ต่อ 15 กรัม (ประมาณ 10 ตัว) ท่านจะซื้อหรือไม่

( ) ซื้อ ( ) ไม่ซื้อเพราะ .....

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ (B)

11. กรุณาชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เสนอให้และขีดเครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

ความชอบ	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบ	เฉยๆ	ชอบ	ชอบมาก
ปัจจัยคุณภาพ					

ลักษณะปรากฏ

สี

เนื้อสัมผัส

รสชาติ

ความชอบรวม

---

12. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์นี้เพียงใด โปรดระบุระดับการยอมรับ

ระดับการยอมรับ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

กรุณาใส่เครื่องหมาย /

---

13. ถ้าผลิตภัณฑ์นี้วางขายในท้องตลาดในราคา 10 บาท ต่อ 15 กรัม (ประมาณ 10 ตัว) ท่านจะซื้อหรือไม่

( ) ซื้อ ( ) ไม่ซื้อเพราะ .....

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

14. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

15. อายุ

( ) ต่ำกว่า 15 ปี ( ) 15-20 ปี ( ) 21-25 ปี

( ) 26-30 ปี ( ) 31-35 ปี ( ) มากกว่า 35 ปี

16. อาชีพ

( ) นักเรียน ( ) นักศึกษา ( ) ข้าราชการ

( ) ลูกจ้าง ( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

17. รายได้ต่อเดือน

( ) ต่ำกว่า 2000 บาท ( ) 2001-4000 บาท ( ) 4001-6000 บาท

( ) 6001-8000 บาท ( ) มากกว่า 8000 บาท

18. ค่าใช้จ่ายสำหรับค่าอาหารขบเคี้ยวต่อสัปดาห์

( ) ต่ำกว่า 10 บาท ( ) 10-20 บาท ( ) 21-30 บาท

( ) 31-40 บาท ( ) มากกว่า 40 บาท

ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางภาคผนวก ค1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบที่ปรับปรุงกลิ่นรสเครื่องเทศครั้งที่ 1

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
การเกาะของ	treatment(T)	2	0.00	0.000	0.1119
เครื่องปรุงรส	block(b)	8	0.17	0.010	2.86
	error	16	0.07	0.000	
	total	26	0.17		
ความเผ็ด	treatment(T)	2	0.21	0.100	7.06**
	block(b)	8	1.18	0.140	10.12**
	error	16	0.23	0.010	
	total	26	1.62		
กลิ่นรส	treatment(T)	2	0.67	0.330	5.98**
เครื่องเทศ	block(b)	8	1.17	0.150	2.62
	error	16	0.89	0.060	
	total	26	2.73		

ตารางภาคผนวก ค1(ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
กลิ่นรสคาว	treatment(T)	2	0.08	0.040	1.41
	block(b)	8	0.49	0.860	2.09
	error	16	0.47	0.030	
	total	26	1.06		
ความชอบรวม	treatment(T)	2	0.04	0.020	1.43
	block(b)	8	0.23	0.030	2.12
	error	16	0.21	0.010	
	total	26	0.48		

ตารางภาคผนวก ค2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบที่ปรับปรุงกลิ่นรสเครื่องเทศครั้งที่ 2

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
การเกาะของ	treatment (T)	2	0.00	0.008	0.29
เครื่องปรุงรส	block(b)	8	0.07	0.007	2.58
	error	16	0.05	0.003	
	total	26	0.12		
ความเผ็ด	treatment (T)	2	0.00	0.001	0.53
	block(b)	8	0.05	0.006	2.26
	error	16	0.05	0.003	
	total	26	0.11		
กลิ่นรส	treatment (T)	2	0.28	0.140	3.51*
เครื่องเทศ	block(b)	8	1.16	0.130	3.25
	error	16	0.71	0.040	
	total	26	2.15		

ตารางภาคผนวก ค2 (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
กลิ่นรสคาว	treatment (T)	2	0.03	0.020	0.17
	block (b)	8	7.25	0.810	9.06**
	error	16	1.60	0.090	
	total	26	8.88		
ความชอบรวม	treatment (T)	2	0.02	0.010	0.13
	block (b)	8	0.17	0.020	2.003
	error	16	0.17	0.009	
	total	26	0.37		

ตารางภาคผนวก ค3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบเพื่อคัดเลือกชุดการทดลองที่เหมาะสม

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
ความกรอบ	treatment (T)	3	21.56	7.19	3.50^{*}
	block (b)	9	48.39	5.38	2.62^{*}
	ความชื้น (m)	1	19.04	19.04	9.27^{**}
	ระยะเวลาการอบ (t)	1	0.40	0.40	<1
	m x t	1	2.12	2.12	1.03^{ns}
	error	27	5.48	2.10	
	total	39	125.43		
ความแข็ง	treatment (T)	3	21.96	7.32	4.70^{**}
	block (b)	9	41.06	4.56	2.93^{*}
	ความชื้น (m)	1	1.89	1.89	1.22^{ns}
	ระยะเวลาการอบ (t)	1	18.09	18.09	11.62^{**}
	m X t	1	1.98	1.98	1.27^{ns}
	error	27	42.04	1.55	
	total	39	105.06		

ตารางภาคผนวก ค3 (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
การยอมรับ	treatment (T)	3	23.21	7.74	4.89**
เนื้อสัมผัส	block (b)	9	38.87	4.32	2.73*
	ความชื้น (m)	1	12.21	12.21	7.72*
	ระยะเวลาการอบ (t)	1	2.07	2.07	1.31ns
	m x t	1	8.93	8.93	5.65*
	error	27	42.71	1.58	
	total	39	104.79		

ตารางภาคผนวก ค4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอดเพื่อคัดเลือกชุดการทดลองที่เหมาะสม

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
ความกรอบ	treatment (T)	3	10.26	3.42	3.62^{*}
	block (b)	9	33.74	3.75	3.96^{*}
	ความชื้น (m)	1	5.99	5.99	6.33^{*}
	ระยะเวลาการอบ (t)	1	4.26	4.26	4.51^{*}
	m x t	1	0.03	0.03	< 1
	error	27	25.55	0.95	
	total	39	69.61		
ความแข็ง	treatment (T)	3	14.35	4.78	7.29^{**}
	block (b)	9	40.96	4.55	6.94^{**}
	ความชื้น (m)	1	5.70	5.70	8.69^{**}
	ระยะเวลาการอบ (t)	1	7.65	7.65	11.66^{**}
	m x t	1	0.99	0.99	1.51^{ns}
	error	27	17.715	0.65	
	total	39	73.01		

ตารางภาคผนวก ค4 (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
การยอมรับ	treatment (T)	3	15.47	5.16	4.83^{**}
เนื้อสัมผัส	block (b)	9	48.22	5.35	5.02^{**}
	ความชื้น (m)	1	3.45	3.45	3.24^{ns}
	ระยะเวลาการอบ (t)	1	11.50	11.50	10.78^{**}
	m x t	1	0.52	8.52	< 1
	error	27	28.80	1.07	
	total	39	92.49		

ตารางภาคผนวก ค5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ ที่ใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตปรับปรุงเนื้อสัมผัส

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
ความกรอบ	treatment (T)	2	0.84	0.42	< 1
	block (b)	9	19.62	2.18	4.72^{**}
	error	18	8.32	0.46	
	total	29	28.78		
ความแข็ง	treatment (T)	2	2.37	1.18	1.76^{ns}
	block (b)	9	44.00	4.89	7.36^{**}
	error	18	11.95	0.66	
	total	29	58.32		
การยอมรับเนื้อสัมผัส	treatment (T)	2	1.53	0.76	1.68^{ns}
	block (b)	9	37.61	4.18	9.2^{**}
	error	18	8.17	0.45	
	total	29	47.31		

ตารางภาคผนวก ค6 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวนของผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอด ที่ใช้สารละลายโซเดียม-ไบคาร์บอเนตปรับปรุงเนื้อสัมผัส

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
ความกรอบ	treatment (T)	2	0.32	0.16	< 1
	block (b)	9	18.39	2.04	4.24**
	error	18	8.67	0.48	
	total	29	27.39		
ความแข็ง	treatment (T)	2	1.92	0.96	< 1
	block (b)	9	44.66	4.96	3.02*
	error	18	29.59	1.64	
	total	29	76.17		
การยอมรับเนื้อสัมผัส	treatment (T)	2	1.06	0.53	< 1
	block (b)	9	24.86	2.76	3.9**
	error	18	12.75	0.71	
	total	29			

ตารางภาคผนวก ค7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าปริมาณความชื้น ค่า Water Activity และค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก 3 ชนิด ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
ปริมาณ	treatment	26	175.51	6.8	96.08
ความชื้น	time(w)	8	175.20	21.9	311.76
	package(p)	2	0.00	0.00	<1
	w x p	16	0.31	0.00	<1
	error	54	3.82	0.1	
	total	80	179.34		
ค่า Water	treatment	26	0.59	0.02	40.29^{**}
Activity	time (w)	8	0.58	0.07	129.57^{**}
	packege (p)	2	0.00	0.00	2.75^{ns}
	w x p	16	0.00	0.00	<1
	error	54	0.03	0.00	
	total	80	0.62		
ค่าทีบีเอ	treatment	26	47.58	1.83	168.60^{**}
	time (w)	8	47.33	5.92	545.08^{**}
	packege (p)	2	0.04	0.02	1.80^{ns}
	w x p	16	0.21	0.01	1.21^{ns}
	error	54	0.59	0.01	
	total	80	48.17		

ตารางภาคผนวก ค8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าปริมาณความชื้น ค่า Water Activity และค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก 3 ชนิด ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึง สัปดาห์ที่ 8

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
ปริมาณ	treatment	26	13.95	0.54	10.12^{**}
ความชื้น	time (w)	8	13.88	1.74	32.76^{**}
	packege (p)	2	0.03	0.01	<1
	w x p	16	0.04	0.00	<1
	error	54	2.86	0.05	
	total	80	16.81		
ค่า Water	treatment	26	0.14	0.05	13.09^{**}
Activity	time (w)	8	0.14	0.02	41.39^{**}
	packege (p)	2	0.00	0.00	2.45^{ns}
	w x p	16	0.00	0.00	$<1^{ns}$
	error	54	0.02	0.00	
	total	80	0.15		
ค่าทีบีเอ	treatment	26	26.85	1.03	103.24^{**}
	time (w)	8	26.68	3.34	333.45^{**}
	packege (p)	2	0.00	0.00	<1
	w x p	16	0.17	0.01	1.06^{ns}
	error	54	0.54	0.01	
	total	80			

ตารางภาคผนวก ค9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในด้านปัจจัยคุณภาพ ทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบในระหว่างการเก็บรักษาในถุงพลาสติก 3 ชนิด ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึง สัปดาห์ที่ 8

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	block (b)	9	0.11	0.01	2.06^{*}
	treatment	26	8.83	0.34	56.02^{**}
	packege (p)	2	0.02	0.01	1.60^{ns}
	time(w)	8	8.74	1.09	180.17^{**}
	w x p	16	0.07	0.00	<1
	error	234	1.42	0.01	
	total	269	10.36		
ความกรอบ	block	9	0.03	0.00	<1
	treatment	26	11.25	0.43	73.94^{**}
	packege (p)	2	0.01	0.00	<1
	time(w)	8	11.18	1.40	238.84^{**}
	w x p	16	0.06	0.00	<1
	error	234	1.37	0.01	
	total	269	12.65		
รสชาติ	block(b)	9	0.11	0.01	2.06^{*}
	treatment	26	8.83	0.34	56.02^{**}
	packege(p)	2	0.02	0.01	1.60^{ns}
	time(w)	8	8.74	1.09	180.17^{**}
	w x p	16	0.07	0.00	<1
	error	234	1.42	0.01	
	total	269	10.36		

ตารางภาคผนวก ค 9 (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
กลิ่นรส	block(b)	9	0.09	0.01	1.30^{ns}
เครื่องเทศ	treatment(t)	6	0.73	0.03	3.62^{**}
	packege(p)	2	0.00	0.00	<1
	time(w)	8	0.72	0.09	11.55^{**}
	w x p	16	0.01	0.00	<1
	error	24	1.81	0.01	
	total	234			
กลิ่นหืน	block (b)	9	0.07	0.01	<1
	treatment (t)	26	5.58	0.22	25.39^{**}
	package (p)	2	0.03	0.02	1.79^{ns}
	time(t)	8	5.44	0.68	80.51^{**}
	w x p	16	0.11	0.01	
	error	234	1.98	0.01	
	total	269			
การยอมรับ	block (b)	9	0.07	0.01	1.45^{ns}
	treatment (t)	26	11.30	0.43	78.03^{**}
	package (p)	2	0.00	0.00	<1
	time(t)	8	11.25	1.41	252.47^{**}
	w x p	16	0.05	0.00	
	error	234	1.30	0.01	
	total	269			

ตารางภาคผนวก ค10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ในด้านปัจจัยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาสะเต๊แบบทอดในระหว่างการเก็บรักษาในถุงพลาสติก 3 ชนิด ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
ลักษณะปรากฏ	block (b)	9	0.11	0.01	1.61
	treatment (t)	26	0.18	0.01	<1
	package (p)	2	0.01	0.00	<1
	time(t)	8	0.15	0.02	2.56*
	w x p	16	0.03	0.00	<1
	error	234	1.69	0.01	
	total	269	1.98		
ความกรอบ	block (b)	9	0.16	0.02	4.56**
	treatment (t)	26	1.42	0.05	14.33
	package (p)	2	0.00	0.00	<1
	time(t)	8	1.40	0.18	46.04
	w x p	16	0.01	0.00	<1
	error	234	0.89	0.03	
	total	269	2.47		
รสชาติ	block (b)	9	0.08	0.01	2.19*
	treatmen (t)	25	1.45	0.06	14.15**
	package (p)	2	0.00	0.18	44.94**
	w x p	16	0.03	0.00	
	error	234	0.93	0.00	
	total	269	2.47		

ตารางภาคผนวก ค 10 (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
กลิ่นรส	block(b)	9	0.03	0.00	<1
เครื่องเทศ	treatment(t)	26	0.92	0.04	4.37**
	package(p)	2	0.01	0.00	<1
	teme(w)	8	0.89	0.11	13.72**
	wxp	16	0.02	0.00	<1
	error	234	1.90	0.01	
	total	269	2.85		
กลิ่นหืน	block (b)	9	0.10	0.01	1.07ns
	treatment (t)	26	6.13	0.24	22.43**
	package (p)	2	0.00	0.00	<1
	time(w)	8	6.06	0.76	72.09**
	wxp	16	0.07	0.00	<1
	error	234	2.46	0.01	
	total	269	8.69		
การยอมรับ	block (b)	9	0.11	0.01	2.21*
	treatment (t)	26	3.21	0.12	23.09**
	package (p)	2	0.01	0.01	<1
	time(w)	8	3.15	0.39	
	wxp	16	0.05	0.00	
	error	234	1.25	0.01	
	total	269	4.57		

ตารางภาคผนวก ค 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอด

SOV	DF	SS	MS	F
treatment(t)	26	30306	1185	91.45**
package(p)	2	0	0	<1
time(w)	8	30776	3847	297.05**
wxp	16	29	1	<1
error	54	3696	6	
total	80	31505		

ตารางภาคผนวก ค 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ

SOV	DF	SS	MS	F
treatment(t)	26	59086	2273	140.30**
package(p)	2	5	2	<1
time(w)	8	1057	7379	455.57**
wxp	16	47	3	<1
error	54	2875	16	
total	80	59960	-	

ภาคผนวก ง ตารางแสดงผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบบอบ และแบบทอดในระหว่างการเก็บรักษา

ตารางภาคผนวก ง1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบบอบที่เก็บรักษา ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก[1]		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	4.90 ± 1.09f,ns	4.90 ± 1.09f,ns	4.90 ± 1.09 f,ns
1	4.92 ± 1.10f,ns	5.03 ± 0.96f,ns	4.95 ± 0.87f,ns
2	5.08 ± 1.02ef,ns	5.22 ± 0.99ef,ns	5.13 ± 0.94ef,ns
3	5.53 ± 0.89e,ns	5.57 ± 0.95e,ns	5.51 ± 1.02e,ns
4	6.52 ± 0.96d,ns	6.54 ± 1.02d,ns	6.51 ± 0.98d,ns
5	6.89 ± 1.01cd,ns	6.92 ± 1.21cd,ns	6.89 ± 1.21cd,ns
6	7.29 ± 0.88c,ns	7.31 ± 1.01c,ns	7.29 ± 0.88c,ns
7	8.36 ± 1.16b,ns	8.42 ± 0.97b,ns	8.38 ± 0.91b,ns
8	9.25 ± 1.11a,ns	9.31 ± 1.00a,ns	9.29 ± 1.05a,ns

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,...f ที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแนวนอนเดียวกัน (P>0.05)

[1]HDPE ถุงพลาสติกโพลีเอททิลีนชนิดความหนาแน่นสูง

PP0.04 ถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีนความหนาแน่น 0.04 มิลลิเมตร

PP0.075 ถุงพลาสติกโพลีโพรปิลีนความหนาแน่น 0.075 มิลลิเมตร

ตารางภาคผนวก ง2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอด ที่เก็บรักษา ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก[1]		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	5.72 ± 0.12e,ns	5.72 ± 0.12d,ns	5.72 ± 0.12e,ns
1	5.74 ± 0.21e,ns	5.77 ± 0.19d,ns	5.75 ± 0.17e,ns
2	5.76 ± 0.14e,ns	5.79 ± 0.27d,ns	5.76 ± 0.21e,ns
3	5.88 ± 0.20de,ns	5.99 ± 0.36cd,ns	5.89 ± 0.32de,ns
4	5.99 ± 0.35cde,ns	6.10 ± 0.39cd,ns	6.01 ± 0.10cde,ns
5	6.22 ± 0.40bcd,ns	6.25 ± 0.41bc,ns	6.24 ± 0.28bcd,ns
6	6.31 ± 0.26bc,ns	6.31 ± 0.50bc,ns	6.33 ± 0.29bc,ns
7	6.53 ± 0.31b,ns	6.59 ± 0.49b,ns	6.55 ± 0.11b,ns
8	7.02 ± 0.38a,ns	7.12 ± 0.46a,ns	7.06 ± 0.43a,ns

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,...d ที่เหมือนกันในแนวตั้งของถุงพลาสติกแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแนวนอนเดียวกัน ($P>0.05$)

1 เช่นเดียวกับตารางภาคผนวก ง1

ตารางภาคผนวก ง3 การเปลี่ยนแปลงค่า Wateractivityของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ ที่เก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก[1]		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	0.39 ± 0.01e,ns	0.39 ± 0.01f,ns	0.39 ± 0.01f,ns
1	0.40 ± 0.02e,ns	0.41 ± 0.02f,ns	0.41 ± 0.03ef,ns
2	0.43 ± 0.05de,ns	0.43 ± 0.03ef,ns	0.42 ± 0.01ef,ns
3	0.45 ± 0.03d,ns	0.46 ± 0.01e,ns	0.45 ± 0.04de,ns
4	0.46 ± 0.01d,ns	0.47 ± 0.02e,ns	0.47 ± 0.05cd,ns
5	0.50 ± 0.02c,ns	0.51 ± 0.03d,ns	0.50 ± 0.04c,ns
6	0.54 ± 0.04b,ns	0.58 ± 0.02c,ns	0.56 ± 0.02b,ns
7	0.61 ± 0.01a,ns	0.62 ± 0.01b,ns	0.61 ± 0.05a,ns
8	0.62 ± 0.01a,ns	0.66 ± 0.02a,ns	0.63 ± 0.01a,ns

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,...f ที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแนวนอนเดียวกัน (P>0.05)

[1] เช่นเดียวกับตารางภาคผนวก ง1

ตารางภาคผนวก ง4 การเปลี่ยนแปลงค่า Wateractivity ของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอด ที่เก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	0.41 ± 0.02e,ns	0.41 ± 0.02f,ns	0.41 ± 0.02d,ns
1	0.42 ± 0.04e,ns	0.42 ± 0.02ef,ns	0.42 ± 0.05d,ns
2	0.42 ± 0.06de,ns	0.43 ± 0.01ef,ns	0.43 ± 0.06d,ns
3	0.44 ± 0.05cde,ns	0.45 ± 0.03de,ns	0.44 ± 0.02cd,ns
4	0.46 ± 0.02bcd,ns	0.47 ± 0.04cd,ns	0.47 ± 0.01bc,ns
5	0.47 ± 0.01bc,ns	0.48 ± 0.03bcd,ns	0.47 ± 0.04bc,ns
6	0.48 ± 0.02b,ns	0.49 ± 0.05bc,ns	0.48 ± 0.05b,ns
7	0.49 ± 0.03b,ns	0.50 ± 0.01b,ns	0.50 ± 0.03b,ns
8	0.53 ± 0.07a,ns	0.57 ± 0.02a,ns	0.54 ± 0.01a,ns

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,...e ที่เหมือนกันในแนวตั้งของถุงพลาสติกแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแนวนอนเดียวกัน (P>0.05)

1 เช่นเดียวกับตารางภาคผนวก ง1

ตารางภาคผนวก ง5 การเปลี่ยนแปลงค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ ที่เก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก[1]		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	0.91 ± 0.12g,ns	0.91 ± 0.12f,ns	0.91 ± 0.12f,ns
1	0.98 ± 0.56fg,ns	0.97 ± 0.15f,ns	0.97 ± 0.23f,ns
2	1.09 ± 0.29ef,ns	0.98 ± 0.17f,ns	1.05 ± 0.20ef,ns
3	1.21 ± 0.37e,ns	1.28 ± 0.23e,ns	1.21 ± 0.16e,ns
4	1.77 ± 0.21d,ns	1.69 ± 0.19d,ns	1.48 ± 0.14d,ns
5	2.30 ± 0.19b,ns	2.42 ± 0.21c,ns	2.38 ± 0.09c,ns
6	2.50 ± 0.11a,ns	2.59 ± 0.17b,ns	2.60 ± 0.10b,ns
7	2.75 ± 0.14a,ns	2.77 ± 0.42a,ns	2.64 ± 0.13b,ns
8	2.80 ± 0.20a,ns	2.84 ± 0.31a,ns	2.84 ± 0.21a,ns

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,...g ที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแนวนอนเดียวกัน (P>0.05)

1 เช่นเดียวกับตารางภาคผนวก ง1

ตารางภาคผนวก ง6 การเปลี่ยนแปลงค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอดที่เก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก[1]		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	1.11 ± 0.13e,ns	1.11 ± 0.13d,ns	1.11 ± 0.13d,ns
1	1.14 ± 0.21de,ns	1.14 ± 0.19d,ns	1.23 ± 0.19cd,ns
2	1.30 ± 0.24c,ns	1.25 ± 0.20d,ns	1.27 ± 0.18cd,ns
3	1.50 ± 0.16c,ns	1.51 ± 0.09c,ns	1.40 ± 0.10c,ns
4	2.16 ± 0.19b,ns	1.93 ± 0.11b,ns	2.05 ± 0.12b,ns
5	2.34 ± 0.09a,ns	2.42 ± 0.14a,ns	2.36 ± 0.09a,ns
6	2.37 ± 0.15a,ns	2.45 ± 0.26a,ns	2.47 ± 0.10a,ns
7	2.45 ± 0.14a,ns	2.49 ± 0.10a,ns	2.48 ± 0.15a,ns
8	2.46 ± 0.21a,ns	2.57 ± 0.20a,ns	2.51 ± 0.18a,ns

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,..e ที่เหมือนกันในแนวตั้งของถุงพลาสติกแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ns ในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

[1] เช่นเดียวกับตารางภาคผนวก ง1

ตารางภาคผนวก ง7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด* ของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบที่เก็บรักษาไว้ที่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก[1]		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	12.00 ± 2.1h,ns	10.67 ± 1.9g,ns	11.33 ± 2.4g,ns
1	16.00 ± 2.3gh,ns	15.00 ± 1.8g,ns	15.00 ± 2.6g,ns
2	22.33 ± 2.4fg,ns	24.33 ± 2.4f,ns	23.67 ± 2.8fg,ns
3	26.00 ± 1.8f,ns	26.67 ± 2.6f,ns	27.33 ± 2.8f,ns
4	35.00 ± 1.99e,ns	36.33 ± 2.5e,ns	37.33 ± 1.9e,ns
5	48.00 ± 20d,ns	48.67 ± 2.3d,ns	49.33 ± 1.9d,ns
6	59.33 ± 1.5c,ns	57.00 ± 1.8c,ns	58.67 ± 2.0c,ns
7	75.00 ± 2.44b,ns	76.00 ± 1.9b,ns	77.67 ± 2.15b,ns
8	95.33 ± 2.6a,ns	96.33 ± 1.50a,ns	94.00 ± 1.8 a,ns

หมายเหตุ * $1x10^1$ ซีเอฟยู ต่อ กรัม

ตัวอักษร a,b,..e ที่เหมือนกันในแนวตั้งของถุงพลาสติกแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ns ในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

1 เช่นเดียวกับตารางภาคผนวกที่ ง1

ตารางภาคผนวก ง8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด* ของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอด ที่เก็บรักษาไว้ที่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก[1]		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	8.00 ± 1.2g,ns	7.67 ± 1.7g,ns	8.67 ± 2.1f,ns
1	13.00 ± 2.1g,ns	12.00 ± 1.9g,ns	12.33 ± 1.9f,ns
2	19.67 ± 1.8f ,ns	20.33 ± 2.3f,ns	21.00 ± 2.0 e,ns
3	24.00 ± 1.9f,ns	23.67 ± 1.7f,ns	24.33 ± 2.8e,ns
4	30.00 ± 1.42e,ns	29.67 ± 2.1e,ns	31.00 ± 2.3d,ns
5	38.00 ± 1.5d,ns	38.67 ± 2.4d,ns	39.33 ± 1.8c,ns
6	45.33 ± 2.3c,ns	44.67 ± 2.8c,ns	44.00 ± 1.9c,ns
7	57.67 ± 2.4b,ns	58.00 ± 2.5b,ns	58.33 ± 2.1b,ns
8	70.00 ± 1.6a,ns	71.00 ± 2.60a,ns	68.00 ± 2.5a,ns

หมายเหตุ * $1x10^1$ ซีเอฟยู ต่อ กรัม

ตัวอักษร a,b,..e ที่เหมือนกันในแนวตั้งของถุงพลาสติกแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ns ในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

[1] เช่นเดียวกับตารางภาคผนวก ง1

ตารางภาคผนวก ง9 การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฉลี่ยลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบที่เก็บรักษา ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	1.00 ± 0.02a,ns	1.00 ± 0.02a,ns	1.00 ± 0.02a,ns
1	0.99 ± 0.01a,ns	0.99 ± 0.03a,ns	0.98 ± 0.02a,ns
2	0.98 ± 0.03a,ns	0.97 ± 0.01a,ns	0.96 ± 0.01a,ns
3	0.95 ± 0.03a,ns	0.94 ± 0.04ab,ns	0.94 ± 0.05ab,ns
4	0.91 ± 0.01ab,ns	0.92 ± 0.06abc,ns	0.93 ± 0.06ab,ns
5	0.90 ± 0.01ab,ns	0.85 ± 0.02bcd,ns	0.85 ± 0.03c,ns
6	0.85 ± 0.02b,ns	0.84 ± 0.08cd,ns	0.85 ± 0.02bc,ns
7	0.82 ± 0.04b,ns	0.82 ± 0.01d,ns	0.82 ± 0.04bc,ns
8	0.82 ± 0.05b,ns	0.79 ± 0.03d,ns	0.81 ± 0.01c,ns

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,..,d ที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแนวนอนเดียวกัน (P>0.05)

[1] เช่นเดียวกับตารางภาคผนวก ง1

ตารางภาคผนวก ง10 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอด ที่เก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก[1]		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	1.00 ± 0.04a,ns	1.00 ± 0.04a,ns	1.00 ± 0.04a,ns
1	0.97 ± 0.06ab,ns	0.97 ± 0.05a,ns	0.99 ± 0.02a,ns
2	0.97 ± 0.03ab,ns	0.96 ± 0.03a,ns	0.98 ± 0.04a,ns
3	0.96 ± 0.04ab,ns	0.95 ± 0.02a,ns	0.97 ± 0.03a,ns
4	0.96 ± 0.05ab,ns	0.95 ± 0.01a,ns	0.96 ± 0.01a,ns
5	0.96 ± 0.05ab,ns	0.94 ± 0.02a,ns	0.96 ± 0.04a,ns
6	0.94 ± 0.01ab,ns	0.94 ± 0.04a,ns	0.95 ± 0.03a,ns
7	0.93 ± 0.02ab,ns	0.94 ± 0.03a,ns	0.93 ± 0.04a,ns
8	0.90 ± 0.01b,ns	0.91 ± 0.02a,ns	0.92 ± 0.02a,ns

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b ที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแนวนอนเดียวกัน (P>0.05)

[1] เช่นเดียวกับตารางภาคผนวก ง1

ตารางภาคผนวก ง11 การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฉลี่ยกลิ่นรสเครื่องเทศของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบที่เก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก[1]		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	1.00 ± 0.02a,ns	1.00 ± 0.02a,ns	1.00 ± 0.02a,ns
1	0.98 ± 0.04ab,ns	0.98 ± 0.03a,ns	0.96 ± 0.03ab,ns
2	0.95 ± 0.04abc,ns	0.95 ± 0.04ab,ns	0.95 ± 0.04ab,ns
3	0.91 ± 0.03bcd,ns	0.93 ± 0.03abc,ns	0.91 ± 0.02bc,ns
4	0.89 ± 0.05cd,ns	0.89 ± 0.05bc,ns	0.89 ± 0.03bc,ns
5	0.89 ± 0.01cd,ns	0.88 ± 0.01bc,ns	0.89 ± 0.04bc,ns
6	0.87 ± 0.06cd,ns	0.87 ± 0.02bc,ns	0.88 ± 0.05bc,ns
7	0.86 ± 0.04d,ns	0.85 ± 0.04c,ns	0.85 ± 0.06c,ns
8	0.83 ± 0.05d,ns	0.84 ± 0.05c,ns	0.83 ± 0.02c,ns

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,...,d ที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแนวนอนเดียวกัน ($P>0.05$)

[1] เช่นเดียวกับตารางภาคผนวก ง1

ตารางภาคผนวก ง12 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยกลิ่นรสเครื่องเทศของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอด ที่เก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก[1]		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	1.00 ± 0.04a,ns	1.00 ± 0.04a,ns	1.00 ± 0.04a,ns
1	0.98±0.03ab,ns	0.98± 0.05ab,ns	0.98 ± 0.02ab,ns
2	0.97±0.06ab,ns	0.97± 0.04abc,ns	0.98 ± 0.03ab,ns
3	0.95±0.03abc,ns	0.95± 0.06abc,ns	0.97 ± 0.04ab,ns
4	0.90±0.02bcd,ns	0.94± 0.04abc,ns	0.90 ± 0.05bc,ns
5	0.88 ± 0.06cd,ns	0.89 ± 0.05bcd,ns	0.88 ± 0.03c,ns
6	0.86 ± 0.03d,ns	0.87 ± 0.04cd,ns	0.87 ± 0.04c,ns
7	0.86 ± 0.06d,ns	0.87 ± 0.06cd,ns	0.86 ± 0.06c,ns
8	0.83 ± 0.05d,ns	0.82 ± 0.03d,ns	0.85 ± 0.02c,ns

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,..d ที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแนวนอนเดียวกัน (P>0.05)

[1] เช่นเดียวกับตารางภาคผนวก ง1

ตารางภาคผนวก ง12 การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฉลี่ยกลิ่นรสเครื่องเทศของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอดที่เก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก[1]		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	1.00 ± 0.04a,ns	1.00 ± 0.04a,ns	1.00 ± 0.04a,ns
1	0.98±0.03ab,ns	0.98± 0.05ab,ns	0.98 ± 0.02ab,ns
2	0.97±0.06ab,ns	0.97± 0.04abc,ns	0.98 ± 0.03ab,ns
3	0.95±0.03abc,ns	0.95± 0.06abc,ns	0.97 ± 0.04ab,ns
4	0.90±0.02bcd,ns	0.94± 0.04abc,ns	0.90 ± 0.05bc,ns
5	0.88 ± 0.06cd,ns	0.89 ± 0.05bcd,ns	0.88 ± 0.03c,ns
6	0.86 ± 0.03d,ns	0.87 ± 0.04cd,ns	0.87 ± 0.04c,ns
7	0.86 ± 0.06d,ns	0.87 ± 0.06cd,ns	0.86 ± 0.06c,ns
8	0.83 ± 0.05d,ns	0.82 ± 0.03d,ns	0.85 ± 0.02c,ns

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,..d ที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05)

ns ในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแนวนอนเดียวกัน

[1] เช่นเดียวกับตารางภาคผนวก ง1

ตารางภาคผนวก ง13 การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฉลี่ย กลิ่นหืน ของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบที่เก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก[1]		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	1.00 ± 0.04e,ns	1.00 ± 0.05e,ns	1.00 ± 0.07e,ns
1	1.04 ± 0.05de,ns	1.02 ± 0.02de,ns	1.04 ± 0.06e,ns
2	1.05 ± 0.06de,ns	1.05 ± 0.03de,ns	1.04 ± 0.06e,ns
3	1.12 ± 0.07cd,ns	1.09 ± 0.01d,ns	1.20 ± 0.04d,ns
4	1.16 ± 0.01c,ns	1.23 ± 0.04c,ns	1.23 ± 0.02cd,ns
5	1.29 ± 0.03b,ns	1.29 ± 0.05bc,ns	1.30 ± 0.03bc,ns
6	1.31 ± 0.02ab,ns	1.30 ± 0.03bc,ns	1.35 ± 0.01ab,ns
7	1.35 ± 0.02ab,ns	1.33 ± 0.02ab,ns	1.36 ± 0.04ab,ns
8	1.38 ± 0.04a,ns	1.39 ± 0.02a,ns	1.42 ± 0.03a,ns

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,...,e ที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีในแนวนอนเดียวกันนัยสำคัญ (P>0.05)

[1] เช่นเดียวกับตารางภาคผนวก ง1

ตารางภาคผนวก ง14 การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฉลี่ย กลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอด ที่เก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก[1]		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	1.00 ± 0.04c,ns	1.00 ± 0.04d,ns	1.00 ± 0.04d,ns
1	1.03 ± 0.06c,ns	1.03 ± 0.07d,ns	1.01 ± 0.05d,ns
2	1.06 ± 0.04c,ns	1.06 ± 0.05d,ns	1.12 ± 0.04c,ns
3	1.25 ± 0.03b,ns	1.24 ± 0.05c,ns	1.24 ± 0.06b,ns
4	1.26 ± 0.06b,ns	1.29 ± 0.03bc,ns	1.24 ± 0.04b,ns
5	1.34 ± 0.08ab,ns	1.31 ± 0.02bc,ns	1.34 ± 0.07a,ns
6	1.36 ± 0.04a,ns	1.33 ± 0.04ab,ns	1.35 ± 0.06a,ns
7	1.41 ± 0.08a,ns	1.38 ± 0.05ab,ns	1.36 ± 0.05a,ns
8	1.43 ± 0.05a,ns	1.43 ± 0.07a,ns	1.39 ± 0.03a,ns

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,...d ที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(P>0.05)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแนวนอนเดียวกัน (P>0.05)

1 เช่นเดียวกับตารางภาคผนวกที่ ง1

ตารางภาคผนวก ง15 การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฉลี่ยความกรอบของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบที่เก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก[1]		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	1.00 ± 0.02a,ns	1.00 ± 0.02a,ns	1.00 ± 0.02a,ns
1	0.99 ± 0.04ab,ns	0.97 ± 0.04a,ns	0.98 ± 0.04ab,ns
2	0.93 ± 0.05bc,ns	0.90 ± 0.06b,ns	0.92 ± 0.02bc,ns
3	0.88 ± 0.06c,ns	0.86 ± 0.02b,ns	0.87 ± 0.05c,ns
4	0.63 ± 0.03d,ns	0.60 ± 0.03c,ns	0.64 ± 0.06d,ns
5	0.63 ± 0.02d,ns	0.59 ± 0.05c,ns	0.61 ± 0.04d,ns
6	0.52 ± 0.03e,ns	0.52 ± 0.04c,ns	0.59 ± 0.05d,ns
7	0.51 ± 0.05e,ns	0.50 ± 0.03d,ns	0.47 ± 0.03e,ns
8	0.46 ± 0.03e,ns	0.45 ± 0.04d,ns	0.45 ± 0.05e,ns

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b...,d ที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ(P>0.05)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแนวนอนเดียวกัน (P>0.05)

[1] เช่นเดียวกับตารางภาคผนวก ง1

ตารางภาคผนวก ง16 การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฉลี่ยความกรอบของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอด ที่เก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก[1]		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	1.00 ± 0.03a,ns	1.00 ± 0.03a,ns	1.00 ± 0.03a,ns
1	0.99 ± 0.04a,ns	0.99 ± 0.06a,ns	0.99 ± 0.05ab,ns
2	0.98 ± 0.02ab,ns	0.98 ± 0.05a,ns	0.97 ± 0.04ab,ns
3	0.96 ± 0.03abc,ns	0.96 ± 0.04ab,ns	0.96 ± 0.02abc,ns
4	0.93 ± 0.04bcd,ns	0.95 ± 0.06ab,ns	0.93 ± 0.03bc,ns
5	0.92 ± 0.03cd,ns	0.92 ± 0.02b,ns	0.91 ± 0.02c,ns
6	0.88 ± 0.02d,ns	0.84 ± 0.03c,ns	0.85 ± 0.040d,ns
7	0.83 ± 0.03e,ns	0.82 ± 0.05cd,ns	0.82 ± 0.04d,ns
8	0.80 ± 0.05e,ns	0.78 ± 0.04d,ns	0.80 ± 0.03d,ns

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,..,e ที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแนวนอนเดียวกัน (P>0.05)

[1] เช่นเดียวกับตารางภาคผนวก ง1

ตารางภาคผนวก ง17 การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฉลี่ยรสชาติของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ ที่เก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก[1]		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	1.00 ± 0.03a,ns	1.00 ± 0.03a,ns	1.00 ± 0.03a,ns
1	0.97 ± 0.06a,ns	0.95 ± 0.04ab,ns	0.97 ± 0.04ab,ns
2	0.96 ± 0.05a,ns	0.94 ± 0.03ab,ns	0.93 ± 0.01ab,ns
3	0.95 ± 0.04ab,ns	0.89 ± 0.05b,ns	0.91 ± 0.03b,ns
4	0.88 ± 0.03b,ns	0.81 ± 0.81c,ns	0.83 ± 0.02c,ns
5	0.76 ± 0.04c,ns	0.75 ± 0.75c,ns	0.74 ± 0.03d,ns
6	0.64 ± 0.03d,ns	0.61 ± 0.61d,ns	0.68 ± 0.05d,ns
7	0.51 ± 0.02e,ns	0.52 ± 0.52e,ns	0.55 ± 0.06e,ns
8	0.48 ± 0.04e,ns	0.51 ± 0.51e,ns	0.52 ± 0.04e,ns

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,...d ที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแนวนอนเดียวกัน (P>0.05)

[1] เช่นเดียวกับตารางภาคผนวก ง1

ตารางภาคผนวก ง18 การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฉลี่ยรสชาติของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอดที่เก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก[1]		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	1.00 ± 0.04a,ns	1.00 ± 0.04a,ns	1.00 ± 0.04a,ns
1	0.98 ± 0.03ab,ns	0.98 ± 0.03ab,ns	0.99 ± 0.06a,ns
2	0.98 ± 0.04ab,ns	0.98 ± 0.04ab,ns	0.98 ± 0.02a,ns
3	0.97 ± 0.05ab,ns	0.97 ± 0.05ab,ns	0.95 ± 0.04ab,ns
4	0.94 ± 0.06bc,ns	0.94 ± 0.05b,ns	0.93 ± 0.03b,ns
5	0.91 ± 0.02c,ns	0.87 ± 0.06c,ns	0.86 ± 0.04c,ns
6	0.81 ± 0.03d,ns	0.85 ± 0.04cd,ns	0.84 ± 0.05c,ns
7	0.80 ± 0.04d,ns	0.83 ± 0.02cd,ns	0.83 ± 0.04c,ns
8	0.80 ± 0.02d,ns	0.80 ± 0.03d,ns	0.82 ± 0.03c,ns

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,...d ที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแนวนอนเดียวกัน (P>0.05)

1 เช่นเดียวกับตารางภาคผนวก ง1

ตารางภาคผนวก ง19 การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฉลี่ยการยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ ที่เก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก[1]		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	1.00 ± 0.03a,ns	1.00 ± 0.03a,ns	1.00 ± 0.03a,ns
1	0.97 ± 0.04a,ns	0.98 ± 0.03a,ns	0.96 ± 0.04a,ns
2	0.88 ± 0.05b,ns	0.88 ± 0.04b,ns	0.84 ± 0.03b,ns
3	0.77 ± 0.06c,ns	0.77 ± 0.05c,ns	0.79 ± 0.05b,ns
4	0.59 ± 0.02d,ns	0.59 ± 0.04d,ns	0.62 ± 0.04c,ns
5	0.51 ± 0.03e,ns	0.56 ± 0.05de,ns	0.56 ± 0.06cd,ns
6	0.51 ± 0.04e,ns	0.49 ± 0.06ef,ns	0.51 ± 0.05de,ns
7	0.49 ± 0.05e,ns	0.49 ± 0.04f,ns	0.48 ± 0.04e,ns
8	0.46 ± 0.04e,ns	0.44 ± 0.03f,ns	0.47 ± 0.03e,ns

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,...,fที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแนวนอนเดียวกัน (P>0.05)

[1] เช่นเดียวกับตารางภาคผนวก ง1

ตารางภาคผนวก ง20 การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนเฉลี่ยการยอมรับของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอด ที่เก็บรักษาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8

สัปดาห์ที่	ถุงพลาสติก		
	HDPE	PP 0.04	PP 0.075
0	1.00 ± 0.04a,ns	1.00 ± 0.04a,ns	1.00 ± 0.04a,ns
1	0.97 ± 0.02ab,ns	0.98 ± 0.04a,ns	0.98 ± 0.03ab,ns
2	0.92 ± 0.06bc,ns	0.92 ± 0.03bc,ns	0.93 ± 0.4bc,ns
3	0.91 ± 0.05bc,ns	0.90 ± 0.02bc,ns	0.91 ± 0.06c,ns
4	0.89 ± 0.03c,ns	0.90 ± 0.03c,ns	0.89 ± 0.05c,ns
5	0.79 ± 0.03d,ns	0.80 ± 0.05c,ns	0.81 ± 0.04d,ns
6	0.73 ± 0.06e,ns	0.76 ± 0.04cd,ns	0.75 ± 0.03d,ns
7	0.71 ± 0.03e,ns	0.71 ± 0.03de,ns	0.72 ± 0.03e,ns
8	0.65 ± 0.04e,ns	0.68 ± 0.05e,ns	0.68 ± 0.04e,ns

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,...e ที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแนวนอนเดียวกัน (P>0.05)

[1] เช่นเดียวกับตารางภาคผนวก ง1

ภาคผนวก จ การประเมินต้นทุนวัตถุดิบ

1. ต้นทุนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตราคา ดังตารางภาคผนวกที่ จ1

ตารางภาคผนวก จ1 ราคาวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

วัตถุดิบ	บาทต่อกิโลกรัม
ปลาข้างเหลืองแล่แบบผีเสื้อ	40
น้ำมันพืช	30
ขิงปน	625
พริกไทยปน	212
พริกขี้หนูปน	212
เกลือปน	10
น้ำตาล	13
ซอสถั่วเหลือง	23
ผงชูรส	50

การคำนวณต้นทุนส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ปลาข้างเหลืองแบบผีเสื้อ 2 กิโลกรัม ได้ผลิต-ภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ 525 กรัม และปลาสะเต๊ะแบบทอด 600 กรัม ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมของวัตถุดิบ ชนิดต่างๆ ดังตารางภาคผนวก จ2

ตารางภาคผนวก จ2 การคำนวณต้นทุนส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์

ชนิด	ปลาสะเต๊ะแบบอบ		ปลาสะเต๊ะแบบทอด	
	ปริมาณ (กรัม)	มูลค่า(บาท)	ปริมาณ (กรัม)	มูลค่า(บาท)
ปลาข้างเหลืองแล่				
แบบผีเสื้อ	2000	80	2000	80
น้ำมันพืช	-	-	500	15
ขิงปน	10	6.25	20	12.5
พริกไทยปน	3	0.64	3	0.64
พริกขี้หนูปน	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

2. ต้นทุนวัตถุดิบและภาชนะบรรจุต่อกิโลกรัมผลิตภัณฑ์

ปลาสะเต๊ะแบบอบ

ค่าวัตถุดิบ	167.50 บาท	(ร้อยละ 99.26)
ค่าภาชนะบรรจุ	1.25 บาท	(ร้อยละ 0.74)
รวม	167.75 บาท	

ปลาสะเต๊ะแบบทอด

ค่าวัตถุดิบ	171.57 บาท (ร้อยละ 88.64)
ค่าภาชนะบรรจุ	1.25 บาท (ร้อยละ 0.72)
รวม	172.82 บาท

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวเทวี ทองแดง

วันเดือนปีเกิด 4 มิถุนายน 2508

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต(เกษตรศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2531

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับระหว่างการศึกษา)

ทุนบัณฑิตศึกษาภายในประเทศ ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)