

ปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์

Fish Crisp from Sucker Mouth Fish

ธนาภ โสตรโยม^{1*} ชญาภัทร์ กี่อาริโย² นพพร สกุลยืนยงสุข¹ น้อมจิตต์ สุธิบุตร¹
 ดวงกมล ตั้งสดีตพร¹ ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง¹ สุมภา เทิดขวัญชัย³ และ Zhenbo Xu⁴
 Thanapop Soteyome^{1*}, Chayapat Kee-ariyo², Nopporn Sakulyunysuk¹,
 Nomjit Suteebut¹, Duangkamol Tubgsatitporn¹, Duangrat Saetang¹,
 Sumapar Thedkwanchai³ and Zhenbo Xu⁴

บทคัดย่อ

ปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของปลาซัคเกอร์ ศึกษาสูตรพื้นฐานและกรรมวิธีการผลิตปลาแผ่นอบกรอบ ศึกษาปริมาณเนื้อปลาซัคเกอร์ที่เหมาะสมที่ใช้ในการผลิตปลาแผ่นจากปลาซัคเกอร์ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และได้ผลการวิจัยดังนี้ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรต มีค่า 83.20 ± 0.24 , 14.63 ± 0.51 , 4.48 ± 0.16 , 0.16 ± 0.03 , 1.40 ± 0.20 และ 0.11 ± 0.02 ตามลำดับ การศึกษาสูตรพื้นฐานและกรรมวิธีการผลิตปลาแผ่นอบกรอบพบว่าสูตรที่ 2 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกด้านมากที่สุด และนำปลาแผ่นอบกรอบสูตรที่ 2 มาศึกษาปาลานิล : ปลาซัคเกอร์ ที่ระดับ 100 : 0, 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 0 : 100 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบที่ระดับ 0 : 100 มากที่สุดในทุกด้าน คุณภาพทางกายภาพ พบว่าค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 43.11 ± 0.30 , 15.70 ± 0.30 และ 18.96 ± 0.48 ตามลำดับ ค่า aw เท่ากับ 0.41 ± 0.00 และค่าความกรอบเท่ากับ 7.08 ± 1.10 ซึ่งอยู่ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มผช. การศึกษากลิ่นห็นโดยบรรจุผลิตภัณฑ์ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์พร้อมสารดูดความชื้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ด้วยวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนด้านกลิ่น (ไม่ห็น) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

คำสำคัญ : ปลาซัคเกอร์, ปลาแผ่นอบกรอบ, อบกรอบ

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

¹ Food Science and Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

² สาขาวิชาเกษตรกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² Master of Home Economics, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

³ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

³ Foods and Nutrition, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

⁴ School of Food Science and Engineering, Guangdong Province Key Laboratory for Green Processing of Natural Products and Product Safety, South China University of Technology, Guangzhou, China

*ผู้ประสานงานนิพนธ์ E-mail : thanapop.s@rmutp.ac.th

ABSTRACT

Fish Crisp from Sucker Mouth Fish is to analyse their chemical components. The aim is to develop the standard formula and process of baked sliced fish; to study the quantity of sucker mouth fish used in the production of baked slice fish as well as the maintaining the product quality at room temperature. The findings showed moisture level, protein, fat, crude fiber, and carbohydrate were 83.20 ± 0.24 , 14.63 ± 0.51 , 0.48 ± 0.61 , 0.61 ± 0.03 , 1.40 ± 0.20 and 0.11 ± 0.12 respectively. The study of standard formula and the process of baked slice fish production found that the testers preferred the second formula and a higher average score in all aspects. Therefore here the second formula was used in the study of Different ratios were used by the testers to test their palatability by using 100 : 0, 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 and 0 : 100 All the testers gave 0:100 The physical quality were analysed using lightness condition (L^*), red value (a^*) and yellow Value (b^*) which result in 43.11 ± 0.3 , 15.70 ± 0.30 and 18.96 ± 0.48 respectively. The a_w showed 0.41 ± 0.00 and crispiness level was 7.08 ± 1.10 which was within the standardized value. Rancidity of the package of foil bag and absorbent were kept at room temperature for 2 weeks. It was analysed by using sensory. The result showed no significant difference ($p > 0.05$).

Keywords : Sucker Mouth Fish, Fish Crisp, Crisp

1. บทนำ

ปัจจุบันการบริโภคอาหารว่างขนมขบเคี้ยวมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น โดยในเด็กและเยาวชนมีแนวโน้มให้ความสำคัญอาหารมื้อหลักน้อยลง การบริโภคขนมขบเคี้ยวทำให้เกิดความผิดปกติแต่อาหารเหล่านี้ก็มีคุณค่าทางโภชนาการน้อย เพราะส่วนใหญ่ทำจากแป้ง น้ำตาล และไขมัน เป็นจำนวนมาก มีปริมาณโปรตีนต่ำ ถ้ารับประทานเป็นประจำส่งผลให้เด็กมีน้ำหนักร่างกายเกิน และมีโอกาสเป็นโรคอ้วน การที่โรคอ้วนในเด็กอุบัติสูงขึ้นมากในเวลาอันสั้น น่าจะเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของวิถีชีวิตของผู้คนในสังคม กระตุ้นให้พันธุกรรมที่ผิดปกติอยู่แล้วกลายเป็นโรคชัดเจนมากขึ้นและในเด็กอายุน้อยลงด้วย สะท้อนถึงความสำคัญของปัจจัยแวดล้อมในปัจจุบันที่ส่งเสริมการบริโภคอาหารที่ทำลายสุขภาพและขัดขวางการมีกิจกรรมทางกายของเด็ก (วันชัย, 2550) ปลาแผ่นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากปลาเป็นส่วนประกอบหลัก ปลาแผ่นเป็นอาหารที่รับประทานได้ง่าย สะดวกต่อการพกพา และมีรสชาติให้เลือก มีผู้นิยมบริโภคกันมากขณะเดินทางท่องเที่ยวหรือใช้เป็นกับแกล้ม ทำให้ปริมาณการบริโภคเพิ่มขึ้นทุกปี อาหารว่างประเภทที่ทำจากปลาหมึกทอดกรอบเป็นอันดับสองรองจากมันฝรั่งทอดกรอบ (ประวีณา, 2546)

ปลาซัคเกอร์เป็นปลาที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ สามารถปรับตัวตามสภาพแวดล้อมได้ดี หากินเก่ง เลี้ยงง่ายและสามารถขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ด้วยรูปร่างที่แปลกและมีหน้าตาน่ากลัว

ทำให้ไม่มีใครกล้านำปลาชนิดนี้มาบริโภค จากเหตุผลที่กล่าวมาทำให้ปลาซัคเกอร์มีอยู่ทุกที่ในแม่น้ำของไทย (สิทธิพัฒน์, 2550)

ดังนั้นจึงเกิดความสนใจแปรรูปปลาซัคเกอร์ เนื่องจากปลาซัคเกอร์มีโปรตีนสูง เป็นแหล่งโปรตีนที่หาง่ายมีอยู่ใกล้ตัว สามารถนำมาประกอบอาหารได้และมีราคาถูก ช่วยลดต้นทุนในการผลิต อีกทั้งยังช่วยลดปริมาณและบรรเทาภัยให้ประชาชนหันมาบริโภคปลาซัคเกอร์ จึงได้นำปลาซัคเกอร์มาแปรรูปเป็นปลาแผ่นอบกรอบซึ่งเป็นขนมขบเคี้ยวที่มีคุณค่าทางโปรตีนสูงและมีคุณค่าทางโภชนาการต่อสุขภาพ จึงเป็นแนวทางในการควบคุมและป้องกันโภชนาการเกินในเด็ก นำไปสู่การส่งเสริมสุขภาพเด็ก และปรับเปลี่ยนพฤติกรรมบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ

2. ระเบียบวิธีวิจัย

ทำการศึกษารวบรวมองค์ประกอบทางเคมีของปลาซัคเกอร์ โดยนำตัวอย่างเนื้อปลาซัคเกอร์ที่ปั่นละเอียดแล้วมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเส้นใยหยาบ ปริมาณเถ้า และปริมาณคาร์โบไฮเดรต

2.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ด้วยวิธีการอบตัวอย่างให้แห้งจนได้น้ำหนักคงที่ในตู้อบลมร้อนด้วยวิธีการ AOAC (2000)

2. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ด้วยวิธีการ Kjeldahl method และคำนวณปริมาณโปรตีนจากค่าไนโตรเจนที่มีอยู่ในตัวอย่าง

3. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน โดยใช้ ether extraction ด้วยวิธีการ AOAC (2000)

4. การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยหยาบ ด้วยการย่อยตัวอย่างด้วยกรดและด่างด้วยวิธีการ (AOAC, 2000)

5. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า ด้วยการเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 500-600 องศาเซลเซียส ด้วยวิธีการ AOAC (2000)

6. การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ด้วยวิธีการคำนวณหาโดยใช้ความแตกต่างของน้ำหนักตัวอย่างแห้ง และปริมาณองค์ประกอบอื่นๆ จากผลรวมของปริมาณเปอร์เซ็นต์ของความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ และเถ้า

2.2 ศึกษาสูตรพื้นฐานและกรรมวิธีการผลิตปลาแผ่นอบกรอบ

ศึกษาสูตรพื้นฐานและกรรมวิธีการผลิตปลาแผ่นอบกรอบ และคัดเลือกสูตรพื้นฐานเพื่อเป็นต้นแบบในการผลิตปลาแผ่นอบกรอบ โดยการศึกษาสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร

2.3 ศึกษาปริมาณเนื้อปลาซัคเกอร์ที่เหมาะสมที่ใช้ในการผลิตปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์

นำสูตรที่ดีที่สุดจากข้อ 2.2 มาศึกษาปริมาณเนื้อปลาซัคเกอร์ที่เหมาะสมในการผลิตปลาแผ่นอบกรอบ ซึ่งมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design – RCBD) โดยทำการศึกษาอัตราส่วนปริมาณปลานิลต่อปลาซัคเกอร์ จำนวน 5 ระดับ คือ 100 : 0, 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 และ 0 : 100

2.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์

นำปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์ที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุดจากข้อ 2.3 มาทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงโดยเก็บรักษาปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์ โดยนำปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์บรรจุลงถุงสุญญากาศแบบซิปล็อคขนาด 6x9 นิ้ว บรรจุน้ำหนัก 30 กรัม พร้อมสารดูดความชื้นน้ำหนัก 2 กรัม ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง สุ่มตรวจทุกสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์หรือจนกว่าค่าปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (Water Activity) จะมากกว่า 0.6 จึงหยุดทำการศึกษากลับคืน

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของปลาซัคเกอร์

ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของปลาซัคเกอร์ โดยนำตัวอย่างเนื้อปลาซัคเกอร์ที่ปั่นละเอียดแล้วมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเส้นใยหยาบ ปริมาณเถ้า และปริมาณคาร์โบไฮเดรต

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของปลาซัคเกอร์

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (ร้อยละ)
ความชื้น	83.20±0.24
โปรตีน	14.63±0.51
ไขมัน	0.48±0.16
เส้นใยหยาบ	0.16±0.03
เถ้า	1.40±0.20
คาร์โบไฮเดรต	0.11±0.02

จากตารางที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของปลาซัคเกอร์ โดยนำปลาซัคเกอร์มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรต มีค่าดังนี้ ร้อยละ 83.20±0.24, 14.63±0.51, 0.48±0.16, 0.16±0.03, 1.40±0.20, และ 0.11±0.02 ตามลำดับ ส่วนปลานิลมีองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ ร้อยละ 81.6±0.23, 15.5±0.14, 1.2±0.10, 0.1±0.11, 1.5±0.21 และ 0.1±0.09 ตามลำดับ (บุญทริกา, 2559) ซึ่งปลาซัคเกอร์และปลานิลมีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกัน ด้วยปลาซัคเกอร์มีโปรตีนสูง เป็นแหล่งโปรตีนที่หาง่ายราคาถูกกว่า ทำให้ปลาซัคเกอร์เป็นที่น่าสนใจและเป็นแหล่งโปรตีนอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาบริโภคหรือแปรรูปแทนปลานิลหรือปลาชนิดอื่นได้ (สิทธิพัฒน์, 2550)

3.2 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานและกรรมวิธีการผลิตปลาแผ่นอบกรอบ

จากการศึกษาสูตรพื้นฐานและกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตปลาแผ่นอบกรอบ โดยมีสูตรในการผลิตที่แตกต่างกัน 3 สูตร โดยนำไปศึกษาลักษณะปรากฏด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อทำการศึกษสูตรพื้นฐานและกรรมวิธีที่เหมาะสม

ตารางที่ 2 ลักษณะของปลาแผ่นอบกรอบ โดยมีสูตรที่ต่างกันจำนวน 3 สูตร

ลักษณะของ ผลิตภัณฑ์	สูตรพื้นฐานปลาแผ่นอบกรอบ		
	1	2	3
			
	มีสีน้ำตาลเข้ม เนื้อสัมผัสกรอบ เหนียว ไม่พองฟู	มีสีน้ำตาลเข้ม เนื้อสัมผัสกรอบ แผ่นพองฟู	มีสีน้ำตาลเข้มมาก เนื้อสัมผัสแข็ง แผ่นไม่พองฟู

ที่มา : สูตรที่ 1 ประวีณา (2545), สูตรที่ 2 กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ (2552), สูตรที่ 3 วณิชรา (2531)

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์คุณสมบัติของปลาแผ่นอบกรอบสูตรพื้นฐาน

คุณภาพ	สูตรพื้นฐานปลาแผ่นอบกรอบ		
	1	2	3
ค่า a_w^{ns}	0.41±0.03	0.41±0.00	0.45±0.00
ค่าความชื้น (IR) (%)	2.92±0.36 ^b	3.70±0.48 ^a	2.06±0.25 ^c
ค่าสี			
ความสว่าง (L*)	40.37±0.21 ^b	41.43±0.15 ^a	34.75±1.49 ^{ab}
สีแดง (a*)	14.15±0.30 ^b	14.88±0.13 ^a	12.96±0.65 ^{ab}
สีเหลือง (b*) ^{ns}	15.80±0.27	17.24±0.23	11.80±1.09
ค่าเนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	6.68±0.93 ^b	8.16±1.02 ^a	6.26±1.03 ^c

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ตัวอักษร^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 2 และ 3 ลักษณะปรากฏของปลาแผ่นอบกรอบ โดยมีวัตถุประสงค์ในการผลิตที่แตกต่างกัน 3 สูตร พบว่าสูตรที่ 1 และ 3 มีลักษณะปรากฏใกล้เคียงกัน คือเมื่อทอดแล้วปลาแผ่นไม่พองฟู แข็งกระด้าง ไม่กรอบ มีสีน้ำตาลอมแดง มีสีขาวของแป้งปะปนอยู่ทำให้ดูไม่น่ารับประทาน ส่วนสูตรที่ 2 มีสีน้ำตาลอมแดงจะมีสีสวยกว่าทั้ง 2 สูตร ลักษณะกรอบและไม่แข็งเมื่อทอดแล้วแผ่นพองฟู

ดังนั้นจากการดูลักษณะปรากฏของปลาแผ่นอบกรอบที่มีวัตถุประสงค์ในการผลิตที่แตกต่างกัน พบว่าสูตรที่ 2 มีลักษณะที่ดีกว่า มีความกรอบและพองฟู สีดูน่ารับประทานมากที่สุด เนื่องจากเนื้อปลามีโครงสร้างเป็นแผ่นๆ เส้นใยสั้น มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันน้อย ทำให้โครงสร้างถูกทำลายได้ง่าย (Nanavdo, 2558) เมื่อนำเนื้อปลามาทำลายโครงสร้างโดยการแปรรูปแบบบดละเอียด ทำให้แห้งด้วยกระบวนการอบลมร้อน จากนั้นนำมาทอดทำให้เนื้อปลาขยายตัวและพองฟู ส่วนสูตรที่ 1 และ 3 มีส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งแป้งมันสำปะหลังเหมาะกับการ

นำไปทำอาหารที่มีความเหนียว ถ้าใช้ไปทอดอาหารจะไม่กรอบ (มะนาว, 2560) และทั้ง 2 สูตรไม่ได้ทำให้แป้งมันสุกโดยการผ่านกระบวนการให้ความร้อนด้วยการนึ่งก่อนจึงทำให้แป้งไม่เกิดเจลลาตินในเซชัน โครงสร้างผลึกยังไม่ถูกทำลาย โมเลกุลของแป้งยังจัดเรียงตัวกันอย่างหนาแน่น (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ม.ป.ป.) จึงทำให้ปลาแผ่นมีลักษณะที่ไม่พองฟู

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบของปลาแผ่นอบกรอบ โดยมีสูตรพื้นฐานที่แตกต่างกันจำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	สูตรพื้นฐานปลาแผ่นอบกรอบ		
	1	2	3
ลักษณะที่ปรากฏ	694±0.84 ^b	7.88±0.96 ^a	6.50±1.23 ^c
สี	6.90±0.93 ^b	7.82±1.04 ^a	6.94±1.42 ^b
กลิ่น	6.92±1.14 ^b	8.00±0.86 ^a	6.56±1.30 ^c
กลิ่นรส	6.80±1.03 ^b	8.00±0.86 ^a	6.44±1.63 ^c
รสชาติ	6.78±1.00 ^b	8.22±0.68 ^a	6.26±1.01 ^c
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	6.76±1.12 ^b	8.18±0.75 ^a	6.30±1.25 ^c
ความชอบโดยรวม	6.80±1.07 ^b	8.34±0.74 ^a	6.34±0.87 ^c

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรพื้นฐานโดยมีวัตถุดิบในการผลิตที่แตกต่างกัน 3 สูตร พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนสูตรที่ 2 มากกว่าสูตรที่ 1 และ 3 ในทุกด้าน โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในปัจจัยด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ดังนั้น จึงเลือกสูตรพื้นฐานสูตรที่ 2 มาศึกษาและพัฒนาต่อไป เนื่องจากสูตรพื้นฐานมีวัตถุดิบในการผลิตที่แตกต่างกัน 3 สูตร พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ 2 มากที่สุด คือมีค่าเฉลี่ยด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมอยู่ระดับชอบมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างจากสูตรที่ 1 และ 3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากสูตรที่ 1 และ 3 มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็ง ไม่กรอบ เพราะมีส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งแป้งมันสำปะหลังเหมาะกับการนำไปทำอาหารที่มีความเหนียว ถ้าใช้ไปทอดอาหารจะไม่กรอบ (มะนาว, 2560) และสูตรที่ 3 มีกลิ่นคาวของเนื้อปลา เพราะไม่มีวัตถุดิบจากเครื่องเทศที่ใช้ดับกลิ่นคาว ดังนั้นจึงนำสูตรที่ 2 มาทำการศึกษาต่อไป

3.3 ผลการศึกษาปริมาณเนื้อปลาซัคเกอร์ที่เหมาะสมที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์คุณสมบัติของปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์ โดยมีปริมาณปลาซัคเกอร์ที่แตกต่างกัน จำนวน 5 ระดับ

คุณภาพ	ปริมาณปลานิล : ปริมาณปลาซัคเกอร์				
	100 : 0	25 : 75	50 : 50	75 : 25	0 : 100
ค่า a_w	0.43±0.07 ^b	0.38±0.03 ^b	0.50±0.01 ^a	0.39±0.00 ^b	0.41±0.00 ^b
ค่าความชื้น (IR) (%)	4.48±0.18 ^a	4.02±0.23 ^b	3.59±0.12 ^c	3.38±0.24 ^c	3.38±0.29 ^c
ค่าสี					
ความสว่าง (L*)	43.89±0.45 ^{bc}	44.66±0.48 ^{ab}	45.35±0.66 ^a	38.83±0.38 ^d	43.11±0.30 ^c
สีแดง (a*)	15.29±0.67 ^{ab}	16.04±0.10 ^a	15.59±0.65 ^{ab}	15.00±0.20 ^b	15.70±0.30 ^{ab}
สีเหลือง (b*)	19.69±0.73 ^c	23.63±0.26 ^a	21.18±0.22 ^b	16.87±0.40 ^d	18.96±0.48 ^c
ค่าเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ^{ns}	6.78±1.05	7.20±1.05	7.14±1.37	7.04±1.48	7.08±1.10

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตัวอักษร^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 6 คะแนนความชอบของปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์ โดยมีปริมาณปลาซัคเกอร์ที่แตกต่างกัน จำนวน 5 ระดับ

คุณลักษณะ ผลิตภัณฑ์	ปริมาณปลานิล : ปริมาณปลาซัคเกอร์				
	100 : 0	25 : 75	50 : 50	75 : 25	0 : 100
ลักษณะที่ปรากฏ	7.14±1.12 ^{ab}	6.86±1.26 ^{bc}	7.24±1.02 ^a	6.80±1.31 ^c	7.36±1.06 ^a
สี	7.18±1.34 ^a	6.72±1.32 ^b	7.24±1.04 ^a	6.76±1.45 ^b	7.30±1.18 ^a
กลิ่น	6.98±1.35 ^a	6.68±1.38 ^{ab}	6.82±1.30 ^{ab}	6.50±1.40 ^b	6.62±1.41 ^{ab}
กลิ่นรส ^{ns}	6.36±2.00	6.40±1.68	6.76±1.61	6.58±1.47	6.68±1.58
รสชาติ	6.08±2.24 ^b	6.34±1.81 ^{ab}	6.80±1.59 ^a	6.40±1.87 ^{ab}	6.60±1.64 ^{ab}
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	6.70±1.62 ^{ab}	6.96±1.56 ^a	7.20±1.38 ^a	6.32±1.86 ^b	7.08±1.35 ^a
ความชอบโดยรวม	6.40±1.82 ^b	6.50±1.61 ^b	7.06±1.43 ^a	6.48±1.66 ^b	7.06±1.22 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตัวอักษร^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 5 และ 6 การประเมินคุณภาพทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์ จำนวน 5 สูตร พบว่าตารางที่ 5 ค่าทางกายภาพ ร้อยละปริมาณปลานิล : ปลาซัคเกอร์ ที่ระดับ 100 : 0, 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 0 : 100 ค่าเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนค่า a_w ค่าความชื้น และค่าสีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และจากตารางที่ 6 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวม ที่ร้อยละปริมาณปลานิล : ปลาซัคเกอร์ ที่ระดับ 100 : 0, 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25 และ 0 : 100 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนด้านกลิ่นรสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ดีที่สุดของทั้งหมด คือที่ระดับ 50 : 50 รองลงมาคือ 0 : 100 ซึ่งร้อยละปริมาณปลานิล : ปลาซัคเกอร์ ทั้ง 2 ระดับ คือ 50 : 50 และ 0 : 100 ผลค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสทั้งหมดไม่มี

ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จึงเลือกปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์ที่มีร้อยละปริมาณปลานิล : ปลาซัคเกอร์ที่ระดับ 0 : 100 เนื่องจากมีปริมาณปลาซัคเกอร์ที่มากกว่ามาศึกษาและพัฒนาต่อไป

3.4 ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

นำปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์พร้อมสารดูดความชื้น วิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ แสดงผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 คุณภาพของปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 สัปดาห์

คุณภาพทางกายภาพ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)		
	0	1	2
ค่า a_w ^{ns}	0.32±0.00	0.30±0.00	0.30±0.00
ค่าความชื้น ^{ns} (IR) (%)	2.06±0.11	2.02±0.37	2.00±0.21
ค่าสี			
ความสว่าง (L^*) ^{ns}	40.17±0.93	38.99±0.44	38.85±0.58
สีแดง (a^*)	13.90±0.17 ^c	15.59±0.12 ^a	14.84±0.47 ^b
สีเหลือง (b^*)	17.40±0.83 ^b	19.67±0.19 ^a	18.05±0.47 ^b
ค่าเนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	8.20±0.76 ^a	8.17±0.81 ^a	8.03±1.01 ^{ab}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ตัวอักษร^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 7 การศึกษากลิ่นหืนของปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์ พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่า a_w จะลดลงและคงที่ในช่วง 1-2 สัปดาห์ เนื่องจากการบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ไม่มีการซึมผ่านของความชื้นจากภายนอกและบรรจุพร้อมสารดูดความชื้นจะทำให้ความชื้นและออกซิเจนในอากาศต่ำ ดังนั้นความชื้นในปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์จึงคายออกมาเข้าสู่สถานะสมดุลทำให้มีค่า a_w ต่ำ และสามารถเก็บไว้ได้นาน

การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นของปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์ พบว่ามีปริมาณความชื้นลดลง เนื่องจากสารดูดความชื้นมีผลทำให้สภาวะภายในภาชนะบรรจุมีปริมาณความชื้นต่ำ จึงมีการปรับสภาวะบรรยากาศภายในภาชนะบรรจุ ดังนั้นปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์จึงมีการคายความชื้นเกิดขึ้นอย่างช้าๆ (ณัฐธา, 2547)

การเปลี่ยนแปลงค่าสี พบว่าค่า L^* , a^* และ b^* ค่อนข้างคงที่ เนื่องจากถุงอลูมิเนียมฟอยล์ป้องกันแสงที่เป็นตัวกระตุ้นในการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ดี ซึ่งปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์สามารถเกิดได้ดีที่สุดในช่วง a_w 0.65-0.85 (ไพโรจน์, 2539) ซึ่งค่า a_w ของปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์ต่ำกว่า 0.65 ดังนั้นปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์จึงเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ส่งผลให้ค่าสีที่แสดงเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ

การวัดค่าเนื้อสัมผัส พบว่าค่าความกรอบ (Crispness) มีค่าไม่ต่างกันมากนัก เนื่องจากการบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ไม่มีการซึมผ่านของความชื้นจากภายนอก และการบรรจุพร้อมสารดูดความชื้นทำให้ผลิตภัณฑ์ยังกรอบอยู่

จากการศึกษากลิ่นหืนของปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซีกเกอร์ ที่สัปดาห์ที่ 0, 1, และ 2 ซึ่งมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซีกเกอร์ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อต้องการวัดระดับกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอายุการเก็บรักษา

ตารางที่ 8 คะแนนความชอบของปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซีกเกอร์ที่สัปดาห์ที่ 0, 1 และ 2

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)		
	0	1	2
ลักษณะที่ปรากฏ ^{ns}	7.85±1.00	7.55±0.69	7.45±0.75
สี	7.95±0.69 ^a	7.55±0.61 ^{ab}	7.20±0.95 ^{ab}
กลิ่น ^{ns}	7.75±0.68	7.69±0.54	7.61±0.44
กลิ่นรส	8.20±0.67 ^a	8.04±0.61 ^a	7.81±0.50 ^{ab}
รสชาติ ^{ns}	8.10±0.65	8.03±0.58	7.91±0.54
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	8.25±0.64 ^a	7.99±0.63 ^a	7.78±0.50 ^b
ความชอบโดยรวม ^{ns}	8.30±0.73	8.11±0.68	8.09±0.65

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ตัวอักษร^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 8 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซีกเกอร์ พบว่าคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะที่ปรากฏ กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมที่อายุการเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 0, 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าด้านกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ที่อายุการเก็บรักษา สัปดาห์ที่ 0, 1 และ 2 ไม่มีผลต่อผู้ทดสอบชิม ส่วนปัจจัยด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากอายุการเก็บรักษา สัปดาห์ที่ 0, 1 และ 2 ทำให้สี กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสอาจมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ แต่จากการบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ไม่มีการซึมผ่านของความชื้นจากภายนอกและการบรรจุพร้อมสารดูดความชื้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ยังกรอบอยู่

4. สรุปผลและอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของปลาซีกเกอร์

จากผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของปลาซีกเกอร์ พบว่ามีปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเส้นใยหยาบ ปริมาณเถ้า และปริมาณคาร์โบไฮเดรต มีค่า ดังนี้ ร้อยละ 83.20±0.24, ร้อยละ 14.63±0.51, ร้อยละ 0.48±0.16, ร้อยละ 0.16±0.03, ร้อยละ 1.40±0.20 และร้อยละ 0.11±0.02 ตามลำดับ

4.2 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานและกรรมวิธีการผลิตปลาแผ่นอบกรอบ

จากผลการศึกษาสูตรพื้นฐานและกรรมวิธีการผลิตปลาแผ่นอบกรอบที่เหมาะสม พบว่าสูตรพื้นฐานสูตรที่ 2 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุด เนื่องจากเป็นสูตรที่ใช้เนื้อมีปลาทั้งหมดไม่มีวัตถุดิบที่มีส่วนผสมของแป้ง ซึ่งผู้ทดสอบให้คะแนนสูตรที่ 2 มากที่สุดในทุกๆ ด้าน โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในปัจจัยด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.3 ผลการศึกษาปริมาณปลาซัคเกอร์ที่เหมาะสมที่ใช้ในการผลิตปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์

จากการศึกษาปริมาณปลาซัคเกอร์ที่เหมาะสมที่ใช้ในการผลิตปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์ พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสที่ดีที่สุดคือ ร้อยละปริมาณปลานิล : ปลาซัคเกอร์ ที่ระดับ 50 : 50 และ 0 : 100 ซึ่งผลค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จึงเลือกปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์ที่มีร้อยละปริมาณปลานิล : ปลาซัคเกอร์ที่ระดับ 0 : 100 เนื่องจากมีปริมาณปลาซัคเกอร์ที่มากกว่า

4.4 ผลการศึกษากลิ่นหืนของปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์

จากการศึกษากลิ่นหืนโดยการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของปลาแผ่นอบกรอบจากปลาซัคเกอร์ พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 2 ค่าความชื้นลดลง ทำให้ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ลดลงไปด้วย ในสัปดาห์ที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.30 ค่าสีเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ และค่าเนื้อสัมผัสลดลงเล็กน้อยแต่ผลิตภัณฑ์ยังคงกรอบอยู่ ผลิตภัณฑ์จึงสามารถเก็บรักษาได้นาน และจากการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสผู้ทดสอบให้คะแนนด้านกลิ่น (หืน) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงให้เห็นว่าด้านกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์อายุการเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 0, 1 และ 2 ไม่มีผลต่อผู้ทดสอบ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยอธิการบดี คณบดี รองคณบดี ผู้ช่วยคณบดี หัวหน้าสาขา ทุกท่านที่ช่วยให้คำแนะนำตลอดจนขอเสนอแนะในการทำงานวิจัยครั้งนี้ให้แล้วเสร็จ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่เอื้อเฟื้อเวลาและสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. (2552). ปลาแผ่นอบกรอบ. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <https://www.fisheries.go.th/industry/> (วันที่สืบค้นข้อมูล 3 ตุลาคม 2561)
- ณัฐฐา. (2547). การเลือกใช้สารดูดความชื้น. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มกราคม 2561, จาก <http://www.tanapolvanich.com/dry-bag>.
- บุญทริกา. (2559). การประเมินคุณค่าทางโภชนาการในอาหารที่ผลิตจากสัตว์น้ำจืด. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 มกราคม 2561, จาก <https://www.tci-thaijo.org/index.php/vrurdistJournal>.
- ประวีณา. (2545). ปลาบดแผ่น. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 กันยายน 2561, จาก <https://www.ku.ac.th/e-magazine/june45/agri/fish.html>.
- ประวีณา. (2546). ปลาแผ่น. สืบค้นเมื่อวันที่ 29 กันยายน 2561, จาก <https://www.thaihealth.or.th/Content>.
- ไพโรจน์. (2539). Water activity / แอคติวิตีของน้ำ. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มกราคม 2561, จาก <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0551/water-activity>.

- มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (ม.ป.ป). การเกิดเจลลาติโนเซชันของแป้งมัน. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มกราคม 2561, จาก <http://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2010/7717/6/Chapter2.pdf>.
- มะนาว. (2560). แป้งทำอาหาร แต่ละชนิดต่างกันอย่างไร. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มกราคม 2561, จาก <https://maanow.com>.
- วณิชรา. (2531). ปลาบดแผ่น. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 ตุลาคม 2561, จาก http://eatalongsea.blogspot.com/2009/06/blog-post_2344.html.
- วันชัย. (2550). อันตรายจากขนมขบเคี้ยว. สืบค้นเมื่อวันที่ 29 กันยายน 2561, จาก <http://www.edtechcreation.com/th/articles>.
- สิทธิพัฒน์. (2550). ภัยจาก "ปลาซัคเกอร์". สืบค้นเมื่อวันที่ 29 กันยายน 2561 จาก <https://www.posttoday.com/social>.
- Nanavdo. (2558). เนื้อปลา ทำไมย่อยง่ายกว่าเนื้อหมู. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 กันยายน 2561, จาก <https://nanavdo.com>.