

**ปริมาณแคลเซียม คุณภาพทางเคมี กายภาพ และการยอมรับทางประสาท  
สัมผัส ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาตากแห้งเสริมผงก้างปลาตากแห้ง  
Calcium Content, Physicochemical Quality and Sensorial Acceptability  
of Catfish Crispy Snack Fortified with Catfish Bone Powder**

วชิรญา เหลียวตระกูล<sup>1\*</sup> วิจิตรา เหลียวตระกูล<sup>1</sup> และ ยूपิน พูนดี<sup>2</sup>  
Vachiraya Liaotrakoon<sup>1\*</sup>, Wijitra Liaotrakoon<sup>1</sup> and Yupin Phoondee<sup>2</sup>

Received: 20 May 2020, Revised: 5 August 2020, Accepted: 16 September 2020

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณของผงก้างปลาตากแห้งต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และทางด้านประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาตากแห้งเสริมแคลเซียม โดยใช้ปริมาณก้างปลาตากแห้งร้อยละ 0 (ชุดควบคุม), 10, 20 และ 30 พบว่า เมื่อเสริมก้างปลาตากแห้งปริมาณเพิ่มขึ้นในข้าวเกรียบปลา ทำให้ค่าความแข็งและปริมาณความชื้นลดลง ส่วนการพองตัวและปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้น โดยข้าวเกรียบปลาที่ไม่ได้เสริมก้างปลาตากแห้ง มีแคลเซียม 58.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และที่เสริมก้างปลาตากแห้งร้อยละ 30 มีแคลเซียมสูงถึง 8,930.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง การเสริมปริมาณก้างปลาตากแห้งร้อยละ 20 ได้คะแนนการยอมรับมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) จากนั้นนำข้าวเกรียบเสริมก้างปลาตากแห้งร้อยละ 20 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเทียบกับชุดควบคุมพบว่า ข้าวเกรียบปลาชุดควบคุมมีปริมาณโปรตีน ไขมัน เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรตมากกว่าข้าวเกรียบปลาตากแห้งเสริมแคลเซียมจากก้างปลาตากแห้งร้อยละ 20 แต่ให้ปริมาณเล็กน้อยกว่า สรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาตากแห้งเสริมก้างปลาตากแห้งสามารถลดปริมาณของเหลือทิ้ง เพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น และสำหรับผู้รักษาสุขภาพได้อีกด้วย

**คำสำคัญ:** ข้าวเกรียบปลา, ก้างปลา, แคลเซียม, ปลาตากแห้ง

<sup>1</sup> สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

<sup>1</sup> Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Phra Nakhon Si Ayutthaya, Phra Nakhon Si Ayutthaya 13000, Thailand.

<sup>2</sup> สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

<sup>2</sup> Department of Fisheries Science, Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Phra Nakhon Si Ayutthaya, Phra Nakhon Si Ayutthaya 13000, Thailand.

\* ผู้รับผิดชอบประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): liao\_vachiraya@hotmail.com Tel: 09 8906 0969

## ABSTRACT

The objective of this research was to study the quantity of catfish bone powder on the physical, chemical and sensory qualities of catfish crispy snack fortified with calcium from catfish bone powder as 0 (control), 10, 20 and 30%. It was found that an increase in catfish bone powder led to a decrease in hardness and moisture content, while swelling and calcium content increased. The catfish crispy snack without catfish bone powder contained 58.50 mg of calcium/ kg of sample (dry weight) while the one with 30% of catfish bone powder had a high calcium content, up to 8,930 mg of calcium/ kg of sample (dry weight). The sample fortified with 20% catfish bone powder was rated the best by panelists ( $p < 0.05$ ). But, when the chemical composition of the catfish crispy snack added 20% catfish bone powder was analyzed and compared with the control, it was found that the control had higher protein, fat, fiber and carbohydrate while ash was lower. It can be concluded that catfish crispy snack with catfish bone powder supplement can reduce the amount of by-product, and provide nutritional value for consumers who like to stay healthy.

**Key words:** fish crispy snack, fish bone, calcium, catfish

### บทนำ

ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ (cracker product หรือ crispy snack) เป็นอาหารว่างประเภทขบเคี้ยว จัดเป็นอาหารว่าง (Snack food) ที่นิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งหารับประทานได้ง่ายและราคาถูก ในการผลิตข้าวเกรียบนิยมใช้ปลาเป็นส่วนผสม นอกจากนี้อาจใช้วัตถุดิบอื่นๆ ที่ให้สี กลิ่นและรสเป็นส่วนผสม เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบน่ารับประทานยิ่งขึ้น จากนั้นนำส่วนผสมทั้งหมดมานวดจนเป็นเนื้อเดียวกัน ขึ้นรูปตามต้องการ แล้วนำไปนึ่งให้สุก หลังจากนั้นนำไปแช่เย็นเพื่อให้ผลิตภัณฑ์แข็งตัว หั่นเป็นชิ้นบางๆ นำไปตากแดดหรืออบให้แห้ง ทอดในน้ำมันร้อนจนพอง ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ มีสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต เป็นส่วนประกอบ มีชื่อเรียกตามวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต (Lachmann, 1969; Suriya *et al.*, 2011) ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบโดยทั่วไปจะผลิตจากวัตถุดิบหลัก ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวโพด แป้ง

ถั่ว และแป้งสาลี (Nurul *et al.*, 2009) และมีการใส่ส่วนผสมอื่นๆ เช่น กุ้ง ปลา กระเทียม พริกไทย เกลือ และน้ำตาล (Saah *et al.*, 2015) จะเห็นได้ว่าสารอาหารและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลายังมีน้อย

แคลเซียมเป็นสารอาหารที่จำเป็นในชีวิตคือจะมีผลต่อการเสริมสร้างกระดูกทั้งเด็ก วัยรุ่น ผู้ใหญ่ ผู้สูงอายุ ทั้งผู้หญิงและผู้ชาย (Panyakhamlerd *et al.*, 1997) ปัจจุบันมีการนำก้างปลามาเสริมในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ ในงานวิจัยของ Laksana (2012) มีการนำก้างปลาผง กุ้งฝอยผง และปลากะตักผงมาใช้เป็นแหล่งแคลเซียมเพื่อผสมในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาที่ใช้ทดแทนแป้งมันสำปะหลัง ได้ถึงที่ระดับร้อยละ 17.5 และ Mahnaz *et al.* (2017) ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาคูเสริมแคลเซียมจากก้างปลาหูน้าในปริมาณร้อยละ 24.56 และ 38.16 เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ และจะเห็นได้ว่าก้างปลาเป็น

ของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นแหล่งของแคลเซียมที่ดีจากธรรมชาติ (Hemung, 2013) โดยปริมาณแคลเซียมที่ได้รับเพียงพอ (800-1200 มิลลิกรัมต่อวัน) จะส่งผลกระทบต่อกระดูกสูงสุด โดยจะช่วยป้องกันการสูญเสียมวลกระดูกและโรคกระดูกพรุนได้ (Zhu and Prince, 2012) ดังนั้น การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาผลของการเสริมแคลเซียมจากก้างปลาในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาต่อคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความแข็ง (hardness) และการพองตัว คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณแคลเซียมและปริมาณความชื้น และคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส เนื่องจากว่าเป็นก้างปลาเป็นแหล่งของแคลเซียมและเป็นส่วนที่เหลือทิ้ง และปลาคูเป็นปลาที่หาง่ายและราคาถูก ยังช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เป็นทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภค ช่วยส่งเสริมให้เกษตรกรไทยผู้เลี้ยงปลาให้มีรายได้เพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลามีมูลค่าสูงขึ้น รวมทั้งเป็นการนำวัตถุดิบที่เหลือใช้และวัตถุดิบท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้อีกด้วย

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. การเตรียมก้างปลาคูผง

นำปลาคูกูย (*Clarias macrocephalus*) ที่ซื้อมาจากตลาดสดแกรนด์ อำเภอบุข จังหวัดพระนครศรีอยุธยาล้างทำความสะอาด และแล่เอาเนื้อไปทำข้าวเกรียบ ส่วนก้างปลาคู นำมาล้างให้สะอาดแล้วนำไปต้มให้เดือด นำไปอบด้วยเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 ชั่วโมง นำไปบดให้ละเอียดแล้วทำการร่อนขนาด 160 เมท และอบต่ออีก 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น ทำการเก็บใส่ถุงพลาสติกที่ซีลปิดปากถุงสนิท เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

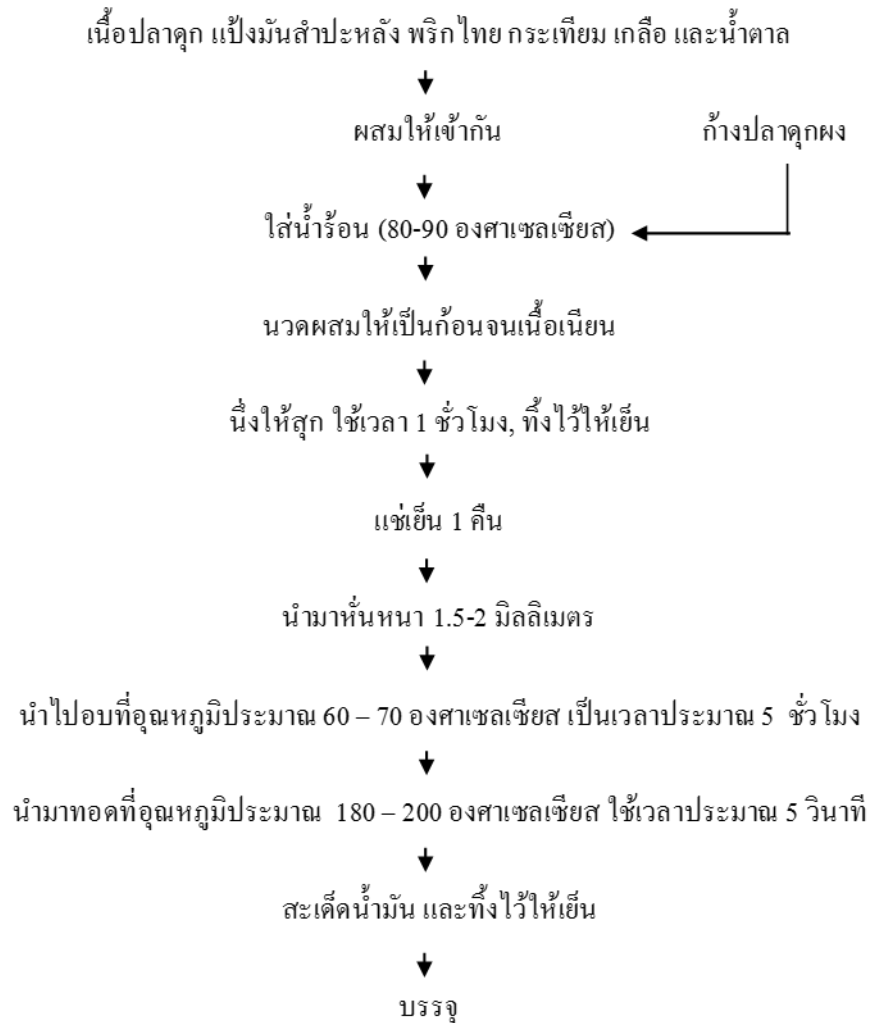
### 2. ศึกษาปริมาณก้างปลาคูผงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา

ใช้ก้างปลาคูผงร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 10, 20 และ 30 เทียบกับแป้งมัน 100 กรัม ซึ่งส่วนผสมตามสูตรในการทำข้าวเกรียบปลาคูดังแสดงใน ตารางที่ 1 จำนวนทั้งหมด 4 สูตร และทำการแปรรูปข้าวเกรียบตามภาพที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรในการทำข้าวเกรียบปลาคูเสริมก้างปลาคูผงในปริมาณที่ต่างกัน

ก้างปลาคูผง (ร้อยละ)	แป้งมัน (กรัม)	เนื้อปลาคู (กรัม)	ก้างปลาคูผง (กรัม)	กระเทียม (กรัม)	พริกไทย (กรัม)	ซอสถั่วเหลือง (กรัม)
0 (ชุดควบคุม)	500	100	0	20	15	30
10	500	100	50	20	15	30
20	500	100	100	20	15	30
30	500	100	150	20	15	30

หมายเหตุ: น้ำร้อนที่ใช้ในแต่ละสูตรปริมาณไม่เท่ากัน ใช้ในปริมาณที่บั่นก่อนแป้งแต่ละสูตรได้



ภาพที่ 1 กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาคูเสริมก้างปลาคูผง

### 3. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ

นำข้าวเกรียบปลาคูเสริมแคลเซียมจาก ก้างปลาคูผงทั้ง 4 ชุดการทดลอง มาทอดด้วยน้ำมัน ปาล์ม ที่อุณหภูมิ 175-180 องศาเซลเซียส ประมาณ 5 วินาที สะเด็ดน้ำมัน และทำการตรวจสอบคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์หลังทอดได้แก่

- วิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrometer (AAS) (Model 100 Analyzer, Perkin Elmer, Germany) โดยวิธี Flame technique

- การวิเคราะห์ค่าการพองตัวตัดแปลงจากวิธี ของ Nurul *et al.* (2010) โดยใส่เมล็ดงาลงในถ้วยแก้ว

ให้เต็มแล้วปาดให้เรียบเสมอกับถ้วยแก้ว นำไปวัด ปริมาตร โดยใช้กระบอกตวง จากนั้นใส่แผ่นข้าว เกรียบก่อนทอดหรือหลังทอดลงในถ้วยตามด้วย เมล็ดงา ปาดปากถ้วยแก้วให้เรียบ แยกเอาแผ่นข้าว เกรียบออกแล้วนำเมล็ดงาไปวัดปริมาตรหาความต่าง ของปริมาตรเมล็ดงา จะได้ปริมาตรของข้าวเกรียบ คำนวณการพองตัวโดยนำปริมาตรของข้าวเกรียบ คำนวณการพองตัวโดยนำปริมาตรของข้าวเกรียบ หลังทอดหารด้วยปริมาตรของข้าวเกรียบก่อนทอด

- เนื้อสัมผัส (hardness) โดยใช้เครื่อง Texture Analyzer ใช้หัววัดชนิด cylinder probe ระยะทางตัด 25 มิลลิเมตร ความเร็วของใบมีดขณะ ทดสอบ 2.0 มิลลิเมตรต่อวินาที

- ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000) โดยวิธี Kjeldahl โดยชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม เติมคัตตะลิตส์ 8 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร นำเข้าสู่ชุดย่อยโปรตีนจนกระทั่งสารละลายใสและปล่อยให้สารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง จากนั้น

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{(V1 - V2) \times 0.1 \times 1.4007}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

เมื่อ  $V1$  = ปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

$V2$  = ปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรท blank (มิลลิลิตร)

- ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000) ด้วยวิธี Soxhlet เป็นการสกัดไขมันในตัวอย่างที่สกัดได้โดยตรงด้วยตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ตามระยะเวลาที่กำหนดภายหลังการสกัด ทำการระเหยตัวทำละลายอินทรีย์ด้วยการอบที่อุณหภูมิ  $105 \pm 2$  องศาเซลเซียส และทำการชั่งน้ำหนักไขมันที่ได้

- ปริมาณเยื่อใย (AOAC, 2000) โดยวิธีการย่อยด้วยสารละลายกรดและด่าง นำส่วนที่เหลือจากการย่อยไปอบและเผา เพื่อหาส่วนที่หายไปหลังจากการเผา

- เถ้า (AOAC, 2000) โดยชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่ลงด้วยกระเบื้องเคลือบที่ผ่านการอบแห้ง จดน้ำหนักที่แน่นอน นำไปเผาในตะเกียงให้หมดควันจากนั้นไปเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง นำออกจากเตาอบและปล่อยให้เย็นในโถแก้วดูความชื้น ชั่งน้ำหนักและอบซ้ำจนได้น้ำหนักที่แน่นอนและคงที่ ทำการคำนวณหาปริมาณเถ้า หน่วยเป็นร้อยละ โดยนำน้ำหนักที่หายไปหารด้วยน้ำหนักตัวอย่างคูณด้วย 100

- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) อบตัวอย่างด้วยเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ  $105 \pm 2$  องศาเซลเซียส นานประมาณ 3-5 ชั่วโมง นำมาชั่งน้ำหนัก

หยคอินดิเคเตอร์ลงไป 3-5 หยด ทำการกลั่นตัวอย่างนำสารละลายที่กลั่นได้ไปไตเตรทกับกรดซัลฟูริกที่ระดับความเข้มข้น 0.1 นอร์มอลจนสังเกตเป็นสีชมพูปรากฏขึ้น และคำนวณหาปริมาณโปรตีนดังนี้

อบต่อจนน้ำหนักคงที่ คำนวณหาปริมาณความชื้นหน่วยเป็นร้อยละ โดยนำน้ำหนักที่หายไปหารด้วยน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้คูณด้วย 100

- คาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000) หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตได้จาก 100 ลบด้วยผลผลรวมระหว่างปริมาณความชื้นปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ปริมาณเส้นใย และปริมาณเถ้า

#### 4. การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินค่าทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 5 Point-Hedonic Scoring Test โดย 1 = ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 5 = ชอบมากที่สุด จำนวนผู้ทดสอบ 15 คน ผู้ที่ผ่านการฝึกฝนด้านการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสมาแล้ว ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบและความชอบโดยรวม เพื่อทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาตุกเสริมแคลเซียมจากก้างปลาดุกผงปริมาณที่เหมาะสมที่สุด และนำมาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาที่ไม่ได้เสริมก้างปลาดุกผง

#### 5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองแบบ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

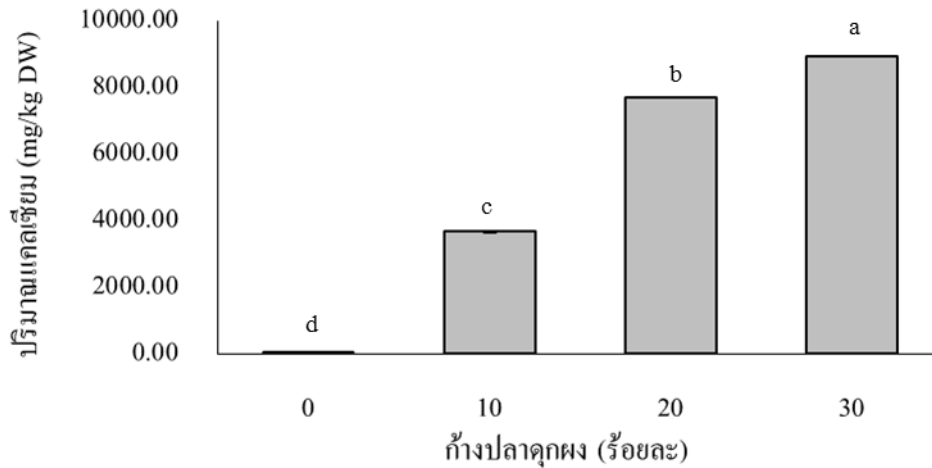
ของ ปริมาณแคลเซียม ค่าการพองตัว ปริมาณ ความชื้น และค่าเนื้อสัมผัส (hardness) และทำการ ใช้ การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยใช้ สถิติ Independent Sample (t-test) องค์ประกอบทาง เคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาตุ๋นเสริมแคลเซียม จากก้างปลาคูพง

## ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

### 1. ปริมาณแคลเซียม และเนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบ ปลาตุ๋นเสริมก้างปลาคูพง

เมื่อเพิ่มปริมาณก้างปลาคูพงในข้าวเกรียบ ปลา ทำให้มีปริมาณแคลเซียมในผลิตภัณฑ์ข้าว เกรียบปลาตุ๋นเสริมก้างปลาคูพงเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 2) พบว่า ข้าวเกรียบปลาที่ผสมก้างปลาคูพงร้อยละ 30 มีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ ร้อยละ 20, ร้อยละ 10 และร้อยละ 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ  $8,930.00 \pm 0.01$ ,  $7,700.00 \pm 0.01$ ,  $3,653.00 \pm 0.01$  และ  $58.50 \pm 0.01$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง (mg/ kg DW) ตามลำดับ โดยจะเห็นได้ว่าเมื่อเสริมก้างปลาคูพงใน ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา ปริมาณแคลเซียมที่ วิเคราะห์ได้ก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย สอดคล้องกับ งานวิจัยของ Mahnaz *et al.* (2017) ที่เมื่อทำการเสริม ก้างปลาที่มากขึ้นจะทำให้ปริมาณของแคลเซียม เพิ่มขึ้น แต่ถ้าใส่ก้างปลาตุ๋นปริมาณที่มากขึ้นเรื่อยๆ

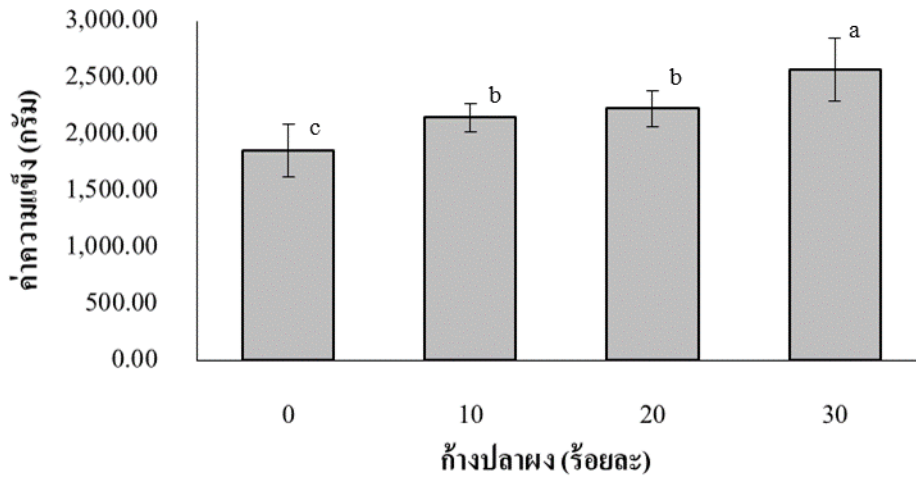
จะทำให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาแข็ง และกระด้างขึ้น จนไม่เป็นที่ยอมรับ ซึ่งปริมาณ แคลเซียมที่ได้จากการวิจัยนี้มีปริมาณสูงกว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลารสกระเทียมพริกไทยดำ จากงานวิจัยของ Muninnopamas and Phalachai (2015) และผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบกุ้งเสริมเปลือกกุ้ง ของ Jaturapucharporn (2000) ซึ่งมีปริมาณแคลเซียม เท่ากับ 4,020.00 และ 542.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยปริมาณแคลเซียมที่เด็กอายุ 1-10 ขวบ ควรได้รับเท่ากับ 800-1,000 มิลลิกรัมต่อวัน วัยรุ่น และวัยผู้ใหญ่ ควรได้รับเท่ากับ 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน สตรีมีครรภ์และผู้ที่ไม่ให้นมบุตรควรได้รับอย่างน้อย 1,200 มิลลิกรัมต่อวัน และวัยสูงอายุควรได้รับ เท่ากับ 800-1,000 มิลลิกรัมต่อวัน (Panyakhamlert *et al.*, 1997) ซึ่งแคลเซียมจะมีส่วนช่วยให้กระดูกและ ฟันแข็งแรง มีความสำคัญต่อกระบวนการแข็งตัวของ เม็ดเลือด ช่วยในการทำงานของเอนไซม์ (enzyme) หลายชนิด การทำงานของระบบกล้ามเนื้อ การเดิน ตามปกติของหัวใจ การกระตุ้นให้เกิดการหลั่งของ ฮอร์โมน (hormone) ช่วยควบคุมระบบการเผาผลาญไขมัน (metabolism) หรือกระบวนการเผาผลาญพลังงาน ของร่างกาย สามารถทำให้ความดันโลหิตลดลง และ ช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคกระดูกพรุนได้ (Panyakhamlert *et al.*, 1997)



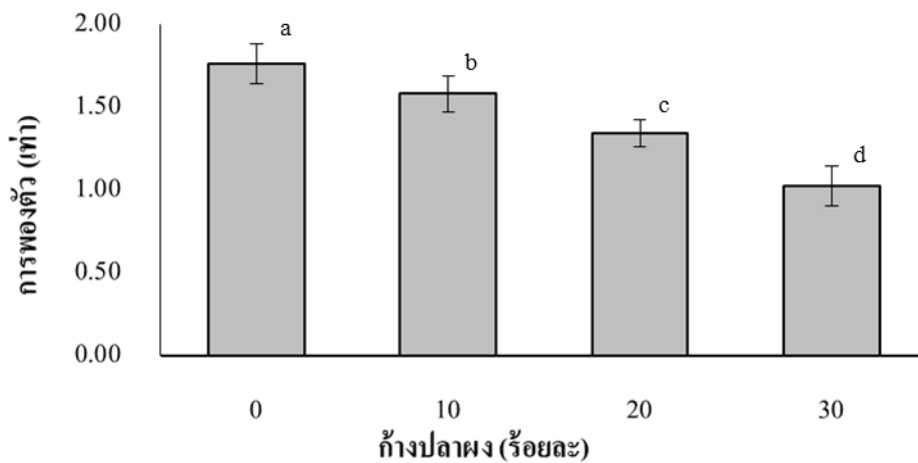
ภาพที่ 2 ปริมาณแคลเซียมของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาอุกเสริมก้างปลาอุกผงในปริมาณที่แตกต่างกัน

เมื่อเพิ่มปริมาณก้างปลาอุกผงในข้าวเกรียบปลา ทำให้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาเสริมก้างปลาอุกผงมีความแข็งเพิ่มขึ้น โดยค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาเสริมก้างปลาอุกผงแสดงดัง ภาพที่ 3 พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาเสริมก้างปลาอุกผงร้อยละ 30 มีค่าความแข็ง (hardness) มากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 รองลงมาคือ ร้อยละ 20, 10 และ 0 เท่ากับ  $2,567.54 \pm 679.50$ ,  $2,226.02 \pm 860.43$ ,  $2,144.97 \pm 625.83$  และ  $1,858.32 \pm 732.21$  กรัม ตามลำดับ ซึ่งการเพิ่มปริมาณก้างปลาอุกผงทำให้ค่าความแข็งในลดลงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาที่ไม่ได้เสริมก้างปลาอุกผง และจากการการศึกษาการพองตัวของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาผสมก้างปลาอุกผงในปริมาณที่ต่างต่าง กัน พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาที่ไม่ได้เสริม

ก้างปลาอุกผงมีการพองตัวมากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 รองลงมาคือ ร้อยละ 10, 20 และ 30 เท่ากับ  $1.76 \pm 0.42$ ,  $1.58 \pm 0.31$ ,  $1.34 \pm 0.58$  และ  $1.02 \pm 0.62$  เท่า ตามลำดับ (ภาพที่ 4) การใช้แป้งมันสำปะหลังปริมาณมากในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีการพองตัวที่ดี และส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์กรอบและเปราะง่าย (Tongdang *et al.*, 2008) ซึ่งในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาอุกเมื่อทำการเสริมปริมาณก้างปลาอุกผงมากขึ้น จะส่งผลต่อทำให้ความกรอบและการพองตัวของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ ซึ่งเนื้อสัมผัสจะเปลี่ยนเป็นแข็งและร่วนแทน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Huda *et al.* (2010) พบว่า เมื่อปริมาณเนื้อปลาในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเพิ่มขึ้น ทำให้การพองตัวของผลิตภัณฑ์ลดลง



ภาพที่ 3 ค่าความแข็ง (hardness) ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาเสริมก้างปลาคูผงในปริมาณที่แตกต่างกันหลังทอด



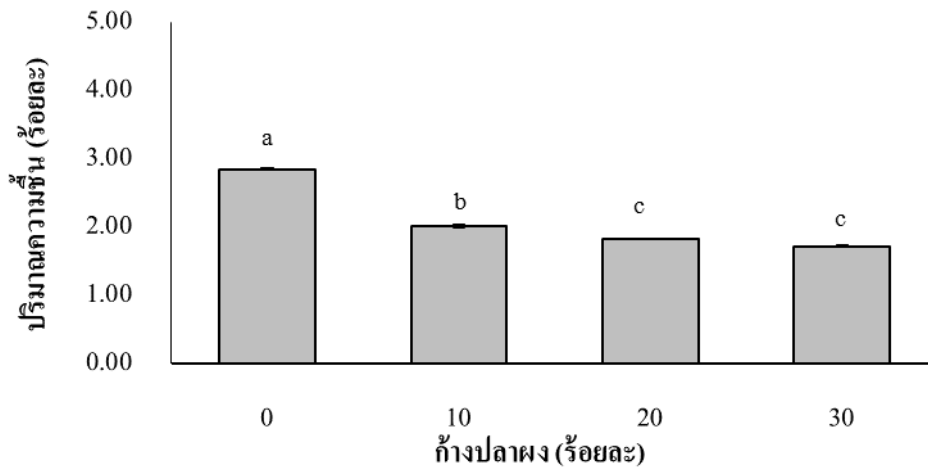
ภาพที่ 4 การฟองตัวหลังทอดของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาเสริมก้างปลาคูผงในปริมาณที่แตกต่างกัน

ปริมาณความชื้นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาเสริมก้างปลาคูผงในปริมาณที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 5) พบว่าปริมาณความชื้นทั้ง 4 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยข้าวเกรียบปลาที่ไม่ได้เสริมก้างปลาคู (ผงร้อยละ 0) มีปริมาณความชื้นมากที่สุด รองลงมาคือร้อยละ 10, 20 และ 30 เท่ากับร้อยละ  $2.84 \pm 0.02$ ,  $2.01 \pm 0.03$ ,  $1.82 \pm 0.01$  และ  $1.71 \pm 0.02$  ตามลำดับ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบพร้อมบริโภคต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 4.00 โดยน้ำหนักและปริมาณความชื้นของข้าวเกรียบดิบต้องไม่เกินร้อยละ 12 (Thai Community Product

Standards, 2011) ซึ่งผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะแห้ง กรอบ พุ และเบา ถ้าความชื้นสูงจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่กรอบและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณความชื้นของแผ่นข้าวเกรียบจะส่งผลต่ออัตราการฟองตัว ถ้าปริมาณความชื้นมากอัตราการฟองตัวก็จะต่ำ และข้าวเกรียบปลาเสริมก้างปลาคูผงมีปริมาณใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาจากงานวิจัยของ Sihamala (2002) มีปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 2.60 เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลามีลักษณะแห้ง พุ และกรอบเบา ซึ่งหากผลิตภัณฑ์มีความชื้นสูงจะ



ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่กรอบ ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค



ภาพที่ 5 ปริมาณความชื้นหลังทอดของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาเสริมก้างปลาคูผงในปริมาณที่แตกต่างกัน

## 2. การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาคูเสริมแคลเซียมจากก้างปลาคูผง

การศึกษาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาคูเสริมแคลเซียมจากปริมาณก้างปลาคูผงร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 พบว่าคะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาที่ไม่ผสมก้างปลาคูผง (ร้อยละ 0) ได้คะแนนมากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 รองลงมาคือร้อยละ 20, 10 และ 30 ตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาที่ผสมก้างปลาคูผงร้อยละ 20 ได้คะแนนเฉลี่ยทางด้านสี กลิ่น ความกรอบ และความชอบรวม ไม่แตกต่างกับข้าวเกรียบปลาที่ไม่ผสมก้างปลาคูผง (ร้อยละ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ดังแสดงใน ตารางที่ 2) เนื่องจากผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่ผสมก้างปลาคูผงร้อยละ 20 มีสีเหลืองทอง มีกลิ่นหอมของเนื้อปลาและก้างปลาคู เนื้อสัมผัส

กรอบไม่แข็งและร่วนเกินไป ส่วนร้อยละ 30 มีจะมีลักษณะเนื้อแข็งไม่กรอบเนื่องจากมีความพองน้อย ซึ่งเมื่อทำการเพิ่มปริมาณก้างปลาคูจะส่งผลต่อกลิ่นรสชาติ ความกรอบ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ ส่วนคุณลักษณะด้านสีของข้าวเกรียบปลาที่ผสมก้างปลาคูผงร้อยละ 0-30 นั้นผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (3.00-3.47 คะแนน) เนื่องจากสีของก้างปลาเป็นสีขาวขุ่นจึงมีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางด้านสีน้อยไม่แตกต่างกัน และผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาคูเมื่อทำการเพิ่มปริมาณปลาคูผงลงไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะที่แข็งขึ้นจึงทำให้ความกรอบและการพองตัวของผลิตภัณฑ์ลดลงมีกลิ่นความมากขึ้น และทำให้รสชาติอ่อนลง ซึ่งถ้าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาที่มีความกรอบและการพองตัวน้อยการยอมรับของผู้บริโภคก็จะน้อยตามไปด้วย (Nurul et al., 2010)

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสดที่ใส่ปริมาณก้างปลา  
 ดูกองต่างกัน (N=15)

ก้างปลาผง (ร้อยละ)	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส				
	สี <sup>ns</sup>	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบรวม
0 (ชุดควบคุม)	3.13±1.06	3.70±0.96 <sup>a</sup>	3.60±0.99 <sup>a</sup>	3.73±0.80 <sup>a</sup>	3.87±0.92 <sup>a</sup>
10	3.00±0.76	2.73±0.94 <sup>b</sup>	2.80±1.06 <sup>b</sup>	3.33±1.01 <sup>ab</sup>	3.13±0.97 <sup>b</sup>
20	3.47±0.62	3.20±1.05 <sup>a</sup>	3.00±1.15 <sup>b</sup>	3.47±0.80 <sup>ab</sup>	3.40±0.8 <sup>ab</sup>
30	3.13±1.06	2.06±1.16 <sup>c</sup>	2.80±0.80 <sup>b</sup>	3.00±1.19 <sup>b</sup>	2.73±1.09 <sup>b</sup>

หมายเหตุ: <sup>a, b, c, ...</sup> ตัวอักษรภาษาอังกฤษแนวตั้ง คือมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

<sup>ns</sup> ในแนวตั้ง คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

### 3. องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา ดูกเสริมแคลเซียมจากก้างปลาดูกอง

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและ  
 ประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาดูกเสริม  
 แคลเซียมจากก้างปลาดูกองในปริมาณที่เหมาะสม  
 ที่สุดพบว่า การเสริมปริมาณก้างปลาดูกองในปริมาณ  
 ร้อยละ 20 เหมาะสมที่สุด ดังนั้นจึงนำตัวอย่างนี้มาทำ  
 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเปรียบเทียบกับ  
 ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาดูกที่ไม่ได้เสริมแคลเซียม  
 จากก้างปลาดูกอง (ดังแสดงใน ตารางที่ 3) พบว่า  
 ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาดูกที่ไม่ได้เสริมแคลเซียมมี  
 ปริมาณโปรตีน ไขมัน เยื่อใย ความชื้น และคาร์โบไฮ  
 เดรตมากกว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาดูกเสริม  
 แคลเซียมจากก้างปลาดูกองร้อยละ 20 ส่วนปริมาณ  
 เถ้าพบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาดูกเสริมแคลเซียม  
 จากก้างปลาดูกองร้อยละ 20 มากกว่าผลิตภัณฑ์ข้าว  
 เกรียบปลาดูกที่ไม่ได้เสริมแคลเซียม อย่างมีนัยสำคัญ  
 ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยปริมาณ  
 โปรตีนที่ได้มาจากเนื้อปลาที่มีการเติมเข้าไปใน  
 ผลิตภัณฑ์ ส่วนปริมาณไขมันส่วนมากมาจากปริมาณ  
 น้ำมันที่ใช้ในการทอดข้าวเกรียบ โดยในระหว่างการ  
 ทอด ข้าวเกรียบจะขยายตัวขึ้น เกิดรูพรุนและทำให้

น้ำมันเข้าไปแทนที่ในช่องว่างและรูพรุนที่เกิดขึ้น  
 (Sukjuntra, 2016; Guillaumin, 1988) และการเติม  
 เนื้อปลาหรือก้างปลาลงไปผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ  
 ปริมาณที่มากขึ้นจะทำให้การพองตัวหรือขยายตัว  
 ของข้าวเกรียบลดลง (Nurul *at el.*, 2010) ปริมาณเยื่อ  
 ใยของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาดูกเสริมก้างปลาผง  
 ได้มาจากกระเทียมและพริกไทยซึ่งเป็นส่วนประกอบ  
 ในผลิตภัณฑ์ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตได้มาจากแป้ง  
 มันสำปะหลังเป็นหลัก ซึ่งเมื่อเพิ่มปริมาณของ  
 ก้างปลาดูกองร้อยละ 20 ทำให้ปริมาณเยื่อใยลดลง  
 จากร้อยละ 2.60 เป็นร้อยละ 1.63 ตามลำดับ ส่วน  
 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลงจากร้อยละ 12.57 เป็น  
 ร้อยละ 10.23 ตามลำดับ ส่วนปริมาณเถ้าได้มาจาก  
 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตข้าวเกรียบและปริมาณ  
 ก้างปลาผงที่เสริมเข้าไปในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา  
 ดูกเสริมแคลเซียม ทำให้ปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์  
 ข้าวเกรียบปลาดูกเสริมก้างปลาผงร้อยละ 20 มี  
 ปริมาณมากกว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาดูกที่ไม่ได้  
 เสริมก้างปลาดูกอง เท่ากับ ร้อยละ 27.46 และ 18.94  
 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความ  
 เชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาตุ๋นเสริมแคลเซียมจากก้างปลาตุ๋นผงต่อ 100 กรัม

ก้างปลา (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	เยื่อใย (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)	ความชื้น (ร้อยละ)	คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)
0 (control)	53.68±0.62	10.39±0.26	2.60±0.32	18.94±0.20	2.84	12.57±0.34
20	49.54±0.21	8.30±0.48	1.63±0.38	27.46±0.18	1.82±0.01	10.23±0.47
t-test	*	*	*	*	*	*

หมายเหตุ: \* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

## สรุป

เมื่อปริมาณก้างปลาตุ๋นเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่าการพองตัวและปริมาณความชื้นลดลง ส่วนค่าความแข็งและปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้น โดยผู้ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสให้คะแนนผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาตุ๋นเสริมก้างปลาตุ๋นร้อยละ 20 มากที่สุด และเมื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาตุ๋นที่เสริมแคลเซียมมีปริมาณโปรตีน ไขมัน เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรตมากกว่า ส่วนปริมาณเถ้าน้อยกว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาตุ๋นเสริมแคลเซียมจากก้างปลาตุ๋นร้อยละ 20 นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาตุ๋นเสริมก้างปลาตุ๋นที่ได้จากการวิจัยนี้มีจุดเด่นที่คือปริมาณแคลเซียมสูงและการลดปริมาณของเหลือทิ้งคือก้างปลา นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มผลิตภัณฑ์ทางเลือกให้กับผู้บริโภคและผู้ประกอบการในการผลิตอาหารให้สามารถนำไปต่อยอดได้

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ และขอขอบ พระคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิที่ให้ความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการในการวิจัยครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15<sup>th</sup> ed. Virginia: Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Guillaumin, R. 1988. Frying of food: principles, changes, new approaches. pp. 28-112. *In* Varela, G. Bender, A.E. and Morton, I.D., eds. **Kinetics of fat penetration in food**. VCH-Ellis Horwood, Chichester, England.
- Hemung, B. 2013. Properties of tilapia bone powder and its calcium bioavailability based on transglutaminase assay. **International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics** 3: 306-309.
- Huda, N., Leng, L.L., Yee, C.X. and Herpandi. 2010. Chemical composition, colour and linear expansion properties of Malaysian commercial fish cracker (keropok). **Asian Journal of Food and Agro-Industry** 3: 473-482.
- Jaturapucharporn, S. 2000. Using the shrimp wastes for supplementation of calcium in Kaou Greeap. Master of Science Program in Science Education, Kasetsart University. (in Thai).

- Lachmann, A. 1969. **Snack and fried product.** Noyes Data, New Jersey.
- Laksana, C. 2012. Use of selected natural calcium sources for calcium enrichment of crisp rice. **KKU Science Journal** 40(4): 1214-1224.
- Mahnaz, N., Huda, N. and Ariffin, F. 2017. Development of calcium supplement from fish bone wastes of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and characterization of nutritional quality. **International Food Research Journal** 24(6): 2419-2426.
- Muninnopamas, W. and Phalachai, P. 2015. Development on garlic black pepper flavoured palaw keropok. **RMUTSV Research Journal** 7(1): 15-27. (in Thai).
- Nurul, H., Ang, L.L., Chung, X.Y. and Herpandi. 2010. Chemical composition, colour and linear expansion properties of Malaysian commercial fish cracker (keropok). **Asia Journal of Food and Agro-Industry** 3(5): 473-482.
- Nurul, H., Boni, I. and Noryati, I. 2009. The effect of different ratios of Dory fish to tapioca flour on the linear expansion, oil absorption, colour and hardness of fish crackers. **International Food Research Journal** 16: 159-165.
- Panyakhamlerd, K., Chaikittisilpa, S., Taechakraichana, N. and Limpaphayom, K. 1997. Calcium and postmenopausal osteoporosis. **Chulalongkorn Medical Journal** 41(11): 845-859. (in Thai)
- Saah, N., Chedoloh, R. and Adair, A. 2015. Production and properties of fish crackers substituted with soybean meal. **Journal of Community Development and Life Quality** 3(3): 351-359.
- Sihamala, O. 2002. Impovment of nutritional quality and shelf-life of fish crispy. Master of Science Program in Science Education, Chiang Mai University. (in Thai).
- Sukjuntra, J. 2016. Development of traditional food from sago starch : frozen palaw keropok. **Burapha Science Journal** 21(2): 17-30. ( in Thai)
- Suriya, P., Thamaragsa, N., Kaewtein, S., Pocarat, R. and Arkanit, K. 2011. Product development of Burma bean chip, pp. 276-283. *In Proceedings of the 2<sup>nd</sup> MJU-Phrae National Research Conference. (Vol. II).* Book of abstracts, Phrae. (in Thai)
- Thai Community Product Standards. 2011. **Crisy snack, Khaogriba.** Thai Industrial Standards Institute, Ministry of Industry, Bangkok. (in Thai)
- Tongdang, T., Meenun, M. and Chainui, J. 2008. Effect of sago starch addition and steaming time on making cassava cracker (keropok). **Starch/Stärke** 60(10): 568-576.
- Zhu, K. and Prince, R. 2012. Calcium and bone. **Clinical Biochemistry** 45(12): 936-942.