



การพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมด้วยผงไบโอแคลเซียมจากเศษก้างปลาทูน่า

Product Development of Crispy Brownies Fortified with Bio Calcium from Tuna Bone Powder

ภาวิตา จินตananารูมิต¹ ทวีศักดิ์ เตชะเกรียงไกร¹ อำพร แจ่มผล¹ สุนิสา ดั่งงุ่น¹ ทิวาพร มณีรัตนศุภ¹
และพรทิพย์ พสุกมลเศรษฐ^{1*}

¹ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Pawita Jintananaruemit¹ Taweesak Techakriengkrai¹ Amporn Jamphon¹ Sunisa Duangnum¹

Tiwaporn Maneerattanasuporn¹ and Porntip Pasukamonset^{1*}

¹Department of Home Economics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900 Thailand.

*Corresponding Authors, E-mail: pasukamonset@gmail.com

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทูน่าครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นและศึกษาผลความชอบของผู้ทดสอบชิม เมื่อพัฒนาบราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทูน่าโดยการเติมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทูน่าในปริมาณร้อยละ 0 10 20 30 40 และ 50 ของน้ำหนักแป้ง พบว่าผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทูน่าร้อยละ 30 ได้รับคะแนนความชอบของผู้ทดสอบชิมสูงสุด ผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทูน่าร้อยละ 30 ให้คุณค่าทางโภชนาการดังนี้ ความชื้น (2.47 g/100 g) โปรตีน (9.47 g/100 g) ไขมัน (24.43 g/100 g) เถ้า (5.37 g/100 g) คาร์โบไฮเดรต (57.40 g/100 g) แคลเซียม (1.37 g/100 g) และฟอสฟอรัส (0.79 g/100 g) ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทูน่า พบว่ามีค่า ปริมาณน้ำอิสระอยู่ในช่วง 0.29-0.32 ค่าความแข็งเท่ากับ 365.45±30.64 นิวตัน ค่าสี L* a* b* เท่ากับ 25.20±0.37 6.45±0.68 และ 6.97±0.20 ตามลำดับ

ABSTRACT

The objective of this study was to develop crispy brownies supplemented with bio-calcium from tuna bones in order to add value of them and study on consumers acceptance. The fortified crispy brownies were prepared by adding 0, 10, 20, 30, 40 and 50 percent of bio-calcium powder which source from tuna bones. The result of sensory analysis found that the 30 percent of calcium fortified crispy brownies obtained the highest liking score. Proximate analysis of 30 percent of calcium fortified crispy brownies from tuna bones contained moisture (2.47 g/100 g), and showed composition of protein (9.47 g/100 g), fat (24.43 g/100 g), ash (5.37 g/100 g), carbohydrate (57.40 g/100 g) calcium (1.37 g/100 g) and phosphorus (0.79 g/100 g). In addition, physical analysis of crispy brownies supplemented with bio-calcium from tuna bones showed that water activity values range from 0.29 to 0.32 and hardness value was 365.45±30.64 N and L* a* b* were 25.20±0.37, 6.45±0.68 and 6.97±0.20, respectively.

คำสำคัญ: ไบโอบแคลเซียม ก้างปลาทูน่า บราวน์กรอบ การเสริมแคลเซียม คุณค่าทางโภชนาการ

Keywords: Bio-calcium, Tuna bone, Brownie cracker, Calcium fortification, Nutritional value

บทนำ

แคลเซียมจัดเป็นแร่ธาตุที่มีความสำคัญอย่างมากต่อสุขภาพร่างกายโดยเป็นสารอาหารหลักภายในร่างกายพบที่ฟันและกระดูกถึง 99% มีประโยชน์ต่อสุขภาพฟันและกระดูก รวมถึงในระบบอื่น ๆ ของร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำงานของเส้นประสาทและเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (Beto, 2015) นอกจากนี้พบว่าแคลเซียมอาจไปช่วยเพิ่มกลไกการขับไขมันส่วนเกินโดยการรวมตัวของ calcium-fatty acid soaps หรือ กรดน้ำดีที่ไม่ละลายน้ำในร่างกายได้ จึงเป็นประโยชน์ในการเร่งเผาผลาญไขมันมากขึ้น (Sun et al., 2016) ในปัจจุบันพบว่าวัยรุ่นมีความเสี่ยงสูงต่อการขาดแคลเซียมเนื่องจากพฤติกรรมการบริโภคอาหารเนื่องจากวัยรุ่นส่วนมากเปลี่ยนพฤติกรรมโดยการดื่มนมน้อยลง (Beto, 2015) ในขณะที่ปัญหาการขาดแคลเซียมในวัยผู้สูงอายุมีความเสี่ยงมาจากหลายสาเหตุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายโดยเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุในวัยหมดประจำเดือนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนเพศหญิงจึงส่งผลกระทบต่อภาวะโรคกระดูกพรุนในวัยผู้สูงอายุ (Nemati et al., 2017) รวมไปถึงการรับประทานแคลเซียมต่ำเป็นเวลานาน และปฏิกิริยาของยาที่ผู้สูงอายุทานนั้นอาจส่งผลให้การดูดซึมแคลเซียมในอาหารลดลง (Beto, 2015) ดังนั้นการเสริมแคลเซียมในอาหารจึงมีความสำคัญ

ในปัจจุบันและอนาคตจึงมีทิศทางไปยังการพัฒนานวัตกรรมอาหารในกลุ่มอาหารเสริมสุขภาพในรูปของอาหารฟังก์ชัน (Functional Foods) หมายถึง อาหารที่มากกว่าอาหาร ซึ่งเป็นการรับประทานเพื่อช่วยในเรื่องของสุขภาพและให้ผลต่อระบบการทำงานของร่างกาย (Benjakul and Karnjanapratum, 2018) ไบโอบแคลเซียมจัดเป็นหนึ่งในแหล่งของแคลเซียมจากธรรมชาติที่พัฒนามาจากก้างปลาทูน่าซึ่งเป็นผลพลอยได้ของเศษเหลือจากกระบวนการแปรรูปปลาทูน่ากระป๋อง มีองค์ประกอบในด้านโภชนาการที่สำคัญ จากการศึกษที่ผ่านมาพบว่ากระดูกปลาโอดำและกระดูกปลาทูน่าครีบลีโงมีโปรตีน 27.93 และ 26.29% ไขมัน 0.26 และ 0.19% และเถ้า 69.68 และ 69.54% ตามลำดับ (Benjakul et al., 2017) และพบปริมาณของแคลเซียมสูงถึง 24.56% (Nemati et al., 2017) รวมถึงเป็น

แหล่งของแคลเซียมฟอสเฟตซึ่งมีความคล้ายคลึงกับส่วนประกอบของกระดูกมนุษย์ (Nemati et al., 2017) จากงานวิจัยที่ผ่านมา มีการสกัดแคลเซียมจากก้างปลาโดยการนำเอาก้างปลาและเสริมในข้าวเกรียบข้าวสาลีเพื่อเป็นแหล่งอาหารเพื่อสุขภาพที่อุดมไปด้วยแคลเซียม (Benjakul and Karnjanapratum, 2018) นอกจากนี้มีงานวิจัยที่นำเอาก้างปลามาสกัดเป็นแคลเซียมเพื่อเสริมในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่โดยใช้ต่างในการสกัดแคลเซียมเพื่อเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับผู้แพ้อัลเลอจี (Nemati et al., 2016) เมื่อไม่นานมานี้ Benjakul et al (2017) ได้ผลิตและศึกษาคุณลักษณะของผงไบโอบแคลเซียมจากกระดูกปลาทูน่าห้องแล็บและนำมาใช้ประโยชน์ในการเสริมแคลเซียมในอาหารได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของคนไทยมากขึ้น โดยเฉพาะบราวน์เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งที่มีการบริโภคอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศและต่างประเทศ ปัจจุบันนิยมพัฒนาเป็นบราวน์แบบอบกรอบ หรือบราวน์แครกเกอร์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา (พิศมัย, 2561) อย่างไรก็ตาม บราวน์ที่จำหน่ายทั่วไปมักเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเฉพาะคาร์โบไฮเดรตและไขมันเป็นองค์ประกอบหลัก และมีปริมาณแคลเซียมต่ำ ดังนั้นการเติมผงไบโอบแคลเซียมจากก้างปลาในผลิตภัณฑ์บราวน์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการอาหารเพื่อสุขภาพ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของบราวน์ด้วยการเสริมผงไบโอบแคลเซียมจากก้างปลาทูน่า โดยศึกษาหาปริมาณของผงไบโอบแคลเซียมจากก้างปลาที่เหมาะสมที่ใช้เติมในผลิตภัณฑ์บราวน์กรอบศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมี รวมถึงการประเมินทางประสาทสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการของก้างปลาโดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์บราวน์กรอบทั่วไป

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. การศึกษาการผลิตผงไบโอบแคลเซียมจากก้างปลาทูน่า

การเตรียมผงไบโอบแคลเซียมจากก้างปลาทูน่าโดยขั้นตอนการทำความสะอาดดัดแปลงจาก Abbey et al., (2017) นำเศษก้างปลาทูน่าสายพันธุ์ *Thunnus albacares*, *Euthynnus affinis*, *Katsuwonus pelamis* และ *Thunnus tonggol* มาล้างทำความสะอาด สะเด็ดน้ำ จากนั้นหั่นเป็นท่อนขนาด 1-2

เซนติเมตร บรรจุถุงพลาสติกปิดสนิท เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส จากนั้นสกัดผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาพูน้าโดยดัดแปลงขั้นตอนการสกัดจาก ผกาวัตติ (2559) และ Benjakul and Karnjanapratum (2018) ตามรายละเอียดดังรูปที่ 1 และเก็บใส่ภาชนะบรรจุเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

2. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาพูน้า

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารอาหารของผงไบโอแคลเซียม ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน ฟอสฟอรัส และแคลเซียม ตามวิธี AOAC (2016) และวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของผงไบโอแคลเซียม ได้แก่ ค่าสี (ColorFlex, HunterLab, USA) และปริมาณน้ำอิสระ (RS-232, AQUA Lab, USA)

3. การศึกษาวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาพูน้า

การคัดเลือกบราวนี่กรอบต้นแบบ คัดเลือกผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบต้นแบบจาก 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 ดัดแปลงจากฟู้ดทราเวล (2560) สูตรที่ 2 ดัดแปลงจากพลพรรค

นักปรุง (2560) และสูตรที่ 3 ดัดแปลงจากซีมี (2560) ทดลองผลิตตามวิธีการของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบแบบ Hedonic Scaling (9 Scales) ซึ่งมี 9 คะแนน ได้แก่ 1 = ไม่ชอบมากอย่างยิ่ง 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก และ 9 = ชอบมากอย่างยิ่ง พิจารณาทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน เพื่อคัดเลือกสูตรบราวนี่กรอบที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด

การศึกษาปริมาณผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาพูน้าที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบ การศึกษาปริมาณผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาพูน้าที่เหมาะสมในการผลิตบราวนี่กรอบ โดยการเติมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาพูน้าในปริมาณแตกต่างกัน 6 ระดับ คือ ร้อยละ 0 10 20 30 40 และ 50 ของน้ำหนักแป้ง โดยผสมจากวิธีการของสูตรต้นแบบที่ได้รับ ความชอบโดยรวมสูงสุด ส่วนผสมแสดงในตารางที่ 1 และขั้นตอนการผลิตแสดงในรูปที่ 2

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาพูน้า

ส่วนผสม	ร้อยละ
แป้งสาลีเอนกประสงค์	20.33
เนยสดชนิดเค็ม	11.09
น้ำตาลทรายขาว	18.48
ช็อกโกแลตเข้มข้น 58%	29.57
ผงโกโก้สีเข้ม	1.66
ไข่ขาว	12.75
กลิ่นวานิลลา	0.61
โซเดียมไบคาร์บอเนต	0.18
เกลือ	0.15
นมสด	3.51
น้ำสะอาด	1.67

ที่มา: ดัดแปลงจากพลพรรคนักปรุง (2560)

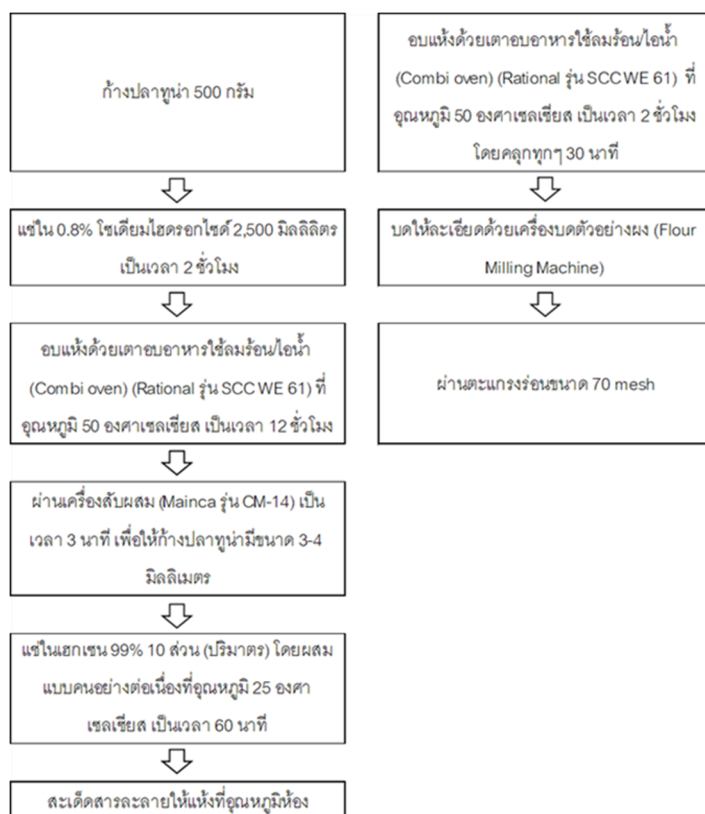
การศึกษาปริมาณผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาพูน้าต่อการยอมรับของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาพูน้า การศึกษาปริมาณผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาพูน้าที่เหมาะสมในการผลิตบราวนี่กรอบจากการนำผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบทั้ง 6 สูตร ทดสอบความชอบโดยรวมทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบแบบ Hedonic

Scaling (9 Scales) ซึ่งมี 9 คะแนน ได้แก่ 1 = ไม่ชอบมากอย่างยิ่ง 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก และ 9 = ชอบมากอย่างยิ่ง พิจารณาทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน เพื่อคัดเลือกสูตรบราวนี่กรอบเสริมผง

ไปโอแคลเซียมจากก้างปลาที่น่าที่ได้รับความนิยมชอบโดยรวม
สูงสุด

การศึกษาองค์ประกอบกายภาพของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงโบโอแคลเซียมจากก้างปลาพูน้า วิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบ ได้แก่ ค่าสี (ColorFlex, HunterLab, USA) ปริมาณน้ำอิสระ (RS-232, AQUA Lab, USA) และค่าความแข็ง โดยเครื่อง texture analyzer

การศึกษาองค์ประกอบกายภาพของผลิตภัณฑ์บรวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทูน่า นำผลิตภัณฑ์บรวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทูน่าที่ผ่านการยอมรับทางประสาทสัมผัสและได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด และผลิตภัณฑ์บรวนี่กรอบต้นแบบมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม และฟอสฟอรัส ตามวิธีของ AOAC (2016)

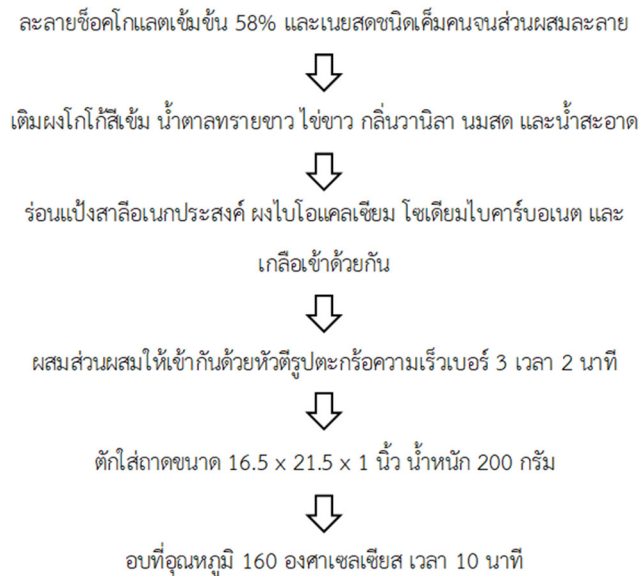


รูปที่ 1 วิธีการสกัดผงไบโอแคสซีเยมจากกากน้ำตาล ที่มา: ดัดแปลงจากผกาทวี (2559) และ Benjakul and Karnjanapratum (2018)

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์บรวานี้
 กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาพุนำร้อยละ 30 และ
 บรวานี้กรอบต้นแบบมาวิเคราะห์โดยการวางแผนการทดลอง
 แบบ T-test สำหรับการทดสอบ 2 ตัวอย่างที่เป็นอิสระกัน
 (Independent Sample T-test) และข้อมูลองค์ประกอบทาง
 กายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์บรวานี้กรอบเสริมผงไบโอ-
 แคลเซียมจากก้างปลาพุนำในระดับต่างๆ มาวิเคราะห์โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized

Design, CRD) การทดสอบคุณภาพความชอบโดยรวมทางประสาทสัมผัสสามารวิเคราะห์โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) แปลผลข้อมูลโดยวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี One-way ANOVA และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ และรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)



รูปที่ 2 ขั้นตอนการผลิตของผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์บรายนีกรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทูน่า ที่มา: ดัดแปลงจากพลพรรคนักปรุง (2560)

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทูน่า

ผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทูน่าที่ได้มีลักษณะเป็นผงสีขาวครีมผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพพบว่าค่าความสว่าง (L^*) มีค่าเท่ากับ 80.03 สีแดง (a^*) มีค่าเท่ากับ -0.33 สีเหลือง (b^*) มีค่าเท่ากับ 12.48 และค่าปริมาณน้ำอิสระ (Aw) มีค่าเท่ากับ 0.36-0.58

ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีมีค่าปริมาณความชื้นมีค่าเท่ากับ 7.21% โปรตีนมีค่าเท่ากับ 29.94% ไขมันมีค่าเท่ากับ 0.84% เกลือมีค่าเท่ากับ 55.36% แคลเซียมมีค่าเท่ากับ 18.74% และฟอสฟอรัสมีค่าเท่ากับ 9.46%

2. ผลการศึกษาวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์บรายนีกรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทูน่า

ผลการคัดเลือกบรรจุภัณฑ์บรรจุภัณฑ์แบบ จากการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์บรรจุภัณฑ์พื้นฐาน 3 สูตร โดยสูตรที่ 1 ดัดแปลงจากฟู้ดทราเวล (2560) สูตรที่ 2 ดัดแปลงจากพลพรรคนักปรุง (2560) และสูตรที่ 3 ดัดแปลงจากซิมิ (2560) จากนั้น

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยพิจารณาทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์บรรจุภัณฑ์แบบสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์บรรจุภัณฑ์แบบสูตรที่ 2 ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากที่สุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์บรรจุภัณฑ์แบบสูตรที่ 3 ($p\leq 0.05$) ดังแสดงตารางที่ 2 ดังนั้นผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์บรรจุภัณฑ์แบบสูตรที่ 2 ซึ่งได้คะแนนความชอบโดยรวมจากผู้ทดสอบสูงสุดและเมื่อคำนวณปริมาณสารอาหารของบรรจุภัณฑ์บรรจุภัณฑ์แบบสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ด้วยโปรแกรม Inmucal-Nutrients V. 4.0 (Institution of Nutrition, 2018) แสดงดังตารางที่ 3 พบว่าบรรจุภัณฑ์บรรจุภัณฑ์แบบสูตรที่ 1 มีค่าพลังงาน ปริมาณโปรตีน ไขมัน โยอาหาร เกลือ และคาร์โบไฮเดรตมากกว่าบรรจุภัณฑ์บรรจุภัณฑ์แบบสูตรที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคส่วนมากนิยมรับประทานผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์แบบสูตรที่ 1 ให้พลังงาน และปริมาณไขมันน้อยจึงเลือกบรรจุภัณฑ์บรรจุภัณฑ์แบบสูตรที่ 2 ใช้เป็นผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์แบบ

ตารางที่ 2 คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบต้นแบบ 3 สูตร

คุณลักษณะ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบ		
	บราวนี่กรอบสูตรที่ 1	บราวนี่กรอบสูตรที่ 2	บราวนี่กรอบสูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ	6.24±1.49 ^a	6.58±1.47 ^a	6.16±1.50 ^a
สี	6.52±1.37 ^a	6.60±1.52 ^a	5.44±1.49 ^b
กลิ่น	6.40±1.53 ^a	5.98±1.43 ^a	4.46±1.05 ^b
รสชาติ	6.66±1.64 ^a	6.72±1.82 ^a	2.90±1.33 ^b
เนื้อสัมผัส	6.18±1.78 ^a	6.82±1.24 ^a	4.18±1.85 ^b
ความชอบโดยรวม	6.64±1.57 ^a	6.98±1.29 ^a	3.88±1.56 ^b

*ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดสอบโดยใช้ผู้ทดสอบ 50 คน

** (a-b) ตัวอักษรที่ต่างกันบนค่าเฉลี่ยแสดงถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวนอนทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 3 ปริมาณสารอาหารในบราวนี่กรอบ 30 กรัม

สูตรบราวนี่กรอบ	สารอาหารต่อบราวนี่กรอบ 30 กรัม					
	พลังงาน (kcal)	โปรตีน (g)	ไขมัน (g)	ใยอาหาร (g)	เถ้า (g)	คาร์โบไฮเดรต (g)
1	3,700.58	55.02	168.20	5.52	11.34	491.67
2	2,301.11	28.47	112.80	3.14	7.83	293.02

ผลการศึกษาปริมาณผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาที่นำมาต่อคุณลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาพบว่า จากการผลิตบราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาที่ผ่านการเติมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาในปริมาณแตกต่างกัน 6 ระดับ คือ ร้อยละ 0 10 20 30 40 และ 50 ของน้ำหนักแป้ง ดัดแปลงจากวิธีการของสูตรต้นแบบที่ได้รับความนิยมสูงสุดจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาที่ผ่านการทดสอบค่าสีของผลิตภัณฑ์ (L^* , a^* , b^*) ปริมาณน้ำอิสระ (A_w) และค่าความแข็งแสดงดังตารางที่ 4 จากผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาพบว่า การเพิ่มปริมาณผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกันคือ มีค่าลดลง ส่วนค่าความสว่าง (L^*) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ พบว่าผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจาก ก้างปลาในปริมาณร้อยละ 0 มีค่าเท่ากับ 0.3391 ซึ่งมีค่าสูงที่สุด ($p < 0.05$) และมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาในปริมาณร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.3237 0.3164 0.3058 0.2952 และ 0.2857 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส พบว่าค่าความแข็ง ของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาที่มีค่าความแข็งลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาในปริมาณร้อยละ 0 10 20 30 40 และ 50 พบว่ามีค่าความแข็งเท่ากับ 609.47 529.12 426.15 365.45 247.53 และ 230.89 นิวตัน ตามลำดับ

ผลการศึกษาปริมาณผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาที่นำมาต่อความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาพบว่า ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาพบว่า ผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาที่ร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้งได้คะแนนความชอบทางด้านสี (6.38%) กลิ่น (5.92%) รสชาติ (7.18%) เนื้อสัมผัส (6.82%) และความชอบโดยรวม (7.26%) ไม่แตกต่างกับผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาในปริมาณร้อยละ 0 ของน้ำหนักแป้ง ($p > 0.05$) แสดงดังตารางที่ 5

ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของการเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาในผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาพบว่า ผลการศึกษาค่าองค์ประกอบทางเคมีของบราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาที่ร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้ง และบราวนี่กรอบต้นแบบ แสดงดัง

ตารางที่ 6 องค์ประกอบหลักของบรวนี่กรอบต้นแบบคือ คาร์โบไฮเดรต (61.47 g/100 g) ไขมัน (24.33 g/100 g) และ โปรตีน (8.27 g/100 g) จากการวิเคราะห์พบว่าค่าไขมันใน บรวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทุ่นร้อยละ 30 ของน้ำหนักแห้ง และบรวนี่กรอบต้นแบบไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่ค่าความชื้น โปรตีน เถ้า คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม และฟอสฟอรัสในบรวนี่กรอบ เสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทุ่นร้อยละ 30 ของน้ำหนัก แห้ง และบรวนี่กรอบต้นแบบมีความแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งในบรวนี่กรอบเสริมผงไบโอ แคลเซียมจากก้างปลาทุ่นร้อยละ 30 ของน้ำหนักแห้งพบว่า ปริมาณแคลเซียมมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับบรวนี่กรอบ ต้นแบบโดยมีค่าแคลเซียมเท่ากับ 1.37 (g/100 g) และ 0.03 (g/100 g) ตามลำดับ

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของ ผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทุ่น พบว่าก้างปลาทุ่นเป็นแหล่ง ของแคลเซียมและฟอสฟอรัส โดยพบแคลเซียมมีค่าเท่ากับ 18.74% และฟอสฟอรัสมีค่า เท่ากับ 9.46% ซึ่งก้างปลาทุ่นนั้น เป็นแหล่งของแคลเซียมฟอสเฟตซึ่งมีความคล้ายคลึงกับ ส่วนประกอบของกระดูกมนุษย์ (Nemati et al., 2017) อีกทั้ง แคลเซียมจัดเป็นแร่ธาตุที่มีความสำคัญอย่างมากต่อสุขภาพ ร่างกายโดยเป็นสารอาหารหลักภายในร่างกายพบที่ฟันและ กระดูกถึง 99 % ดังนั้นแคลเซียมจึงมีประโยชน์ต่อสุขภาพฟัน และกระดูก (Beto, 2015) เมื่อนำผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลา ทุ่นมาเสริมในผลิตภัณฑ์บรวนี่กรอบในปริมาณ 6 ระดับ คือ ร้อยละ 0 10 20 30 40 และ 50 ของน้ำหนักแห้ง จากนั้นนำไป วิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ พบว่าค่าสีแดง (a^*) และสี เหลือง (b^*) มีค่าลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณของผงไบโอแคลเซียมจาก ก้างปลาทุ่นในระดับที่สูงที่สุดและจากการสกัดผงไบโอแคลเซียม จากก้างปลาทุ่นมีลักษณะเป็นผงสีขาวครีมจึงทำให้ค่าสีแดง (a^*) และสีเหลือง (b^*) ลดลงโดยเฉพาะเมื่อเพิ่มปริมาณของผงไบโอ- แคลเซียมจากก้างปลาทุ่นในระดับที่สูงที่สุดแต่ค่าความสว่าง (L^*) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ในผลิตภัณฑ์บรวนี่ กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทุ่นทั้ง 6 ระดับ เนื่องจากบรวนี่กรอบจะมีสีน้ำตาลเข้มจากผงโกโก้และน้ำตาล

ทรายที่เติมในส่วนผสมและจากการเกิดสีน้ำตาล (Browning reaction) ของทั้งปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) และ คาราเมลไรเซชัน (Caramelization) (ณนนท์, 2552) ค่าปริมาณ น้ำอิสระ (A_w) ของบรวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจาก ก้างปลาทุ่นมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณของผงไบโอแคลเซียมจาก ก้างปลาทุ่น ซึ่งค่าปริมาณน้ำอิสระ (A_w) อยู่ในช่วง 0.29-0.32 ซึ่งปริมาณค่าดังกล่าวเป็นปัจจัยสำคัญต่อการควบคุมการเจริญ ของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของอาหาร Rattanapanone (2006) รายงานว่าค่าปริมาณน้ำอิสระ (A_w) เป็นค่าที่แสดงระดับพลังงานของน้ำ ซึ่งอาหารทุกชนิดมีน้ำเป็น ส่วนองค์ประกอบ สถานภาพของน้ำในอาหารอธิบายโดยอาศัย ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในอาหารกับความชื้นสัมพัทธ์ของ อากาศที่อยู่รอบ ๆ อาหารนั้น ทำให้มีความสำคัญต่ออายุการเก็บ รักษา การเสื่อมเสีย และความปลอดภัยของอาหารมีค่าตั้งแต่ 0- 1 ค่าปริมาณน้ำอิสระ (A_w) ของอาหารบางชนิดอยู่ในช่วง 0.03- 0.50 จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ ดังนั้นค่าปริมาณน้ำอิสระ (A_w) มีค่าต่ำกว่า 0.50 ซึ่งเป็นสภาพที่ไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของ เชื้อจุลินทรีย์ อีกทั้งสูตรบรวนี่กรอบมีปริมาณผงไบโอแคลเซียม จากก้างปลาทุ่นสูงขึ้นจะสามารถลดปริมาณน้ำในแป้งได้ (Benjakul and Karnjanapratum, 2018) คุณสมบัติด้านเนื้อ สัมผัสของบรวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทุ่น ในระดับต่างๆ ค่าความแข็ง คือแรงที่กระทำต่ออาหารทำให้ อาหารแตกหรือแยกออกซึ่งเป็นแรงที่ใช้ในการกัดตัวอย่างใน ระหว่างฟันกราม (สกวรัตน์และฉัตรชัย, 2541) การเพิ่มปริมาณ ของผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทุ่นนั้นทำให้ความแข็งของ บรวนี่กรอบมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับบรวนี่กรอบต้นแบบ เนื่องจากผงไบโอแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ในรูปของแคลเซียม ฟอสเฟตที่ไม่ละลายน้ำ เมื่อเติมผงแคลเซียมเพิ่มขึ้นจะไปขัดขวาง การเกิดเจลลิตินในเซชันทำให้แป้งที่เกิดการพองตัวจากการไฮเดรต น้ำไวนั้นมีขนาดเล็ก ดังนั้นจึงทำให้ลดการเกิดการพองตัวของ amylose และ amylopectin ซึ่งมีผลต่อการสร้างของโครงสร้าง เจลทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แปราะบาง (Benjakul and Karnjanapratum, 2018) ผลของผงไบโอแคลเซียมจาก ก้างปลาทุ่นในระดับต่างๆ ต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของบรวนี่กรอบซึ่งการเพิ่มปริมาณผงไบโอแคลเซียมจาก ก้างปลาทุ่นในระดับสูงสุด (ร้อยละ 50) ได้คะแนนความชอบโดยรวม ต่ำที่สุด โดยเฉพาะกลิ่นและรสชาติเมื่อเปรียบเทียบกับบรวนี่

กรอบสูตรอื่นๆ เพราะปริมาณของผงไบโอแคลเซียมที่สูงขึ้นสามารถเจือจางส่วนผสมเครื่องปรุง เช่น เนย น้ำตาล และเกลือด้วยเหตุนี้จึงไปลดความเข้มข้นของคุณสมบัติเหล่านั้นในผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (Benjakul and Karnjanapratum, 2018) เช่นเดียวกับคะแนนด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมจะลดลงเมื่อปริมาณของผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาที่ร้อยละ 40 และ 50 จึงทำให้บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมที่ปริมาณร้อยละ 30 ได้รับคะแนนความชอบทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกับผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบที่ไม่มีการเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลา (p>0.05) ซึ่งไม่ทำลายผลกระทบต่อกรอมรับทางประสาทสัมผัส จึงเลือกบราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมที่ปริมาณร้อยละ 30 มาศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยเปรียบเทียบกับบราวนี่กรอบสูตรต้นแบบ ซึ่งผลขององค์ประกอบทางเคมีของบราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมที่ปริมาณร้อยละ 30 มีค่าโปรตีนเท่ากับ 9.47 (g/100 g) และเถ้าเท่ากับ 5.37 (g/100 g) เนื่องจากผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาที่ได้อาจ

การสกัดมีค่าโปรตีนร้อยละ 29.94 ค่าเถ้าร้อยละ 55.36 และเนื่องจากผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาที่ได้อาจเป็นแหล่งของแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่ดีจึงทำให้ตัวอย่างบราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมที่ปริมาณร้อยละ 30 มีค่าแคลเซียมและฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นเช่นกัน จากคำแนะนำของกระทรวงสาธารณสุข (2548) แนะนำปริมาณแคลเซียมที่ร่างกายต้องการในวัยรุ่น ช่วงอายุ 9-18 ปี คือ 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน และในวัยผู้ใหญ่ ช่วงอายุ 19-50 ปี คือ 800 มิลลิกรัมต่อวัน กระทรวงสาธารณสุข (2541) กำหนดปริมาณสารอาหารที่มีในบราวนี่กรอบในหนึ่งหน่วยบริโภคมีน้ำหนัก 30 กรัม ซึ่งปริมาณแคลเซียมที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) เท่ากับ 800 มิลลิกรัม จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณแคลเซียมในตัวอย่างบราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาที่หนึ่งหน่วยบริโภคปริมาณ 30 กรัม ให้ปริมาณแคลเซียมร้อยละ 51.3 ของ Thai RDI ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์การกล่าวอ้างทางโภชนาการต้องมีปริมาณแคลเซียมอย่างน้อยร้อยละ 10 ของ Thai RDI จึงจะแสดงข้อความที่เกี่ยวกับสุขภาพได้

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาในระดับต่างๆ

ระดับการทดแทน (ร้อยละ)	องค์ประกอบทางกายภาพ				
	ค่าสี			ความแข็ง (N)	ปริมาณน้ำอิสระ
	ความสว่าง (L*)	สีแดง (a*)	สีเหลือง (b*)		
0	25.49±0.27 ^a	7.52±0.43 ^a	7.49±0.38 ^a	609.47±54.32 ^a	0.3391±0.0002 ^a
10	25.39±0.35 ^a	7.03±0.19 ^b	7.02±0.24 ^b	529.12±78.85 ^b	0.3237±0.0034 ^b
20	24.41±0.25 ^a	7.03±0.65 ^b	7.63±0.60 ^a	426.15±39.98 ^c	0.3164±0.0026 ^c
30	25.20±0.37 ^a	6.45±0.68 ^c	6.97±0.20 ^b	365.45±30.64 ^d	0.3058±0.0017 ^d
40	25.19±0.41 ^a	6.60±0.16 ^c	6.34±0.27 ^c	247.53±32.93 ^e	0.2952±0.0034 ^e
50	25.37±0.59 ^a	6.22±0.36 ^c	5.93±0.32 ^d	230.89±18.37 ^e	0.2857±0.0016 ^f

(a-f) ตัวอักษรที่ต่างกันบนค่าเฉลี่ยแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาในระดับต่างๆ

ระดับการทดแทน (ร้อยละ)	คุณลักษณะ					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	6.58±1.03 ^a	6.78±1.11 ^a	6.48±1.45 ^a	7.44±0.73 ^a	7.08±1.03 ^a	7.52±0.86 ^a
10	6.66±1.08 ^a	6.56±1.18 ^{ab}	6.32±1.56 ^a	7.40±0.61 ^a	6.92±1.50 ^a	7.42±0.58 ^a
20	6.36±1.12 ^{ab}	6.78±1.08 ^a	6.32±1.65 ^a	7.30±0.54 ^a	6.76±1.15 ^a	7.36±0.69 ^a
30	6.04±0.83 ^b	6.38±0.99 ^{ab}	5.92±1.29 ^{ab}	7.18±0.48 ^a	6.82±1.06 ^a	7.26±0.60 ^a
40	6.06±0.77 ^b	6.10±1.11 ^b	5.36±1.76 ^{bc}	5.14±0.73 ^b	6.26±1.19 ^b	4.96±0.92 ^b
50	6.12±1.00 ^b	6.20±1.14 ^b	4.84±1.94 ^c	2.86±0.99 ^c	5.20±1.50 ^c	4.16±1.04 ^c

(a-c) ตัวอักษรที่ต่างกันบนค่าเฉลี่ยแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทุ่นำร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้ง และบราวนี่กรอบต้นแบบ

องค์ประกอบทางเคมี	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบ	
	สูตรต้นแบบ (ไม่เสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทุ่นำ)	สูตรเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทุ่นำ ร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้ง
ความชื้น (g/100 g)	4.20±0.10 ^b	2.47±0.35 ^a
โปรตีน (g/100 g)	8.27±0.15 ^a	9.47±0.38 ^b
ไขมัน (g/100 g)	24.33±0.30 ^a	24.43±0.41 ^a
เถ้า (g/100 g)	1.77±0.15 ^a	5.37±0.47 ^b
คาร์โบไฮเดรต (g/100 g)	61.47±0.38 ^b	57.40±0.36 ^a
แคลเซียม (g/100 g)	0.03±0.00 ^a	1.37±0.00 ^b
ฟอสฟอรัส (g/100 g)	0.12±0.00 ^a	0.79±0.00 ^b

(a-b) ตัวอักษรที่แตกต่างกันบนค่าเฉลี่ยแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยในแนวนอนทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ดังนั้นผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบนี้จึงเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบเพื่อสุขภาพเนื่องจากเสริมแคลเซียมจากก้างปลาทุ่นำ จากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ขนมปังกรอบ มาตรฐานเลขที่ มผช. ๕๒๓/๒๕๕๕ นิยามลักษณะเนื้อสัมผัส สี กลิ่นรส และความชื้น ดังนี้ ส่วนที่เป็นแป้งต้องกรอบ มีสีตามธรรมชาติของขนมปังกรอบ และส่วนประกอบที่ใช้ มีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของขนมปังกรอบและส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ และความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก จากผลการศึกษาทางกายภาพและเคมีพบว่าบราวนี่กรอบเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทุ่นำมีลักษณะตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ขนมปังกรอบ มาตรฐานเลขที่ มผช. ๕๒๓/๒๕๕๕

สรุปผลการวิจัย

การเพิ่มผงไบโอแคลเซียมลงในบราวนี่กรอบช่วยให้ปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นแต่อาจส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติอื่นๆ โดยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นหรือปริมาณของผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทุ่นำที่นำไปใช้ จากงานวิจัยพบว่าการเสริมผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทุ่นำในบราวนี่กรอบมีประโยชน์ในด้านคุณค่าทางโภชนาการ แต่ความเข้มข้นหรือปริมาณของผงไบโอแคลเซียมจากก้างปลาทุ่นำร้อยละ 30 ไม่ส่งผลกระทบต่อความชอบทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ คุณลักษณะทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. (2548). แนวทางเวชปฏิบัติเรื่อง โรคกระดูกพรุน. แหล่งข้อมูล: http://www.dms.moph.go.th/imrta/images/pdf_cpg/2548/15.pdf. ค้นเมื่อวันที่ 14 ตุลาคม 2561.
- กระทรวงสาธารณสุข. (2541). การแสดงฉลากอาหารและฉลากโภชนาการ. แหล่งข้อมูล: <http://food.fda.moph.go.th/law/TH/pages/foodlabel.html>. ค้นเมื่อวันที่ 20 มีนาคม 2563.
- ชิมิ. (2560). สูตร “บราวนี่แครกเกอร์” เมนูเบเกอรี่กรอบจนหยุดไม่ได้. แหล่งข้อมูล: <https://www.wongnai.com/recipes/brownie-cracker>. ค้นเมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2562.
- ณนัท แดงสังวาล. (2552). การใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งสาลีในบราวนี่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: 78 หน้า.
- ผกาดี ภูจันทร์. (2559). ผลของการเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดต่อการยอมรับของผลิตภัณฑ์คุกกี้. Rajabhat Journal of Sciences, Humanities & Social Sciences 17(1): 54-61.
- พลพรคนักปรุง. (2560). Brownie Brittle (บราวนี่กรอบ). แหล่งข้อมูล: <https://www.pholfoodmafia.com/recipe/brownie-brittle-บราวนี่กรอบ/>. ค้นเมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2562.
- พิศมัย ศรีชาเยช. (2561). บราวนี่มันสำปะหลังอบกรอบ. แหล่งข้อมูล: <https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=44604>. ค้นเมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2563.
- ฟู้ดทราเวล. (2560). บราวนี่แครกเกอร์ Brownies Cracker. แหล่งข้อมูล: <http://www.foodtravel.tv/recipe.aspx?viewid=4194>. ค้นเมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2562.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2555). ขนมปังกรอบ (Crackers and biscuits). แหล่งข้อมูล: [http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0523_55\(ขนมปังกรอบ\).pdf](http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0523_55(ขนมปังกรอบ).pdf). ค้นเมื่อวันที่ 23 มีนาคม 2563.

- สกวรัตน์ กษมาประพทธิ์ และฉัตรชัย คุณคำชู. (2541). การสร้างเครื่องวัดเนื้อสัมผัสอัตโนมัติ Development of texture analyzer. ปรินญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: 59 หน้า.
- Abbey, L., Amengor, M. G., Atikpo, M. O., Atter, A. and Toppe, J. (2017). Nutrient content of fish powder from low value fish and fish byproduct. Food Science and Nutrition 5(3): 374-379.
- Association of Official Chemists (AOAC). 2016. Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists. 20th ed., Association of Official Analytical Chemists Internation.
- Beto, J. A. (2015). The role of calcium in human aging. Clinical Nutrition Research 4(1): 1-8.
- Benjakul, S., Mad-Ali, S. and Sookchoo, P. (2017). Characteristics of biocalcium powders from pre-cooked tongol (Thunnus tonggol) and yellowfin (Thunnus albacores) tuna bones. Food Biophysics (12): 412-421.
- Benjakul, S. and Karnjanapratum, S. (2018). Characteristics and nutritional value of whole wheat cracker fortified with tuna bone bio-calcium powder. Food Chemistry (259): 181-187.
- Nemati, M., Kamilah, H., Huda, N. and Ariffin, F. (2016). In vitro calcium availability in bakery products fortified with tuna bone powder as a natural calcium source. International Journal of Food Sciences and Nutrition 67 (5): 535-540.
- Nemati, M., 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.
- Rattanapanone, N. (2006). Food science of fats and oils. Bangkok: Publisher Odean Store.
- Sun, N. N., Wu, T. Y. And Chau, C. F. (2016). Natural dietary and herbal products in anti-obesity treatment. Molecules 21: 1-15.

