การพัฒนาผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิล
Development of banana coated calcium supplements from tilapia bone

ณัฏฐวรรณ เลิศทนงค์[1] วราภรณ์ ชื่นระรวย[1] กรรณิการ์ อ่อนสำลี[1*]
Nuttawan Loettanong[1], Waraporn Chuenrarouy[1], Gannigar Onsamlee[1*]
[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี อำเภอเมืองลพบุรี จังหวัดลพบุรี 15000
[1]Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University, Meung, Lopburi province 15000
*E-mail: gannigaro@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกระดูกปลานิลที่ใช้เป็นส่วนผสมในน้ำเคลือบกล้วยทอดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์กล้วยเคลือบแคลเซียมจากกระดูกปลานิล และคุณภาพของผลิตภัณฑ์กล้วยเคลือบแคลเซียมจากกระดูกปลานิล จากการวิเคราะห์ผงกระดูกปลา 100 กรัม มีปริมาณแคลเซียม 100.53 มิลลิกรัม มีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า กาก คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 3.45, 23.57, 8.68, 62.10, 1.09, 1.10 พลังงาน 176.80 กิโลแคลอรี ปริมาณผงกระดูกปลาที่เหมาะสมในน้ำเคลือบ คือ ร้อยละ 9 ซึ่งมีส่วนผสมดังนี้ น้ำเปล่า น้ำตาลทราย เนย เกลือ และผงกระดูกปลานิล ร้อยละ 36.71, 33.03, 20.18, 1.83 และ 8.25 ตามลำดับ คุณภาพทางด้านเคมี พบว่ามีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า กาก และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 2.05, 25.31, 27.64, 7.47, 3.75 และ 33.78 ตามลำดับ และมีปริมาณแคลเซียม 59.73 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ให้พลังงานทั้งหมด 485.12 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 111/2546) ผู้บริโภคให้คะแนนระดับความชอบในด้านลักษณะปรากฏ, สี, กลิ่นรส, รสชาติ, ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีค่าเท่ากับ 7.37, 7.23, 7.47, 6.89, 7.20 และ 7.30 ตามลำดับ

คำสำคัญ : กล้วยฉาบ, แคลเซียม, กระดูกปลานิล

Abstract

The objective of this research was to investigate the effect of tilapia bones used as ingredients in fried banana glaze on the quality of calcium-coated banana products from tilapia bones and the quality of calcium-coated banana products from tilapia bones. According to the analysis of 100 g of fish bone powder, the amount of calcium was 276.76 mg, with chemical composition including moisture content, protein, fat, ash, fiber, carbohydrate 3.45%, 23.57, 8.68, 62.10, 1.09, 1.10 respectively and energy 176.80 kcal. The appropriate amount of fish bone powder in glaze water was 9%, which contains the following ingredients: water Sugar, butter, salt and tilapia bone powder were 36.71%, 33.03%, 20.18, 1.83% and 8.25%, respectively. The chemical qualities were found that moisture, protein, fat, ash, fiber and carbohydrates were 2.05%, 25.31, 27.64, 7.47, 3.75 and 33.78% respectively, and calcium content was 59.73 mg/100 g , providing a total energy content of 485.12 kcal/100g. The customer gave scores in appearance,

Received: Feb 12, 2023 **Revised:** May 8, 2023 **Accepted:** Jun 30, 2023

colors, flavor, taste, texture and overall liking were 7.37, 7.23, 7.47, 6.89, 7.20 and 7.30 respectively.

Keywords: Banana chip, calcium, tilapia bone

บทนำ

กล้วยเป็นผลไม้ที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหาร อีกทั้งยังเป็นแหล่งของวิตามินเอ และวิตามินซี โพแทสเซียม แคลเซียม ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกาย ระหว่างการสุกของกล้วยจะเกิดการสลายตัวของแป้งไปเป็นน้ำตาลเพิ่มขึ้น โดยระดับแป้งจะลดลงเรื่อย ๆ จนมีระดับที่ต่ำมากในกล้วยที่สุก ซึ่งการสุกของกล้วยที่เร็ว มีผลทำให้ระยะการเก็บรักษานั้นสั้น ทำให้เกิดการเน่าเสียได้ง่าย เพื่อลดการเน่าเสียของกล้วยสุกในปริมาณที่สูงจึงนิยมนำมาแปรรูปเพื่ออายุการเก็บรักษาและเพิ่มมูลค่าให้แก่กล้วย ส่วนใหญ่ในปัจจุบันนิยมแปรรูปกล้วยให้กรอบด้วยกระบวนการทอดในน้ำมัน เนื่องจากเป็นวิธีการที่ง่ายและมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่น้อย การสำรวจภาวะอาหารและโภชนาการของประเทศไทย พ.ศ. 2558 เป็นการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของคนไทย และพฤติกรรมการบริโภคอาหารของครัวเรือน พบว่า การบริโภคอาหารของเด็กกลุ่มวัยเรียนและผู้ใหญ่ได้รับสารอาหารบางชนิดในปริมาณที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย สำหรับสารอาหารที่กลุ่มของเด็กวัยเรียนและผู้ใหญ่ได้รับแต่ละวันมีปริมาณดังนี้ แคลเซียมเพียง ร้อยละ 19.7 ฟอสฟอรัส ร้อยละ 70 วิตามินเอ ร้อยละ 20 วิตามิน บี1 ร้อยละ 70 และ วิตามินซี ร้อยละ 50 ซึ่งปริมาณเหล่านี้มีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับตารางปริมาณของสารอาหารที่ควรได้รับในแต่ละวันของกลุ่มวัยเรียนและผู้ใหญ่มีปริมาณดังนี้ แคลเซียมร้อยละ 30 ฟอสฟอรัส ร้อยละ 72.5 วิตามินเอ ร้อยละ 26.4 วิตามิน บี1 ร้อยละ 70 และวิตามินซี ร้อยละ 48.8 (กระทรวงสาธารณสุข, กองโภชนาการ, 2546) นอกจากนี้พฤติกรรมการบริโภคที่ไม่เหมาะสม เช่นในวัยรุ่นที่มีทั้งการงดอาหารและบริโภคขนมขบเคี้ยวได้ปรากฏชัดในการสำรวจ ตลอดจนการขาดแคลเซียมและสารอาหารในกลุ่มวิตามินต่าง ๆ ในการบริโภคสะท้อนให้เห็นพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่ไม่เหมาะสม ไม่ได้ยึดหลักการกินอาหารครบ 5 หมู่ ปัจจุบันอาหารว่างและขนมขบเคี้ยวมีจำหน่ายในประเทศมากมายหลายชนิด และเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย อาหารประเภทนี้ส่วนใหญ่มีส่วนประกอบหลักเป็น แป้ง ไขมัน น้ำตาล และเกลือ ซึ่งเมื่อรับประทานในปริมาณมากอาจก่อให้เกิดโรค เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคไขมันในเลือดสูง โรคความดัน เป็นต้น (กระทรวงสาธารณสุข, กองโภชนาการ, 2535)

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการอาหารของไทย พบว่า กล้วยน้ำว้าดิบ 100 กรัม มีปริมาณ โปรตีน 1.1 กรัม คาร์โบไฮเดรต 35.1 กรัม ไขมัน 0.2 กรัม แคลเซียม 7 มิลลิกรัม (กองโภชนาการ, กรมอนามัย, กระทรวงสาธารณสุข, 2546) ซึ่งจะพบว่าปริมาณแคลเซียมที่มีอยู่ในกล้วยนั้นยังมีปริมาณที่น้อย การรับประทานแคลเซียมควรจะได้รับ 800-1,200 มิลลิกรัม จึงจะเพียงพอกับความต้องการของร่างกาย การที่จะได้รับแคลเซียมวันละ 800-1,200 มิลลิกรัมนั้นเป็นเรื่องยาก โดยเฉพาะคนที่ไม่บริโภคน้ำนมหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากนม จึงควรมีการการพัฒนาสูตรอาหารขนมขบเคี้ยวให้มีคุณค่าทางอาหารเพิ่มขึ้นเพื่อนำมาใช้ในการเสริมหรือเพิ่มคุณค่าทางอาหารจากอาหารประจำวันที่บริโภคตามปกติ (กองโภชนาการ, กรมอนามัย, กระทรวงสาธารณสุข, 2545)

ในการแปรรูปปลานิลพบว่าในระหว่างกระบวนการผลิตจะมีเศษเหลือจากกระบวนการ ผลิตถึงร้อยละ 65 ซึ่งได้แก่ ครีบปลา ก้างปลา เศษเนื้อและอวัยวะภายใน โดยเศษเหลือดังกล่าวประกอบไปด้วยโปรตีน แร่ธาตุ และสารอื่น ๆ ในปริมาณสูง ซึ่งโดยปกติเศษปลาที่เหลือเหล่านี้จะถูกนำไปเป็นอาหารสัตว์ซึ่งมีมูลค่าต่ำและเอาไปใช้ประโยชน์ไม่คุ้มค่า จากการศึกษาในก้างปลาประกอบด้วยสารอินทรีย์ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก สังกะสี โซเดียม โพแทสเซียม ร้อยละ 70 (ประเสริฐ สายสิทธิ์, 2526) และอื่น ๆ ที่เหลือร้อยละ 30 เช่น โปรตีน คอลลาเจน และกรดอะมิโน นอกจากนี้ยังพบว่าก้างปลานิลสามารถใช้เป็นอาหารสำหรับการบริโภคได้ (Petenuci et al,

2008) และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่เศษเหลือจากกระบวนการแปรรูปปลานิล (กิดาการ เตโชชัชวาล, 2553) โดยการทำให้ก้างปลาเป็นผงแล้วนำมาเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้บริโภคได้รับสารอาหารที่เหมาะสมตามปริมาณที่แนะนำต่อวันและเพื่อประโยชน์ต่อสุขภาพของบริโภคในด้านของสารอาหารที่เพิ่มขึ้น ในท้องตลาดมีผลิตภัณฑ์ที่เป็นของทานเล่นและอาจจะให้พลังงานสูง เช่น ผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบ (จุรีมาศ ดีอำมาตย์, 2550) ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ (สุณีย์ บุญกำเนิด และ ลักษณา ไชยมงคล, 2556) ผลิตภัณฑ์ข้าวตัง (ผกาวดี เอี่ยมกำแพง และ โสรัจ วรชุม อินเกต, 2557)

ด้วยเหตุผลดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นประโยชน์ของกล้วยและการใช้กระดูกปลานิลที่สามารถนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยเป็นขนมขบเคี้ยวหรืออาหารว่างรวมถึงสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับกล้วยด้วยโดยสารอาหารในกระดูกปลาจะมีปริมาณโปรตีนและปริมาณแคลเซียมสูงเหมาะที่จะช่วยให้ได้รับสารอาหารที่เพียงพอและเป็นทางเลือกของผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

วิธีการดำเนินการวิจัย

ทั้งนี้ มีขั้นตอนการวิธีการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. วัตถุดิบและการวิเคราะห์คุณภาพ

1.1 การเตรียมผงกระดูกปลานิล โดยนำส่วนของรยางค์ปลาที่แล่เนื้อออกแล้วนำมาขูดเนื้อปลาออกโดยใช้ช้อนอลูมิเนียม แล้วล้างทำความสะอาด แช่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น ร้อยละ 0.8 เป็นเวลา 90 นาที ล้างน้ำโดยใช้น้ำไหลผ่านเพื่อชะล้างสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และไขมันบางส่วนออก แล้วต้มในน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 90 นาที แล้วล้างน้ำโดยใช้น้ำไหลผ่านเพื่อล้างคราบไขมันและโปรตีนที่ติดอยู่กับก้างปลาแล้วนำมาเกลี่ยบนถาดแล้วเข้าเตาอบไฟฟ้าใช้เวลา 60 นาที ด้วยอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นำกระดูกปลาที่ผ่านการอบมาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องเครื่องปั่นอาหาร จนละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงด้วยเครื่องร่อนแป้ง ขนาด 150 เมช จะได้ผงกระดูกแคลเซียม บรรจุใส่ภาชนะบรรจุถุงสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ดัดแปลงจาก กิดาการ เตโชชัชวาล, 2553)

1.2 การเตรียมกล้วยทอดสูตรมาตรฐานโดยนำกล้วยน้ำว้าดิบมาล้าง ปอกเปลือก แช่ในน้ำเกลือร้อยละ 4 เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำมาหั่นกล้วยบาง ๆ ตามขวาง ขนาด 1.5 มิลลิเมตร แล้วล้างน้ำสะอาดอีกครั้ง แล้วผึ่งพอหมาด นำกล้วยที่ผ่านเสร็จนำมาใส่ในกระทะขณะที่น้ำมันมีอุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ทอดประมาณ 5 นาที ตักใส่ตะแกรงให้สะเด็ดน้ำมัน บรรจุใส่ถุงพอลิโพรพิลีน (Polypropylene: PP) ปริมาณถุงละ 500 กรัม เก็บรักษาให้เก็บในที่แห้ง อุณหภูมิ 28-33 องศาเซลเซียส (ดัดแปลงจาก ศรีสมร คงพันธุ์ และ มณี สุวรรณผ่อง, 2554)

1.3 ผลิตน้ำเคลือบโดยส่วนผสม ดังนี้ น้ำ ร้อยละ 40 เนย ร้อยละ 22 น้ำตาล ร้อยละ 36 เกลือ ร้อยละ 2 เทส่วนผสมทั้งหมดลงในกระทะ คนต่อเนื่องโดยใช้ไฟอ่อนจนเดือด 8 นาที จะได้น้ำเคลือบสูตรพื้นฐาน (ดัดแปลงจากสุชาดา สังขพันธุ์, 2541 และเสาวลักษณ์ วิเศษศรี, วรนุช ศรีเจษฎารักข์, 2550)

2. วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 วิเคราะห์คุณภาพผงกระดูกปลานิล กล้วยทอด และน้ำเคลือบสูตรพื้นฐาน

นำผงแคลเซียมจากกระดูกปลานิล กล้วยทอด น้ำเคลือบสูตรพื้นฐาน ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี และปริมาณน้ำอิสระ คุณภาพทางเคมี ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ และปริมาณแคลเซียม คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณของแข็งทั้งหมด

ตอนที่ 2 การศึกษาเพื่อศึกษาปริมาณผงกระดูกปลานิลที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบเสริมแคลเซียม โดยการเตรียมน้ำเคลือบสูตรมาตรฐาน ศึกษาการทดแทนผงกระดูกปลาที่เหมาะสมในส่วนผสมน้ำเคลือบทั้งหมด

โดยให้มีแคลเซียมไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20 ของปริมาณที่แนะนำต่อวัน ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค โดยการทดลองจะศึกษาปริมาณผงกระดูกปลาเป็นจำนวน ร้อยละ 5, 7 และ 9 ของส่วนผสมน้ำเคลือบทั้งหมด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนผสมผงกระดูกปลานิลที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบเสริมแคลเซียม 3 ระดับ

ส่วนผสม	ปริมาณผงกระดูกปลานิล (ร้อยละของส่วนผสมน้ำเคลือบทั้งหมด)		
	5	7	9
น้ำ	40		
เนย	22		
น้ำตาล	36		
เกลือ	2		

นำกล้วยที่ผ่านกระบวนการทอดแล้วมาเคลือบลงในน้ำเคลือบที่ผสมกับผงกระดูกปลา ในอัตราส่วนกล้วย : ปริมาณน้ำเคลือบ เท่ากับ 1 : 2 ทิ้งไว้ให้แห้ง จากนั้นนำกล้วยที่ผ่านการเคลือบแล้วแห้งเรียบร้อยแล้วไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีความกรอบ (ดัดแปลงจากสุชาดา สังขพันธุ์, 2541) จากนั้น นำกล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิลทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกาย เคมี และประสาทสัมผัส โดยมีผู้ทดสอบ 30 คน

ตอนที่ 3 ศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้ายของกล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิล โดยการนำกล้วยที่ผ่านกระบวนการทอดแล้วมาเคลือบน้ำเคลือบที่ผสมกับผงกระดูกปลาที่เหมาะสม การศึกษาผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิลวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ปริมาณแคลเซียม กายภาพ จุลินทรีย์ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส

3. สถิติและการวิเคราะห์

การวิเคราะห์คุณภาพเคมีกายภาพ การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพวิเคราะห์ดวัดค่าสี โดยเครื่องวัดสีระบบ CIE L* a* b* (colorimetric) ปริมาณน้ำอิสระ (water activity) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ โดยเครื่อง Refractometer ค่าเนื้อสัมผัส ค่าความกรอบ (fracturability) โดยใช้หัววัด knife edge blade (HDP/BS) ฐาน heavy duty platform (HDP/90) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (proximate analysis) ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า ปริมาณกาก (AOAC, 2000) คาร์โบไฮเดรตและพลังงานโดยการคำนวณ ปริมาณแคลเซียม โดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโกปี (Atomic Absorption Spectroscopy) (AAS) ตามวิธี (AOAC, 2000) คุณภาพทางจุลินทรีย์วิเคราะห์ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) ยีสต์ รา ตามวิธี (AOAC, 2000) และทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9 - point hedonic scale โดยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม การตรวจสอบคุณภาพโดยใช้แผนการทดลอง Completely randomized design (CRD) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ผลการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan’s Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale (ไพโรจน์, 2561) กับผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) แล้วนำผลทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย Analysis of variance (ANOVA) จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วย Duncan’s New Multiple Range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 วิธีการวิเคราะห์คุณภาพผงกระดูกปลานิล กล้วยทอด และน้ำเคลือบสูตรพื้นฐาน

กระดูกปลาที่ผ่านการอบมาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องเครื่องปั่นอาหาร จนละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงด้วยเครื่องร่อนแป้ง ขนาด 150 เมช จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้นำไปทดสอบคุณภาพทายกายภาพ ทางเคมี การทดลองจะแสดงดังตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาคุณภาพของทางเคมีกายภาพผงกระดูกปลานิล

การทดลอง	ผงกระดูกปลานิล
คุณภาพทางกายภาพ	
ค่าปริมาณน้ำอิสระ	0.37±0.14
ค่าสี	
L^*	86.54 ± 0.21
a^*	0.02 ± 0.02
b^*	8.15 ± 0.34
คุณภาพทางเคมี	
ความชื้น (ร้อยละ)	3.45 ± 0.87
โปรตีน (ร้อยละ)	23.57 ± 0.15
ไขมัน (ร้อยละ)	8.68 ± 0.13
เถ้า (ร้อยละ)	62.10 ± 0.19
ปริมาณกาก (ร้อยละ)	1.09 ± 0.48
ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	1.11 ± 0.34
พลังงาน (กิโลแคลอรี่ ต่อ 100 กรัม)	176.80 ± 0.21
ปริมาณแคลเซียม (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม)	276.76 ± 0.31

หมายเหตุ: - ข้อมูลในตารางแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ค่าสี L^* คือ ค่าความขาว/ดำ(+ คือ ขาว; - คือ ดำ) a^* คือ ค่าสีแดง/สีเขียว (+ คือ สีแดง; - คือ สีเขียว) b^* คือ ค่าสีเหลือง/สีน้ำเงิน (+ คือ สีเหลือง; - คือ สีน้ำเงิน)

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพของกล้วยทอด

การทดลอง	กล้วยทอด
คุณภาพทางกายภาพ	
ค่าปริมาณน้ำอิสระ	0.28±0.02
ค่าสี	
L^*	46.01 ± 2.64
a^*	7.85 ± 0.25
b^*	35.86 ± 1.28

หมายเหตุ: -ข้อมูลในตารางแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ค่าสี L^* คือ ค่าความขาว/ดำ(+ คือ ขาว; - คือ ดำ) a^* คือ ค่าสีแดง/สีเขียว (+ คือ สีแดง; - คือ สีเขียว) b^* คือ ค่าสีเหลือง/สีน้ำเงิน (+ คือ สีเหลือง; - คือ สีน้ำเงิน)

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพสูตรพื้นฐานของน้ำเคลือบ

การทดลอง	น้ำเคลือบ
คุณภาพทางกายภาพ	
ค่าปริมาณน้ำอิสระ	0.25 ± 0.01
ค่าสี	
L^*	44.88 ± 2.79
a^*	5.31 ± 2.18
b^*	22.61 ± 0.38
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix) (total soluble solid, TSS)	67.23±0.89

หมายเหตุ: -ข้อมูลในตารางแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ค่าสี L^* คือ ค่าความขาว/ดำ(+ คือ ขาว; - คือ ดำ) a^* คือ ค่าสีแดง/สีเขียว (+ คือ สีแดง; - คือ สีเขียว) b^* คือ ค่าสีเหลือง/สีน้ำเงิน (+ คือ สีเหลือง; - คือ สีน้ำเงิน)

ตอนที่ 2 การศึกษาเพื่อศึกษาปริมาณผงกระดูกปลานิลที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบเสริมแคลเซียม

นำกล้วยที่ผ่านกระบวนการทอดแล้วมาเคลือบลงในน้ำเคลือบที่ผสมกับผงกระดูกปลา ในอัตราส่วน กล้วย : ปริมาณน้ำเคลือบ เท่ากับ 1 : 2 ทิ้งไว้ให้แห้ง จากนั้นน้ำกล้วยที่ผ่านการเคลือบแล้วแห้งเรียบร้อยแล้วไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีความกรอบ (สุชาดา สังขพันธุ์, 2541) ซึ่งได้ผลการทดลองจะแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการศึกษาปริมาณผงกระดูกปลาที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบเสริมแคลเซียม

ผลการทดลอง	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
คุณภาพทางกายภาพ			
ค่าสี			
L^{*ns}	43.12 ± 1.76	43.09 ± 2.43	43.02 ± 0.02
a^{*ns}	5.47 ± 1.32	5.42 ± 0.97	5.37 ± 1.13
b^{*ns}	23.71 ± 0.46	23.69 ± 0.28	23.28 ± 0.14
ค่าความกรอบ (กรัม)	409.45^{c} ± 60.65	411.43^{b} ± 60.24	415.77^{a} ± 60.35
คุณภาพทางเคมี			
ความชื้น	2.15^{a} ± 0.05	2.09^{b} ± 0.07	2.02^{c} ± 0.04
ปริมาณแคลเซียม (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม)	53.72^{c} ± 0.20	56.65^{b} ± 0.21	59.68^{a} ± 0.11
คุณภาพทางประสาทสัมผัส			
ลักษณะปรากฏ^{ns}	6.78 ± 1.22	6.88 ± 1.25	6.95 ± 1.24
สี^{ns}	7.02 ± 1.08	7.07 ± 1.18	7.12 ± 0.96
กลิ่นรส^{ns}	6.07 ± 1.50	6.03 ± 1.57	6.08 ±1.44
รสชาติ	6.48^{b} ± 1.68	6.05^{c} ± 1.88	6.73^{a} ± 1.45
ลักษณะเนื้อสัมผัส^{ns}	6.80 ± 1.88	6.72 ± 1.47	6.73 ± 1.48
ความชอบโดยรวม	6.63^{b} ± 1.51	6.43^{c} ± 1.43	6.92^{a} ± 1.20

หมายเหตุ: - ข้อมูลในตารางแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน

- สูตรที่ 1 ร้อยละ 5, สูตรที่ 2 ร้อยละ 7, สูตรที่ 3 ร้อยละ 9

ตัวอักษรตัวยกภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึงค่าเฉลี่ยในแนวนอนแนวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 6 ผลการศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้ายของกล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิล

ผลการทดลอง	ผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิล
คุณภาพทางกายภาพ	
ปริมาณน้ำอิสระ	0.51 ± 0.02
ค่าสี	
L^*	43.11 ± 0.02
a^*	5.34 ± 0.75
b^*	23.25 ± 2.28
ค่าความกรอบ (กรัม)	415.65 ± 60.24
คุณภาพทางเคมี	
ความชื้น (ร้อยละ)	2.05 ± 0.01
โปรตีน (ร้อยละ)	25.31 ± 0.12
ไขมัน (ร้อยละ)	27.64 ± 0.05
เถ้า (ร้อยละ)	7.47 ± 0.17
กาก (ร้อยละ)	3.75 ± 0.01
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	33.78 ± 0.08
พลังงาน (กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม)	485.12 ± 0.08
ปริมาณแคลเซียม (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม)	59.73 ± 0.12
คุณภาพทางจุลินทรีย์	
ปริมาณยีสต์และรา (โคโลนี ต่อกรัม)	ไม่พบ
คุณภาพทางประสาทสัมผัส	
ลักษณะปรากฏ	7.37 ± 0.10
สี	7.23 ± 1.04
กลิ่นรส	7.47 ± 0.82
รสชาติ	6.89 ± 0.85
ลักษณะเนื้อสัมผัส	7.20 ± 1.16
ความชอบโดยรวม	7.30 ± 0.88

วิจารณ์ผล

การวิจารณ์ผลการทดลองการพัฒนาผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิล แบ่งเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาคุณภาพของทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์และปริมาณแคลเซียมของผงกระดูกปลานิล

คุณภาพทางกายภาพของกระดูกปลานิลผงมีค่าปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 0.37 ส่วนค่าสีมีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 86.54 ค่าสีเขียว (a*) เท่ากับ 0.02 และค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 8.15 แสดงว่า มีค่าความสว่างมาก ค่าสีเขียวน้อย และค่าสีเหลืองมาก ดังนั้น ลักษณะสีของกระดูกปลานิลผงที่ผลิตได้ มีสีขาวนวล ละเอียด เนื้อสัมผัสคล้ายผงแป้ง

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของกระดูกปลานิลผง พบว่า กระดูกปลานิลผง มีปริมาณความชื้น เท่ากับ 3.45 เมื่อเทียบกับค่าปริมาณความชื้นของกระดูกปลานิลผงของ กิดาการ (2553) พบว่ามีค่าปริมาณความชื้น เท่ากับ 1.55 ที่มีค่าน้อยกว่า แต่เมื่อเทียบกับมาตรฐานของปลาแห้งป่นที่กำหนดความชื้นไว้ไม่เกินร้อยละ 8 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด มีโปรตีนเท่ากับ 23.57 ไขมันเท่ากับ 8.68 เถ้า เท่ากับ 62.10 ปริมาณกากเท่ากับ 1.09 คาร์โบไฮเดรตเท่ากับ 1.11 พลังงานเท่ากับ 176.80 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม มีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 276.76 มิลลิกรัม/100 กรัม ซึ่งจากการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ผลการวิเคราะห์กระดูกปลานิลผงที่ได้เมื่อเทียบกับผงกระดูกปลานิลของ กิดาการ (2553) พบว่ามีโปรตีนเท่ากับ 24.51 ไขมันเท่ากับ 7.63 เถ้าเท่ากับ 65.75 คาร์โบไฮเดรตเท่ากับ 0.56 มีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 150 มิลลิกรัม/ 100กรัม ซึ่งพบว่าในผงกระดูกปลานิลของผู้วิจัยมีมีปริมาณโปรตีน และปริมาณแคลเซียมสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ผลการศึกษากรรมวิธีการผลิตและคุณภาพทางเคมี กายภาพของกล้วยทอด

จากตารางที่ 3 พบว่า คุณภาพทางกายภาพของกล้วยทอด พบว่าค่าปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 0.28 แสดงว่ากล้วยทอดมีน้ำที่จุลินทรีย์นำไปใช้ประโยชน์ได้ต่ำไม่เหมาะต่อการเจริญของยีสต์ รา และจุลินทรีย์ เนื่องจากยีสต์และรา สามารถเจริญได้ เมื่อค่าปริมาณน้ำอิสระ มากกว่า 0.6 และจุลินทรีย์สามารถเจริญได้ เมื่อค่าปริมาณน้ำอิสระ ระหว่าง 0.88-0.96 (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2553) ส่วนค่าสีมีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 46.01 ค่าสีเขียว (a*) เท่ากับ 7.85 และค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 35.86 ค่าความกรอบเท่ากับ 403.76 กรัม ดังนั้น ลักษณะสีของกล้วยทอดที่ได้ มีสีเหลืองทอง เนื้อสัมผัสกรอบ โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรพรรณ บัญชาจารุรัตน์ (2552) ทอดกล้วยที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส นาน 4 นาที มีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 48.01 ค่าสีเขียว (a*) เท่ากับ 5.85 และค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 33.86

3. ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของน้ำเคลือบ

จากตารางที่ 4 พบว่า เมื่อนำส่วนผสมมาผสมรวมกันจนเดือดระยะเวลา 8 นาที ทำให้น้ำเคลือบมีลักษณะที่ข้นและหนืด มีกลิ่นหอมคล้ายกับกลิ่นของคาราเมล มีสีน้ำตาลอ่อน ค่าปริมาณน้ำอิสระของน้ำเคลือบ พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.25 ซึ่งปริมาณน้ำอิสระของสูตรพื้นฐานของน้ำเคลือบมีค่าที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์และมีโอกาสเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์น้อยมาก จากการศึกษาพบว่า ค่าปริมาณน้ำอิสระ (aw) น้อยกว่า 0.6 อยู่ในระดับที่เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ (ไพศาล วุฒิจำนงค์ และ รุ่งนภา พงศ์สวัสมานิต, 2545) ค่าสีพบว่า ค่าความสว่าง (L*) มีค่าเท่ากับ 44.88 ค่าสี (a*) มีค่าเท่ากับ 5.31 ค่าสี (b*) มีค่าเท่ากับ 22.61 น้ำเคลือบที่ได้มีสีออกน้ำตาลเนื่องจากมีการให้ความร้อนทำให้น้ำตาลที่เป็นส่วนประกอบของน้ำเคลือบเกิดปฏิกิริยาคาราเมลไรเซชันน้ำจะถูกกำจัดออกจากโมเลกุลของน้ำตาล (dehydration) ซึ่งจะมีความหนืด รสขม สีเข้มขึ้น จะแปรผันไปตามระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 67.23^{o}Brix

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาปริมาณผงกระดูกปลาที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบเสริมแคลเซียม

การศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพ และทางด้านเคมี ของผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิล ดังตารางที่ 5 พบว่า ผลการศึกษาค่า (L*) แสดงค่าความสว่างของสิ่งทดลอง จากการวิเคราะห์พบว่าค่า (L*) มีค่าเท่ากับ 43.02 -43.12 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ซึ่งทุกสิ่งทดลองมีค่าไปในทิศทางความสว่าง ผลการศึกษาค่า (a*) มีค่าเท่ากับ 5.37-5.47 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ค่า (b*) มีค่าเท่ากับ 23.28 -23.71 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ซึ่งทุกสิ่งทดลองมีค่าไปในทิศทางโทนสีเหลือง สำหรับค่าความกรอบ (กรัม) มีค่าเท่ากับ 409.45-415.77 กรัม ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) ผลการศึกษาการวัดค่าความชื้น ของผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิลของสิ่งทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 2.15, 2.09 และ 2.02 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

ผลการศึกษาปริมาณแคลเซียมของผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิลของสิ่งทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 53.72, 56.65, 59.68 ตามลำดับซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

คุณลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิล ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ขณะที่คะแนนความชอบด้านลักษณะรสชาติมีค่าแตกต่างกัน โดยสิ่งทดลองที่ 3 มีคะแนนความชอบด้านลักษณะรสชาติมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 6.73 คะแนน และสิ่งทดลองที่ 2 มีคะแนนความชอบด้านลักษณะรสชาติน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 6.05 คะแนน โดยคะแนนด้านคุณลักษณะรสชาติมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยไปจนถึงชอบปานกลาง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) คุณลักษณะความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ สูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบสูงสุดทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

5. ผลการศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้ายของกล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิล

เมื่อนำกล้วยที่ผ่านกระบวนการทอดแล้วมาเคลือบน้ำเคลือบที่ผสมกับผงกระดูกปลาที่เหมาะสมจากข้อที่ 4 (สูตรที่ 3) มาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส ซึ่งได้ผลการทดลองจะแสดงดังตารางที่ 6

ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ พบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิล มีปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 0.51 ค่าสีพบว่า ค่าความสว่าง (L*) มีค่าเท่ากับ 43.11 ค่าสี (a*) มีค่าเท่ากับ 5.34 ค่าสี (b*) มีค่าเท่ากับ 23.25 และค่าความกรอบ เท่ากับ 415.65 กรัม

ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิลมีค่าความชื้น เท่ากับร้อยละ 2.05 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกล้วยทอดกรอบ (มผช.111/2546) ที่กำหนดให้ความชื้น ไม่เกินร้อยละ 6 มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ปริมาณกากและคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 25.31, 27.64, 7.47, 3.75 และ 33.78 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ามีปริมาณโปรตีนที่สูงเนื่องจากกล้วย และผงกระดูกปลานิลที่ใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์มีปริมาณที่สูงอยู่แล้ว (กิดาการ เตโชชัชวาล, 2553) ผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิลให้พลังงานทั้งหมด 485.12 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม และมีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 59.73 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ พบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิลซึ่งไม่พบปริมาณยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกล้วยทอดกรอบ (มผช.111/2546) ที่กำหนดให้ปริมาณยีสต์และรา ไม่เกิน 10 โคโลนีต่อตัวอย่างหนึ่งกรัม

ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิลพบว่ามีคะแนนระดับความชอบด้านลักษณะปรากฏ, สี, กลิ่นรส, รสชาติ, ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีค่าเท่ากับ 7.37, 7.23, 7.47, 6.89, 7.20, 7.30 ตามลำดับ

สรุปผล

จากผลการศึกษาผลของกระดูกปลานิลที่ใช้เป็นส่วนผสมในน้ำเคลือบกล้วยทอดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์กล้วยเคลือบแคลเซียมจากกระดูกปลานิล และคุณภาพของผลิตภัณฑ์กล้วยเคลือบแคลเซียมจากกระดูกปลานิล การศึกษาคุณภาพของทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์และปริมาณแคลเซียมของผงกระดูกปลานิล จากการวิเคราะห์ผงกระดูกปลา 100 กรัม มีปริมาณแคลเซียม 100.53 มิลลิกรัม มีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า กาก คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 3.45, 23.57, 8.68, 62.10, 1.09, 1.10 พลังงาน 176.80 กิโลแคลอรี

ผลคุณภาพทางเคมี กายภาพของกล้วยทอด พบว่ามีค่า ค่าปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 0.28 ค่าสีมีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 46.01 ค่าสีเขียว (a*) เท่ากับ 7.85 และค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 35.86 และมีค่าความกรอบเท่ากับ 403.76 กรัม

ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของน้ำเคลือบ พบว่ามีค่า ค่าปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.25 ค่าความสว่าง (L*) มีค่าเท่ากับ 44.88 ค่าสี (a*) มีค่าเท่ากับ 5.31 ค่าสี (b*) มีค่าเท่ากับ 22.61 และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 67.23

ผลการศึกษาปริมาณผงกระดูกปลาที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิล โดยมีการศึกษาผงกระดูกปลานิล 3 ระดับ คือร้อยละ 5, 7, 9 ของส่วนผสมน้ำเคลือบทั้งหมดจากการศึกษาพบว่ากล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิล สูตรที่ 3 (ร้อยละ 9) เป็นสูตรที่มีคะแนนความชอบมากที่สุด

การศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้ายของกล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิล คุณภาพทางด้านกายภาพ พบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิล ที่มีปริมาณผงกระดูกปลาที่เหมาะสมที่สุด คือ ร้อยละ 9 ของส่วนผสมน้ำเคลือบทั้งหมด ซึ่งส่วนผสมของกล้วยฉาบเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลานิล ดังนี้ น้ำเปล่า น้ำตาลทราย เนย เกลือ และผงกระดูกปลานิล ร้อยละ 36.71, 33.03, 20.18, 1.83 และ 8.25 ตามลำดับ คุณภาพทางด้านเคมี พบว่ามีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า กาก และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 2.05, 25.31, 27.64, 7.47, 3.75 และ 33.78 ตามลำดับ และมีปริมาณแคลเซียม 59.73 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม ให้พลังงานทั้งหมด 485.12 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม ไม่พบปริมาณยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ คุณภาพทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าคะแนนระดับความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีค่าเท่ากับ 7.37, 7.23, 7.47, 6.89, 7.20 และ 7.30 ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่สนับสนุนสถานที่และเวลา รวมถึงผลักดันให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กิดาการ เตโชชัชวาล. (2553). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมอาหารแคลเซียมจากก้างปลานิล. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพ.

กองโภชนาการ. (2535). คุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

กองโภชนาการ. (2545). ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข : นนทบุรี.

กองโภชนาการ. (2546). ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำสำหรับคนไทย. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2553). เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์ โอ.เอส. พริ้นติ้งเฮ้าส์. กรุงเทพฯ.

จุรีมาศ ดีอำมาตย์. (2550). ขนมปังกรอบจากแป้งข้าวเจ้าหอมนิลเพิ่มแคลเซียมจากกระดูกปลา. คณะคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพ.

ประเสริฐ สายสิทธิ์. (2526). ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพ.

ผกาวดี เอี่ยมกำแพง และ โสรัจ วรชุม อินเกต. (2557). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้างตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสลาด. วารสารวิจัยสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. 8(1): 57-70.

พนิดา วงศ์ปรีดี, จิตตะวัน กุโบลา, พนอจิต นิติสุข และสุภาพร พุมริ้ว. (2556). การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมธัญพืชผสมถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมจากโครงกระดูกปลานิล. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน :กาฬสินธุ์.

ไพศาล วุฒิจำนง และ รุ่งนภา พงศ์สวัสมานิต. (2554). การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร. เอกสารประกอบการสัมมนาอบรมวิชาการด้านอุตสาหกรรม.

วรพรรณ บัญชาจารุรัตน์. (2552). การพัฒนาผลิตภัณฑ์กล้วยทอดกรอบ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ : กรุงเทพ.

ศรีสมร คงพันธุ์ และมณี สุวรรณผ่อง. (2554). ตำราอาหารคาว-หวาน. พิมพ์ครั้งที่ 21. สำนักพิมพ์พิมพ์ลักษณ์: กรุงเทพฯ.

สุชาดา สังขพันธุ์. (2541). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวตังหน้าตั้งสำเร็จรูปจากเทมเป้ข้าว ถั่วลิสง และงา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพ.

สุณีย์ บุญกำเนิด และ ลักษณา ไชยมงคล (2556). การพัฒนาข้าวเกรียบเสริมแคลเซียม. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ : สงขลา.

เสาวลักษณ์ วิเศษศรี และ วรนุช ศรีเจษฎารักข์. (2550). กระบวนการผลิตคาราเมลเพื่อให้ได้คาราเมลชนิดที่ 4 ที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสม. วารสารวิทยาศาสตร์, 38(6): 95-98.

AOAC. (2000). Association of official analytical chemists. official methods of analysis, 17th ed, The Association of official analytical chemists arlington, virginia.

Petenuci, M. E., Stevanato F. B, Laguila Visentainer J. E., Matsushita M., Garcia E. E., Evelazio de Souza N. and Visentainer J. V . (2008). Fatty acid concentration, proximate composition, and mineral composition in fishbone flour of Nile tilapia. Archivos Latinoamericanos de Nutricion. 58(1): 87-90.