

การพัฒนาคุกกี้แคลเซียมสูงด้วยการเสริมผงกระดูกปลา The Development of High Calcium Cookie via Fishbone Powder fortifying

นันทยา นวลงาม¹, บังอร เหม้ง² และ ณชยุต จันทโชติกุล^{3*}

Nanthiya Naunngam¹, Bung-Orn Hemung² and Nachayut Chanshotikul^{3*}

^{1,2,3*}สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หนองคาย 43000

^{1,2,3*}Department of Applied Sciences, Faculty of Interdisciplinary Studies, Khon Kaen University, Nong Khai 43000

Received : 2023-05-29 Revised : 2023-07-18 Accepted : 2023-09-04

บทคัดย่อ

การพัฒนาคุกกี้ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มแคลเซียมธรรมชาติโดยการเติมผงกระดูกปลาชนิดต่างๆ ผลของการเติมผงกระดูกปลาดุก ปลานิล และปลาตะเพียน (ร้อยละ 10) ต่อคุณภาพของคุกกี้ที่ได้รับการศึกษา ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีอย่างหยาบชี้ให้เห็นว่าการเติมผงกระดูกปลามีส่วนช่วยเพิ่มโปรตีนได้ ปริมาณแร่ธาตุธรรมชาติก็มีปริมาณเพิ่มขึ้นดังหลักฐานการพบปริมาณเถ้าทั้งหมดมากขึ้น คุกกี้ที่เติมผงกระดูกปลาดุกได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับปลาชนิดอื่นๆ ปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในคุกกี้เสริมผงกระดูกปลาดุกมีค่า 8.66 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งมากขึ้นประมาณ 4 เท่า จากผลการศึกษาครั้งนี้ ผงกระดูกปลาดุกที่ร้อยละ 10 มีศักยภาพในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับคุกกี้ได้

คำสำคัญ : คุกกี้, แคลเซียมธรรมชาติ, ผงกระดูกปลา

Abstract

The objective of this study aimed to increase natural calcium cookie by fortifying with the fishbone powder (FBP) from different species. Effects of FBP from catfish, tilapia, and carp (10%) on qualities of cookies were investigated. The proximate analysis suggested that fortification of cookie with FBP could increase protein content. The natural mineral content was also

improved as evidenced by an increase in total ash content. Cookies fortified with FBP from catfish was most accepted compared to others. The total calcium content in cookie fortified by FBP from catfish was reported at 8.66 mg/g, which was about 4 folds. Based on this study, FBP from catfish at 10% had a potential to fortify natural mineral and calcium in cookie.

Keywords: Cookie, Natural calcium, Fish bone powder

1. บทนำ

คุกกี้ (Cookie) เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั่วโลก ด้วยคุณลักษณะที่มีความขึ้นตำทำให้สามารถเก็บรักษาได้นาน คุกกี้ผลิตได้จากแป้งสาลี น้ำตาล ไข่ เนย (เนยสด เนยขาว หรือ เนยเทียม) ส่วนผสมดังกล่าวที่เป็นเนื้อเดียวกันแล้วจะได้รับการขึ้นรูปและอบที่อุณหภูมิสูงมากกว่า 180 องศาเซลเซียส จนได้ผลิตภัณฑ์ที่แห้งและมีความคงตัวต่อการเก็บรักษา การที่คุกกี้มีส่วนผสมของแป้งสาลีและไขมันค่อนข้างสูง (ร้อยละ 24) ทำให้ถูกมองว่าเป็นอาหารว่างหรือขนมขบเคี้ยวที่ต้องควบคุมปริมาณการบริโภคสำหรับกลุ่มผู้รักสุขภาพหรือกลุ่มผู้ที่ต้องการควบคุมพลังงาน การพัฒนาคุกกี้ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการทำได้หลากหลาย การเสริมสารเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการด้วยการทดแทนแป้งสาลีได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

*ณชยุต จันทโชติกุล

E-mail address: nachayut@kku.ac.th

การเพิ่มแร่ธาตุธรรมชาติที่มาจากกระดูกหรือผงปลาป่นก็เป็นอีกแนวทางหนึ่ง กระดูกปลาขนาดเล็กพบว่าเป็นแหล่งของแคลเซียมธรรมชาติได้เป็นอย่างดี [1] การทดแทนแป้งสาลีด้วยผงกระดูกปลาป่นในคุกกี้ได้รับการศึกษาโดย Abdel-Moemin [2] นอกจากนั้นผลิตภัณฑ์เสริมผงโปรตีนปลาที่ได้รับการศึกษาเช่นกัน [3] การเสริมสารดังกล่าวทำให้เพิ่มปริมาณแร่ธาตุทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ได้ อย่างไรก็ตามการทดแทนผงโปรตีนปลาและผงกระดูกปลาป่นยังพบวก่อให้เกิดข้อขัดข้องด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส อันเนื่องมาจากกลิ่นรสผิดปกติของโปรตีนกลั่นเนื้อและไขมันที่หลงเหลืออยู่ ดังนั้นการเสริมแร่ธาตุธรรมชาติในคุกกี้ด้วยผงกระดูกปลาควรได้รับการพัฒนาเพื่อลดผลกระทบต่อการยอมรับด้านกลิ่นรส

ผงกระดูกปลา (Fish bone powder) ผลิตได้จากก้างหรือกระดูกปลาซึ่งเป็นของเหลือใช้หรือผลพลอยได้จากการแปรรูปปลา กระบวนการผลิตผงกระดูกปลานิลดังที่เคยได้รับการพัฒนาโดย [4] มีขั้นตอนการกำจัดโปรตีนกลั่นเนื้อและไขมันผงที่ได้จึงน่าจะมีส่วนในการลดผลกระทบด้านกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์คุกกี้ได้ นอกจากนั้นผงกระดูกปลาที่ผลิตได้ยังเป็นแหล่งของโปรตีนคอลลาเจนและแร่ธาตุธรรมชาติได้เป็นอย่างดี [5]-[6] โดยเฉพาะแคลเซียมที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาการของกระดูกและฟัน ผงกระดูกปลาที่ได้มีส่วนช่วยเพิ่มแคลเซียมธรรมชาติในไส้กรอกปลา [7] และหมูยอ [8] ได้เป็นอย่างดี การเสริมผงกระดูกปลาในขนมปังก็ได้รับการศึกษาและพบว่าแคลเซียมในผลิตภัณฑ์ขนมปังมีส่วนถูกย่อยได้เป็นอย่างดี [9] การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ได้มีการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีอเนกประสงค์ในผลิตภัณฑ์ [10] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งข้าวโอ๊ตในคุกกี้เนยเพื่อลดการหืน [11]

การพัฒนาคุกกี้ในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ผงกระดูกปลาในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์คุกกี้โดยไม่กระทบต่อคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภค ผลการศึกษาน่าจะนำไปสู่การใช้ประโยชน์สูงสุดจากอุตสาหกรรมแปรรูปปลาเพื่อการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่สอดคล้องกับนโยบายการลดของเสียในห่วงโซ่อุปทานและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2.วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1การผลิตผงกระดูกปลา

ผงกระดูกปลาได้รับการผลิตตามวิธีการที่ดัดแปลงมาก่อนหน้านี้ [4] ก้างปลาตุก ปลานิล และ ปลาตะเพียน ถูกนำไปให้ความร้อนในสารละลายต่าง (โซเดียมไฮดรอกไซด์) อัตราส่วน 1:2 ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นและแช่ข้ามคืน กระดูกที่ผ่านการแช่แล้วถูกนำมากรองแยกสารละลายออกตามด้วยการล้างด้วยน้ำประปาจนสารละลายเป็นกลาง นำกระดูกปลาที่ได้ไปให้ความร้อนสูงภายใต้ความดันด้วยหม้อนึ่งอัดความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 1 ชั่วโมง อบกระดูกที่ได้ด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ข้ามคืน นำกระดูกปลาที่ได้ไปบดด้วยเครื่องบดละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 200 mesh ผงกระดูกที่ได้ถูกนำไปเก็บไว้ในถุงพลาสติกในโถดูดความชื้น ณ อุณหภูมิห้อง ก่อนนำไปใช้ในการศึกษาขั้นตอนต่อไป

2.2 การผลิตคุกกี้เสริมผงกระดูกปลา

ส่วนผสมของคุกกี้ได้รับการจัดเตรียมดังตารางที่ 1 ผสมส่วนผสมที่เป็นผง ได้แก่ แป้งสาลี (ที่ผ่านการร่อนแล้ว) ผงกระดูกปลา ผงฟู และวานิลลาให้เข้ากันดีด้วยเครื่องปั่นผสม (ยี่ห้อ NANOTECH รุ่น NT-B5) และพักไว้ 5 นาที จากนั้นทำการผสมเนยสดกับเนยเทียมและน้ำตาลไอซิ่งโดยการตีปั่นด้วยเครื่องปั่นหัวใบไม้ที่ระดับความเร็วปานกลาง นาน 6 นาที ลดความเร็วลง ขณะปั่นผสมด้วยความเร็วต่ำ เติมน้ำเกลือและผสมที่เป็นผง ตีผสมพอเข้ากัน (รวมเวลาปั่นที่ความเร็วต่ำประมาณ 3 นาที) ใช้ไม้พายยางกวนส่วนผสมให้เข้ากัน ตักส่วนผสมใส่อุปกรณ์บีบคุกกี้ก่อนทำการบีบเนื้อคุกกี้ลงถาด ครึ่งละ 10 กรัม จนหมด ทำการอบคุกกี้ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 นาที นำคุกกี้ที่สุกแล้วออกจากเตา พักให้เย็นบนตะแกรง แบ่งบรรจุใส่ถุงพลาสติกถ่วงละ 100 กรัม เพื่อเก็บแช่เย็นที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) เพื่อรอการวิเคราะห์และประเมินคุณภาพต่อไป

ตารางที่ 1 ส่วนผสมคูกี้เนยสูตรควบคุมและสูตรทดแทนแป้งสาลีด้วยผงกระดุกปลาชนิดต่าง ๆ ที่ร้อยละ 10

สูตร	ส่วนผสม (กรัม)									
	ผงกระดุกปลาชนิดต่าง ๆ			แป้งสาลี	น้ำตาล	เนย	เนยเทียม	ไข่ไก่	วานิลลา	ผงฟู
	ปลาดุก	ปลานิล	ปลาดตะเพียน							
ควบคุม	0	0	0	300	125	100	130	65	5	5
ผงกระดุกปลาดุก	30	0	0	270	125	100	130	65	5	5
ผงกระดุกปลานิล	0	30	0	270	125	100	130	65	5	5
ผงกระดุกปลาดตะเพียน	0	0	30	270	125	100	130	65	5	5

2.3 การประเมินทางประสาทสัมผัส

การยอมรับด้านประสาทสัมผัสได้ถูกประเมินโดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการอบรมมาแล้วจำนวน 30 คน ทำการประเมินความชอบคูกี้แต่ละสูตรในด้านต่างๆ ดังนี้ คือลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม โดยใช้แบบทดสอบแบบ 9 ระดับ (9-points hedonic scale) (9 = ชอบมากที่สุด 8 = ชอบมาก 7 = ชอบปานกลาง 6 = ชอบเล็กน้อย 5 = เฉย ๆ 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 3 = ไม่ชอบปานกลาง 2 = ไม่ชอบมาก 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) และนำคะแนนความชอบที่ได้จากแต่ละคนสำหรับแต่ละสูตรมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.4 การทดสอบค่าสี

ค่าสีของตัวอย่างคูกี้ที่ได้รับการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Spectrophotometer แสดงผลเป็นค่า L^* คือ ค่าความสว่าง (Lightness) a^* คือ ค่าสีแดงหรือสีเขียว (a เป็น + วัดภูมิสีแดง ส่วน a เป็น - วัดภูมิสีเขียว) และค่า b^* คือ ค่าสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (b เป็น + วัดภูมิสีเหลือง ส่วน b เป็น - วัดภูมิสีน้ำเงิน) รายงานค่าดังกล่าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

2.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

คูกี้แต่ละสูตรได้รับการประเมินองค์ประกอบทางเคมีอย่างหยาบตามวิธีการมาตรฐานของ AOAC(2000) วิเคราะห์หาความชื้นด้วยการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง การวิเคราะห์ปริมาณไขมันทั้งหมดโดยการสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนทั้งหมดโดยประเมินจากปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและแปลงเป็นค่าโปรตีนด้วยตัวคูณ 6.25 (Conversion factor) ปริมาณเถ้าทั้งหมดได้จากการเผาเถ้าแห้ง รายงานค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 3 ซ้ำ

2.6 การวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม

ปริมาณแคลเซียมในคูกี้สูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือ คูกี้เสริมผงกระดุกปลาดุก ได้รับการคัดเลือกเพื่อหาปริมาณแคลเซียมด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอ็บซอร์ปชันสเปกโตรสโคปี (Atomic Absorption Spectroscopy, AAS) โดยตัวอย่างคูกี้ถูกย่อยด้วยกรดไนตริก (ร้อยละ 69) ด้วยสัดส่วน 1:5 ทำการกรองและปรับปริมาณก่อนนำส่วนใสไปตรวจวัดปริมาณแคลเซียมที่ค่าดูดกลืนคลื่นแสงของอะตอมของธาตุแคลเซียมที่ 422.67 รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ยจากการตรวจวัด 3 ซ้ำ

2.7 การวิเคราะห์ทางสถิติ

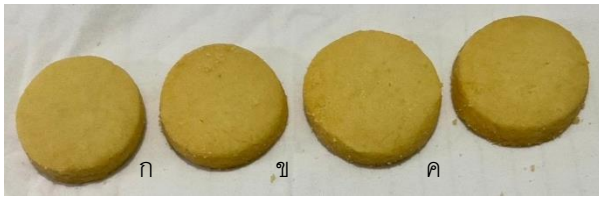
ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองถูกวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS ด้วยวิธี One Way ANOVA test ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของชุดข้อมูลด้วยวิธี Duncan's multiple rang test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ผลการวิจัย

จากผลการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการผลิตคูกี้เสริมผงกระดุกปลาได้รับการพัฒนามาก่อนหน้านี้ ข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าการเติมผงกระดุกปลาที่ระดับมากกว่าร้อยละ 10 ส่งผลให้ความชอบโดยรวมที่ประเมินทางประสาทสัมผัสมีค่าต่ำ (น้อยกว่า 5 ใน 9) (ไม่ได้แสดงข้อมูล) ผลดังกล่าวนำมาสู่การเลือกปริมาณของผงกระดุกปลาที่ร้อยละ 10 เพื่อต่อยอดในการศึกษาผลของผงกระดุกปลาชนิดต่างๆ ต่อคุณภาพโดยรวมของคูกี้ คูกี้เสริมผงกระดุกปลาได้รับการผลิตจนประสบความสำเร็จและได้คูกี้ที่มีลักษณะปรากฏที่คล้ายคลึงกันจนไม่อาจแยกแยะได้ด้วยตาเปล่า (รูปที่ 1) ดังนั้น ผลการประเมินและตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอื่น ๆ จึงได้ถูกนำมาใช้เพื่อประเมินคุณภาพของคูกี้สูตรต่าง ๆ

3.1 ผลการทดสอบค่าสี

ค่าสีของคุกกี้ตัวอย่างควบคุมและคุกกี้สูตรผงกระดุกปลาชนิดอื่น (ตารางที่ 2) ในขณะที่เป็นสีแดงและความเป็นสีเหลือง กลับพบว่ามีความมากในตัวอย่างคุกกี้สูตรผงกระดุกปลา ข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าการเสริมผงกระดุกปลาทำให้คุกกี้มีสีชาวลดลงและมีความเป็นสีน้ำตาลอมแดงเพิ่มมากขึ้น ลักษณะปรากฏดังกล่าวน่าจะเป็นคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ประเภทนี้



รูปที่ 1 คุกกี้สูตรควบคุม (ก) สูตรผงกระดุกปลา (ข) ผงกระดุกปลานิล (ค) และ ผงกระดุกปลาตะเพียน (ง)

ตารางที่ 2 ค่าสีของคุกกี้เสริมผงกระดุกปลาชนิดต่าง ๆ ที่ร้อยละ 10

สูตรคุกกี้	ค่าสี		
	L	*a*	*b*
ควบคุม	87.66±0.02 ^a	10.64±0.02 ^c	45.72±0.05 ^b
ผงกระดุกปลา	81.44±0.11 ^c	13.27±0.13 ^a	47.64±0.16 ^a
ผงกระดุกปลานิล	87.44±0.40 ^a	10.11±0.13 ^d	45.42±0.52 ^b
ผงกระดุกปลาตะเพียน	84.17±0.29 ^b	11.98±0.16 ^b	45.90±0.25 ^b

^{a-d} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05), *ค่า Mean±SE จากการทดลอง 3 ซ้ำ

3.2 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส

การประเมินทางประสาทสัมผัสอย่างเป็นระบบได้ถูกนำมาใช้เพื่อประเมินการยอมรับต่อคุณภาพของคุกกี้สูตรต่าง ๆ

อย่างไรก็ตามการประเมินทางประสาทสัมผัสอย่างเป็นระบบได้ถูกนำมาใช้เพื่อประเมินการยอมรับต่อคุณภาพของคุกกี้สูตรต่าง ๆ ผลการประเมินโดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการอบรม (Trained panelists) ไม่พบความแตกต่างของการยอมรับของผู้บริโภคด้านลักษณะปรากฏ สี และเนื้อสัมผัส (ตารางที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะปรากฏดังแสดงในรูปที่ 1 เป็นที่น่าสังเกตว่า การยอมรับด้านกลิ่นรสของคุกกี้เสริมผงกระดุกปลาได้รับการยอมรับที่ลดลงในสูตรที่มีการเสริมผงกระดุกปลานิลและปลาตะเพียน หากแต่เสริมผงกระดุกปลาตุ๋นยังคงมีความไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมซึ่งให้ค่าการยอมรับกลิ่นรสที่ดีที่สุด ผลดังกล่าวส่งผลกระทบต่อค่าความชอบโดยรวมของคุกกี้ชนิดต่าง ๆ

ตารางที่ 3 การประเมินทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่เติมผงกระดุกปลาชนิดต่าง ๆ ที่ร้อยละ 10

สูตรคุกกี้	คุณลักษณะด้านประสาทสัมผัส				
	*ลักษณะที่ปรากฏ	*สี	*กลิ่นรส	*เนื้อสัมผัส	*ความชอบโดยรวม
ควบคุม	7.87±1.11 ^a	7.53±1.41 ^a	7.87±1.14 ^a	7.80±1.19 ^a	8.13±0.90 ^a
ผงกระดุกปลา	7.73±1.29 ^a	7.93±1.05 ^a	7.20±1.75 ^{ab}	7.73±0.94 ^a	7.53±1.25 ^{ab}
ผงกระดุกปลานิล	7.70±1.37 ^a	7.80±0.93 ^a	6.63±1.54 ^b	7.47±1.22 ^a	7.37±1.59 ^b
ผงกระดุกปลาตะเพียน	7.87±1.22 ^a	8.03±1.00 ^a	6.80±1.58 ^b	7.33±1.27 ^a	7.30±1.26 ^b

^{a-b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05) (n=30) *ค่า Mean±SE

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าความชอบโดยรวมของคุกกี้มีค่าลดลงเมื่อเสริมผงกระดุกปลานิลและปลาตะเพียน

ที่ร้อยละ 10 ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาที่พบว่า การเสริมผงกระดุกปลาจากปลานิลที่ร้อยละ 24

ในคูกี้ทำให้ค่าการยอมรับลดลง [2] อย่างไรก็ตาม การเสริมผงกระดูกปลาตุกที่ระดับดังกล่าวยังคงได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมในระดับที่ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการศึกษาดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าการใช้ผงกระดูกปลาตุกเป็นแหล่งแร่ธาตุธรรมชาติเพื่อเสริมในผลิตภัณฑ์คูกี้ที่ร้อยละ 10 ไม่กระทบต่อปัจจัยคุณภาพด้านประสาทสัมผัส

3.3 องค์ประกอบทางเคมีคูกี้เสริมผงกระดูกปลา

คูกี้ที่ผลิตได้แต่ละสูตรมีความชื้นที่ต่ำ (ตารางที่ 4) ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์จะมีความเสถียรและสามารถเก็บรักษาได้นาน การทดแทนผงกระดูกปลาทำให้ค่าความชื้นของคูกี้ลดลงเพิ่มมากขึ้น อาจเนื่องมาจากการลดแป้งสาลีทำให้ความสามารถในการจับโมเลกุลของน้ำลดลง เมื่อมีการทดแทนผงกระดูกปลาชนิดต่าง ๆ พบว่าส่งผลต่อปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรตที่ต่างกัน โดยการเสริมผงกระดูกช่วยเพิ่มโปรตีนให้กับผลิตภัณฑ์และแหล่งของโปรตีนที่ดีคือผงกระดูกจากปลาตุกและปลาตะเพียน ส่วนปริมาณไขมันพบว่าการเสริมกระดูกปลานิลในคูกี้ทำได้

ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันลดลงเล็กน้อยซึ่งไม่น่าจะกระทบต่อความรู้สึกขณะเคี้ยวอาหาร (Mouth feel) ในขณะที่ปริมาณไขมันในคูกี้ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยผงกระดูกปลา พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นจากสูตรควบคุมประมาณ 4 เท่า ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าปริมาณแร่ธาตุทั้งหมดในผลิตภัณฑ์มีค่าเพิ่มมากขึ้น ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีชี้ให้เห็นว่าผงกระดูกปลาสามารถเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการโดยการเพิ่มแร่ธาตุธรรมชาติให้กับคูกี้ได้เป็นอย่างดี แคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่พบมากในผงกระดูกปลา โดยผงกระดูกปลานิลพบว่ามีค่าร้อยละ 75.83 ± 0.12 [4] ดังนั้นการเสริมผงกระดูกปลาในคูกี้ก็น่าจะมีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณแคลเซียมธรรมชาติในคูกี้ได้ เมื่อพิจารณาผลการประเมินทางประสาทสัมผัสและผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่าคูกี้เสริมผงกระดูกปลาตุกเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมและมีคุณค่าทางโภชนาการที่เพิ่มขึ้นไม่ว่าจะเป็นปริมาณโปรตีนและไขมันทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นและปริมาณไขมันที่ลดลง ดังนั้น จึงควรแก่การนำไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมเพื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมต่อไป

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของคูกี้เสริมผงกระดูกปลาชนิดต่าง ๆ ที่ร้อยละ 10

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)				
สูตรคูกี้	*ความชื้น	*โปรตีน	*ไขมัน	*เถ้า
ควบคุม	2.35 ± 0.05^a	6.30 ± 0.24^b	32.48 ± 0.29^b	1.20 ± 0.05^d
ผงกระดูกปลาตุก	1.43 ± 0.03^c	7.02 ± 0.03^a	31.99 ± 0.12^c	4.42 ± 0.10^b
ผงกระดูกปลานิล	1.80 ± 0.02^b	6.53 ± 0.09^b	32.80 ± 0.05^a	4.88 ± 0.12^a
ผงกระดูกปลาตะเพียน	1.86 ± 0.07^b	6.97 ± 0.36^a	32.35 ± 0.05^b	4.15 ± 0.02^c

^{a-d} ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มหนึ่งแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$), *ค่า Mean $\pm$ SE จากการทดลอง 3 ซ้ำ

3.4 ปริมาณแคลเซียม

ปริมาณแคลเซียมในคูกี้เสริมผงกระดูกปลาตุกซึ่งได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมเป็นอย่างดี ได้รับการตรวจวิเคราะห์ ผลการศึกษาค้นพบว่าค่า 8.33 มิลลิกรัม/กรัม ในขณะที่คูกี้สูตรควบคุมมีค่าดังกล่าวอยู่ที่ 2.12 มิลลิกรัม/กรัม ข้อมูลนี้ชี้ให้เห็นว่าการเติมผงกระดูกปลาตุกร้อยละ 10 ทำให้ปริมาณแคลเซียมเพิ่มมากขึ้นประมาณ 4 เท่า สอดคล้องเป็นอย่างดีกับปริมาณการเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุทั้งหมด (ตารางที่ 4) ดังนั้นการนำคูกี้หรือกระดูกปลาที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากการแปรรูป

มาผลิตเป็นผงกระดูกทำให้เกิดประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องจากการแปรรูปปลาได้ ผงกระดูกที่ได้มีศักยภาพในการเป็นสารเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์คูกี้ได้เป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มโปรตีนหรือแร่ธาตุธรรมชาติ การเสริมผงดังกล่าวในผลิตภัณฑ์อาหารในปริมาณที่เหมาะสม นอกจากจะไม่กระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แล้วยังเป็นช่องทางในการเสริมแร่ธาตุธรรมชาติให้กับผู้บริโภคได้ โดยเฉพาะแร่ธาตุที่จำเป็นสำหรับพัฒนาการของกระดูกและฟัน อย่างเช่น แคลเซียม การรับแคลเซียมธรรมชาติน่าจะมีผลดีต่อพัฒนาการของร่างกายมากกว่าการเสริมแคลเซียมในรูปของ

เกลืออนินทรีย์ มีรายงานวิจัยในก่อนหน้านี้ว่าการได้รับแคลเซียมธรรมชาติมีผลต่อการออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้ดีในหนูทดลอง การเติมผงกระดูกในขนมปังและนำไปเป็นส่วนผสมในอาหารสำหรับหนูทดลอง [9] พบว่าอาหารหนูที่เตรียมจากขนมปัง (Bread based diet) ที่มีส่วนผสมของผงกระดูกช่วยเพิ่มปริมาณแคลเซียมที่เอื้ออำนวยต่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อร่างกาย (Bioavailable calcium) การนำผลพลอยได้ของการแปรรูปปลามาใช้ประโยชน์ต่อเนื่องในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารยังส่วนหนึ่งในการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมเกษตรด้วยการใช้ทรัพยากรปลาอย่างคุ้มค่าตามนโยบายการผลิตที่มีของเสียเป็นศูนย์ (Zero-waste production) ของการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารอย่างยั่งยืน

4. สรุปผลการวิจัย

คุกกี้เพื่อสุขภาพที่พัฒนาจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงกระดูกปลาคูที่ร้อยละ 10 มีความเป็นไปได้ในการผลิตเนื่องจากไม่กระทบต่อคุณภาพและได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิม กระบวนการดังกล่าวมีส่วนช่วยเพิ่มโปรตีนแร่ธาตุทั้งหมด และแคลเซียมธรรมชาติในผลิตภัณฑ์ กระดูกหรือก้างปลาที่เป็นผลพลอยได้ของการแปรรูปจึงมีศักยภาพในการเก็บเกี่ยวเพื่อนำกลับมาเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์คุกกี้ได้

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณความช่วยเหลือในการวิเคราะห์แคลเซียมในคุกกี้จาก ผศ.ดร. มานพ ศรีอุทธา ขอขอบคุณคณะสหวิทยาการมหาวิทยาลัยขอนแก่น สำหรับการอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานศึกษาวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Larsen, T. and et al, "Whole small fish as a rich calcium source", *British Journal of Nutrition*, 83(2), p191-196, 2000.
- [2] Abdel-Moemin, A.R. "Healthy cookies from cooked fish bones", *Food Bioscience*, 12, p114-121, 2015.

- [3] Souza, M.L.R. and et al. "Fish carcass flour from different species and their incorporation in tapioca cookies", *Future Foods* 5, p1-8, 2002.
- [4] Hemung, B. "Properties of Tilapia Bone Powder and Its Calcium Bioavailability Based on Transglutaminase Assay", *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 3(4), p306-309, 2013.
- [5] Sriuttha, M., Chantarangsee, M. and Hemung, B. "Characteristics of Tilapia Bone Powder and Calcium Extraction by Acid Solution". *Asian Journal of Chemistry* 26, pS103-S106, 2014.
- [6] Malde, M. K. and et al. "Calcium from salmon and cod bone is well absorbed in young healthy men: a double-blinded randomized crossover design". *Nutrition and Metabolism* 7, p1-9, 2010.
- [7] Hemung, B. and Sriuttha, M. "Effects of tilapia bone calcium on the qualities of tilapia sausage", *Kasetsart Journal: Natural Science*, 48, p790-798, 2014.
- [8] Chanshotikul, N. and et al., "Increasing calcium and dietary fiber of Mu Yo using fish bone and konjac flour", *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*, 23(01), p1-8, 2018.
- [9] Juma, S., Sohn, E. and Arjmandi, B. "Calcium-enriched bread supports skeletal growth of young rats", *Nutrition Research* ,19(3), p389-399, 1999.
- [10] โสมรัตน์ กล้ากล่อมจิตร, ชุตติพร วุฒิ และ อนุชา ลิ้มหา พงศธร "การพัฒนาลิขสิทธิ์คุกกี้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ไส้สับปะรด", *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, ปีที่ 27(2), , หน้า 1357-1374, 2565.
- [11] ทิววรรณ วิลามาศ, นฤมล บุญช่วย และ นภมณี มงคล ประเสริฐ "การทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งข้าวโอ๊ตในคุกกี้เนยเพื่อลดการหิวน้ำ", *การเกษตรราชภัฏ*, ปีที่ 7(2), หน้า 39-48, 2551.