สมบัติทางเคมีกายภาพ และการประเมินทางประสาทสัมผัสของคุกกี้เนยเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น

Physicochemical Properties and Sensory Evaluation of Butter Cookies Fortified with Fiber from Edamame Soybean Residue Flour

แพรวโพยม เพ็ชรเอี่ยม, วรินดา สุรินทร์ และ ธิดารัตน์ หน่อสุวรรณ*

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Phraeophoyom Phetaiam, Warinda Surin and Tidarat Norsuwan*

Faculty of Agricultural Technology, Chiang Mai Rajabhat University.

Received: March 28, 2024 ; Revisions: June 8, 2024 ; Accepted: June 18, 2024

บทคัดย่อ

ความต้องการผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ปราศจากกลูเตน และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีเพิ่มขึ้น กากถั่วแระญี่ปุ่นเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำนมถั่วแระญี่ปุ่น ซึ่งอุดมไปด้วยเส้นใย และโปรตีน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นในคุกกี้เนย โดยการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นที่ 0, 15, 30, 45, 60% พบว่า คุกกี้ที่มีการเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลให้ค่าความแข็งและความกรอบของคุกกี้ลดลง ($P < 0.05$) (1.52-4.45 N และ 2.17-7.67 Count peak + ตามลำดับ) ปริมาณเส้นใยและโปรตีนเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) (0.95-9.99% และ 30.43-59.89% ตามลำดับ) และค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม มีค่าลดลง ($P < 0.05$) ดังนั้นการเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นในคุกกี้เนยที่ 15% ให้ค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากคุกกี้ที่ไม่มีการเสริมเส้นใย ($P \geq 0.05$) โดยคุกกี้ที่เสริมเส้นใยที่ 15% มีค่าความกรอบสูงกว่า ($P < 0.05$) มีปริมาณเส้นใย และโปรตีน เท่ากับ 2.58 และ 41% ตามลำดับ งานวิจัยนี้จึงใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มปริมาณเส้นใยและโปรตีนให้กับคุกกี้เนย ลดของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต และเพิ่มมูลค่าให้กับกากถั่วแระญี่ปุ่น

คำสำคัญ: ถั่วแระญี่ปุ่น; กาก; แป้ง; คุกกี้; เส้นใย

Abstract

The demand for bakery products that meet criteria such as being gluten-free and nutritious is increasing. Edamame soybean residue, a byproduct derived from the production of Edamame

*Corresponding author: tidarat_nor@g.cmru.ac.th

soybean milk, is renowned for its abundant fiber and protein content. The aim of this study was to investigate the fortification of fiber in butter cookie products using Edamame soybean residue flour (ESRF) by substituting wheat flour with ESRF at levels of 0, 15, 30, 45, and 60%. This research found that cookies enriched with higher fiber levels and supplemented with ESRF showed a significant decrease in hardness and crispness ($P < 0.05$) (1.52-4.45 N and 2.17-7.67 Count peak +, respectively), while experiencing an increase in both fiber and protein content ($P < 0.05$) (0.95-9.99% and 30.43-59.89%, respectively). Nevertheless, sensory evaluations revealed a notable decline in acceptance of color, texture, taste, and overall liking ($P < 0.05$). Therefore, the addition of fiber from ESRF in butter cookies at a 15% level resulted in similar sensory acceptability compared to cookies without this fiber supplementation ($P \geq 0.05$). However, the 15% fiber-enhanced cookies displayed significantly increased crispness ($P < 0.05$), along with fiber and protein contents measuring 2.58 and 41%, respectively. This study provides a framework for improving the nutrition of cookies, minimizing production waste, and enhancing the market value of ESRF.

Keywords: Edamame soybean; Residue; Flour; Cookies; Fiber

1. บทนำ

โดยทั่วไป คุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลี จัดเป็นผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวพร้อมรับประทานที่มีความสะดวกและเป็นผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาได้ง่าย มีจำหน่ายอย่างมากมายในหลากหลายรูปแบบ และราคาไม่แพง นอกจากนี้ ความง่ายในการผลิต การบริโภค การพกพาที่สะดวก และอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานของคุกกี้ ทำให้คุกกี้เป็นตัวเลือกยอดนิยมในกลุ่มผู้บริโภคทุกวัย (Krajewska, & Dziki, 2023) แต่อย่างไรก็ตาม คุกกี้ประกอบด้วยส่วนผสมหลักคือ แป้งสาลี น้ำตาล ไขมัน และน้ำ ที่ผสมเข้าด้วยกันกับส่วนผสมอื่น (ผงฟู นมไขมันต่ำ และอิมัลซิไฟเออร์ เป็นต้น) เพื่อเกิดเป็นโด (Dough) ที่มีการสร้างโครงข่ายของกลูเตน (Gluten) ที่ดี ดังนั้นคุณสมบัติและปริมาณของส่วนผสมที่ใช้จึงเป็นตัวกำหนดคุณภาพของคุกกี้ (Lalmuanpuia, Singh, & Verma, 2017) นอกจากนี้ ส่วนผสมดังกล่าว ทำให้คุกกี้เป็นอาหารที่มีแคลอรีสูง แต่ในทางกลับกัน คุกกี้มีเส้นใยอาหารและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในระดับต่ำอีกด้วย ดังนั้น ถ้ารับประทานคุกกี้ที่มีน้ำตาลและไขมันอิ่มตัวเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่สูง จึงมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคอ้วนและเบาหวานได้ (Aggarwal, Sabikhi, & Sathish Kumar, 2016) การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งผสมหรือการเสริมโปรตีน เส้นใยอาหาร และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพมากขึ้น เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ตลอดจนการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ให้มีปริมาณน้ำตาล ไขมัน และแคลอรีที่ลดลงหรือต่ำ โดยการทดแทนหรือปรับเปลี่ยนส่วนผสมของคุกกี้ จึงเป็นแนวโน้มล่าสุดในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ขนมอบ เช่น คุกกี้ที่มีการเสริมสารต้านอนุมูลอิสระจากผลไม้และผลพลอยได้จากผลไม้ คุกกี้ที่มีการเสริมกากแอบเปิ้ล และคุกกี้ที่มีการเสริม

สารโพลิฟีนอลและสารต้านอนุมูลอิสระจากเปลือกถั่วลิสง เป็นต้น (Krajewska, & Dziki, 2023; Zlatanović et al., 2019; de Camargo, Vidal, Canniatti-Brazaca, & Shahidi, 2014)

ถั่วเหลืองฝักสด (Vegetable soybean) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max* (L.) Merrill หรือเรียกทั่วไปว่าถั่วแระ ถั่วเหลืองฝักสด ยังเป็นที่รู้จักกันในนาม “Edamame” (ญี่ปุ่น), “Mao dou” (จีน), “Poot kong” (เกาหลี), Beer beans, Sweet beans และ Green soybeans (ในส่วนอื่นๆ ของโลก) ถั่วเหลืองฝักสด เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมไปด้วยโปรตีนที่ย่อยได้ (13% ที่ระยะ R6) คาร์โบไฮเดรต (20-30%) ลิปิด (19%) กรดไขมันจำเป็น ฟอสฟอรัส เหล็ก แคลเซียม สังกะสี ไทอะมีน ไรโบฟลาวิน วิตามินอี (โทโคเฟอรอล) เส้นใยอาหาร (16%) และน้ำตาล (2.47% soluble sugar) (Agyenim-Boateng et al., 2023; Nair et al., 2023; Song, Liu, Li, & Gu, 2013) นอกจากนี้ Mao dou 100 g ยังมี โฟเลต (462.27 μg FW) แคโรทีนอยด์ (3,935.41 μg FW) และไอโซฟลาโวน (129.26 - 2,359.35 μg/g FW) (Agyenim-Boateng et al., 2023) เนื่องจากถั่วแระญี่ปุ่น เป็นถั่วเหลืองที่ยังเจริญเติบโตไม่สมบูรณ์ (Immature soybeans) จึงอุดมไปด้วยสารอาหาร และให้คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ดี ได้แก่ เมล็ดมีขนาดใหญ่ รสหวานกว่า เนื้อสัมผัสนุ่มนวล การย่อยได้ดีกว่า และรสชาติดีขึ้น ดังนั้นถั่วแระญี่ปุ่นจึงกลายเป็นพืชผลสำคัญและนิยมบริโภคกันทั่วโลก (Song, Liu, Li, & Gu, 2013) แม้ว่าถั่วแระญี่ปุ่นที่เก็บเกี่ยวบางส่วนนำไปแปรรูปเพื่อใช้ในการผลิตขนมขบเคี้ยว ถั่วแระญี่ปุ่นส่วนใหญ่จะต้มในฝักแล้วรับประทานกับเกลือหรือไม่มีเกลือ นอกจากนี้ ถั่วแระญี่ปุ่นยังมีความนิยมนำมาผลิตเป็นน้ำนมถั่วแระญี่ปุ่น ซึ่งจัดเป็นเครื่องดื่มโปรตีนจากพืช (Plant-based protein drinks) ประเภทหนึ่งที่สำคัญ

การผลิตน้ำนมถั่วแระญี่ปุ่นจะได้ส่วนที่เป็นของแข็งที่ไม่ละลายน้ำจากกระบวนการแยกน้ำนมถั่วแระญี่ปุ่นคือ กากถั่วแระญี่ปุ่น ซึ่งกากถั่วแระญี่ปุ่น อุดมไปด้วยเส้นใยอาหาร (Nair et al., 2023; Song, Liu, Li, & Gu, 2013) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจนำกากถั่วแระญี่ปุ่นมาใช้ประโยชน์ในการผลิตเป็นแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น จากนั้นศึกษาการเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนย เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของเส้นใยอาหารและโปรตีนให้กับคุกกี้เนย นอกจากนี้คุกกี้ยังเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่นิยมรับประทานทั่วไปอย่างกว้างขวาง กระบวนการผลิตคุกกี้นั้นไม่ได้ใช้เทคโนโลยีที่มีความซับซ้อน นอกจากนี้ งานวิจัยของ Lu, Liu, & Li (2013) ได้ทำให้ผลิตภัณฑ์แป้งสาลีที่มีการเสริมด้วยผงกากถั่วเหลืองบดที่เหลือจากการทำนมถั่วเหลือง (Okara powder) ให้เป็นที่ยอมรับ ถึงแม้ว่าจากงานวิจัยดังกล่าวจะชี้ให้เห็นว่าการเติมผงกากถั่วเหลืองในปริมาณที่มากเกินไปจะไปเจือจางปริมาณกลูเตนในโด ซึ่งส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความสำเร็จในเชิงพาณิชย์ของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ได้รับการปรับปรุง การเพิ่มเส้นใยอาหารของคุกกี้จึงเป็นสิ่งสำคัญโดยยังคงต้องรักษาเนื้อสัมผัสที่ยอมรับได้ (Li et al., 2020) นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ยังสามารถใช้เป็นแนวทางให้กับโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตน้ำนมถั่วแระญี่ปุ่นหรือน้ำนมจากพืช (Plant-based milk) อื่นๆ (Lorente, Duarte Serna, Betoret, & Betoret, 2023) สามารถนำกากถั่วแระญี่ปุ่นหรือกากจากพืชชนิดอื่นที่เป็นของเหลือทิ้งหรือผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตมาผลิตเป็นคุกกี้เนยที่มีเส้นใยอาหารและโปรตีนสูง กลูเตนต่ำ หรือปราศจากกลูเตน และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับกากถั่วแระญี่ปุ่นอีกด้วย ซึ่งนำไปสู่การลดต้นทุนการผลิตต่อไปได้

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาการเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนย โดยการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นที่ระดับ 0, 15, 30, 45, 60% และศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพ และการประเมินทาง

ประสาทสัมผัสของคุกกี้เสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น งานวิจัยนี้นอกจากสามารถช่วยลดของเสียจากกระบวนการผลิตน้ำนมถั่วแระญี่ปุ่นแล้ว ยังช่วยเพิ่มการใช้ประโยชน์และมูลค่าให้กับกากถั่วแระญี่ปุ่น ตลอดจนใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของเส้นใยอาหารให้กับผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยอีกด้วย

2. วิธีการ

2.1 *วัตถุดิบ*

วัตถุดิบสำหรับการผลิตคุกกี้เนยเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น ประกอบด้วยแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น ซึ่งผลิตจากกากถั่วแระญี่ปุ่น โดยกากถั่วแระญี่ปุ่นเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำนมถั่วแระญี่ปุ่น สายพันธุ์เชียงใหม่ 75 (กากถั่วแระญี่ปุ่นได้จากการปั่นผสมถั่วแระญี่ปุ่นและน้ำเปล่าด้วยเครื่องปั่นผสม จากนั้นทำการแยกกากกับน้ำนมถั่วแระญี่ปุ่นด้วยการกรองด้วยผ้าขาวบาง ซึ่งน้ำนมถั่วแระญี่ปุ่นจะนำไปปรุงรสและต้มให้ความร้อนต่อไป ส่วนกากนำมาผลิตเป็นแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น) แป้งสาลีเอนกประสงค์ (ตราดาวฟ้า) เนยจืด (ตรา UDF) น้ำตาลไอซิ่ง (ตรา BIF) เกลือ (ตราปรุงทิพย์) และวิปปิ้งครีมสด (ตรา Anchor)

2.2 *การเตรียมแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น*

การผลิตแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น โดยทำการอบกากถั่วแระญี่ปุ่น ด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง จากนั้นบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดธัญพืชแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 mesh (ขนาด 180 ไมโครเมตร) บรรจุแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ปิดสนิท เก็บที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส จนกระทั่งนำมาใช้ในการผลิตคุกกี้และการวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ของผลิตภัณฑ์

2.3 *การผลิตคุกกี้เนยเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น*

การผลิตคุกกี้เนยเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น โดยการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นที่ระดับ 0, 15, 30, 45, และ 60% ดัดแปลงสูตรจาก Mudgil, Barak, & Khatkar (2017) โดยชั่งส่วนผสมดัง Table 1 และแผนผังการผลิตคุกกี้เนยเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น แสดงดัง Figure 1

2.4 *การวิเคราะห์ค่าสี โดยวิธี CIE L*, a*, b**

การวัดค่าสีด้านผิวของคุกกี้เนยเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น ด้วยเครื่องวัดสี (Chroma meter, CR-400, KONICA, Japan) โดยค่า L* คือ ค่าความเข้มและความสว่างของสีมีค่า 0-100 ซึ่ง 0 หมายถึง สีที่มืดที่สุด 100 หมายถึง สีที่สว่างที่สุด ค่า a* คือ ค่าสีในช่วงสีแดงและเขียว ซึ่ง +a หมายถึง ความเป็นสีแดง –a หมายถึง ความเป็นสีเขียว ค่า b* คือ ค่าสีในช่วงสีเหลืองถึงน้ำเงิน ซึ่ง +b หมายถึง ความเป็นสีเหลือง –b หมายถึง ความเป็นสีน้ำเงิน การวิเคราะห์ทำได้โดยการเทียบมาตรฐานสีด้วยแผ่นเทียบมาตรฐานสีขาว จากนั้นนำตัวอย่างที่เตรียมมาใส่ลงในภาชนะ แล้วใช้หัววัดสีทาบลงไปบนตัวอย่าง อ่านค่าตำแหน่งการวัดสีที่แตกต่างกันจำนวน 3 ตำแหน่งต่อตัวอย่าง บันทึกค่า

2.5 *การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส*

การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส โดยการวัดค่าความแข็ง (Hardness) และค่า Count peak+ ของคุกกี้ที่มีการเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer, TA.XT plus, Surrey, England)

Table 1 Formulation of ingredients for cookies preparation

Ingredients (%)	Cookies fortified with fiber from Edamame soybean residue flour				
	ESRF0	ESRF15	ESRF30	ESRF45	ESRF60
All-purpose wheat flour	41.32	35.12	28.92	22.72	16.52
Edamame soybean residue flour	0	6.20	12.40	18.60	24.80
Unsalted butter	24.79	24.79	24.79	24.79	24.79
Fresh whipped cream	18.60	18.60	18.60	18.60	18.60
Icing sugar	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47
Salt	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
Baking powder	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

ESRF0, 15, 30, 45, and 60: Substitution of wheat flour with Edamame soybean residue flour at levels of 0, 15, 30, 45, and 60%, respectively.

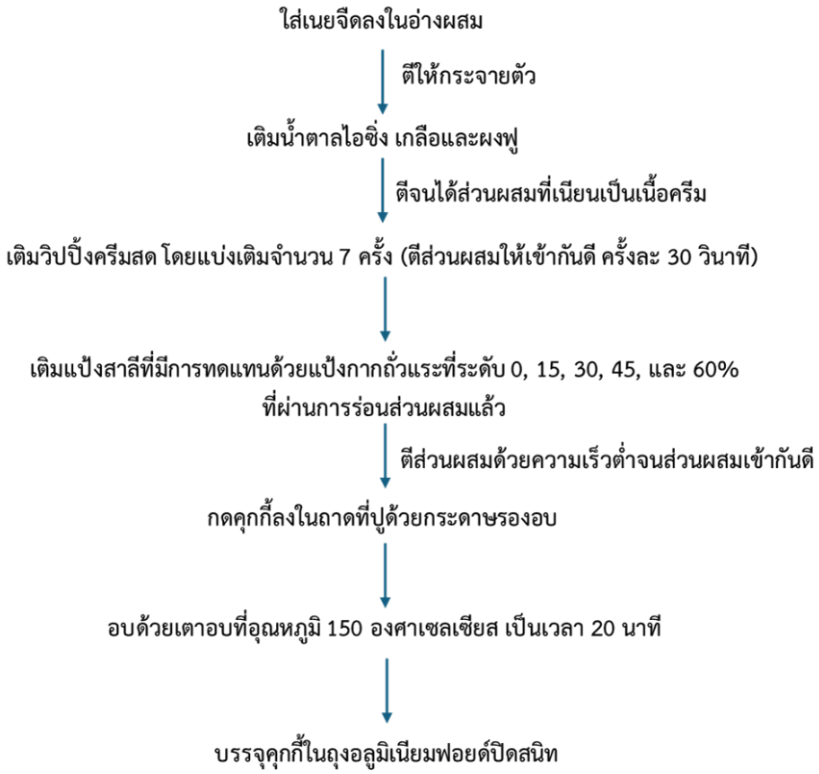

Figure 1 Production of cookies fortified with fiber from Edamame soybean residue flour

ที่มี Load cell ขนาด 50 kg ด้วยหัววัดสแตนเลสทรงกระบอก ขนาด 2 mm (P/2) การทดสอบใช้ Compression mode โดยใช้ค่า Pre-test speed เท่ากับ 3.00 mm/sec ค่า Test speed เท่ากับ 10.00 mm/sec ค่า Post-test เท่ากับ 10.00 mm/sec แรงกดเกิดขึ้นจนกระทั่งถึง 50% ของความสูงของตัวอย่าง (Strain) และ Triggered contact force เท่ากับ 0.5 N ดัดแปลงวิธีจาก Mba et al. (2023)

2.6 *การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี*

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของคุกกี้ที่มีการเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น ประกอบด้วย การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (AOAC, 2000) เถ้า (AOAC, 2000) และองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (AACC, 2000) ได้แก่ ความชื้น โปรตีนอย่างหยาบ ไขมันอย่างหยาบ เส้นใยอย่างหยาบ และคาร์โบไฮเดรต นอกจากนี้ยังทำการวิเคราะห์หาค่าพลังงานในอาหารโดยใช้เครื่อง Bomb calorimeter (Aggarwal, Sabikhi, & Sathish Kumar, 2016)

2.7 *การประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น*

การประเมินทางประสาทสัมผัส โดยการทดสอบความชอบต่อคุกกี้ที่มีการเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาและบุคลากรหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารที่เป็นผู้ทดสอบที่ชอบรับประทานคุกกี้ โดยทำการคัดเลือกจากการทำแบบสอบถาม และผ่านการฝึกฝนด้านการประเมินทางประสาทสัมผัส การประเมินทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบความชอบต่อคุกกี้ ทำการเสิร์ฟตัวอย่างทีละ 1 ตัวอย่าง โดยใช้แผนการเสิร์ฟแบบสุ่มสมดุล และให้ผู้ทดสอบประเมินคะแนนความชอบด้านต่างๆ คือ ความชอบต่อ สี เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยใช้ 9 Point hedonic scale ดัดแปลงวิธีจาก Aggarwal, Sabikhi, & Sathish Kumar (2016)

2.8 *การวางแผนการทดลอง*

การศึกษาผลของการเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของคุกกี้ มีการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ส่วนการวิเคราะห์ผลการศึกษาการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่เสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น มีการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple-Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้โปรแกรม SPSS version 26.0

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

คุกกี้เนยที่มีการเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น โดยการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นที่ระดับ 0, 15, 30, 45 และ 60% ตามลำดับ (ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเบื้องต้น พบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นที่ระดับมากกว่า 60% คุกกี้ไม่สามารถเกิดโครงสร้างได้) โดยแสดงด้วยสัญลักษณ์ ESRF0, ESRF15, ESRF30, ESRF45 และ ESRF60 ตามลำดับ ทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี และการประเมินทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่มีการเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น แสดงผลการวิจัยและวิจารณ์ผลดังนี้

3.1 สมบัติทางกายภาพของคุกกี้ที่มีการเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี L* a* b* ค่าความแข็ง และค่าความกรอบของคุกกี้ที่มีการเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น แสดงผลดัง Table 2 และ 3 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น

Table 2 L*a* b* values of cookies fortified with fiber from Edamame soybean residue flour

Treatments	Color		
	L*	a*	b*
ESRF0	76.82±1.71^{a}	-0.37±0.18^{c}	26.09±0.45^{c}
ESRF15	72.28±1.31^{b}	-1.60±0.90^{b}	28.81±1.13^{b}
ESRF30	69.56±0.93^{b}	-2.85±0.21^{a}	29.19±0.55^{b}
ESRF45	66.30±1.09^{c}	-2.58±1.22^{a}	29.44±0.37^{b}
ESRF60	60.52±0.43^{d}	-2.52±0.63^{a}	30.78±1.10^{a}

All data were reported as mean and standard deviations (n = 3). Values with different superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$).

ESRF0, 15, 30, 45, and 60: Substitution of wheat flour with Edamame soybean residue flour at levels of 0, 15, 30, 45, and 60%, respectively.

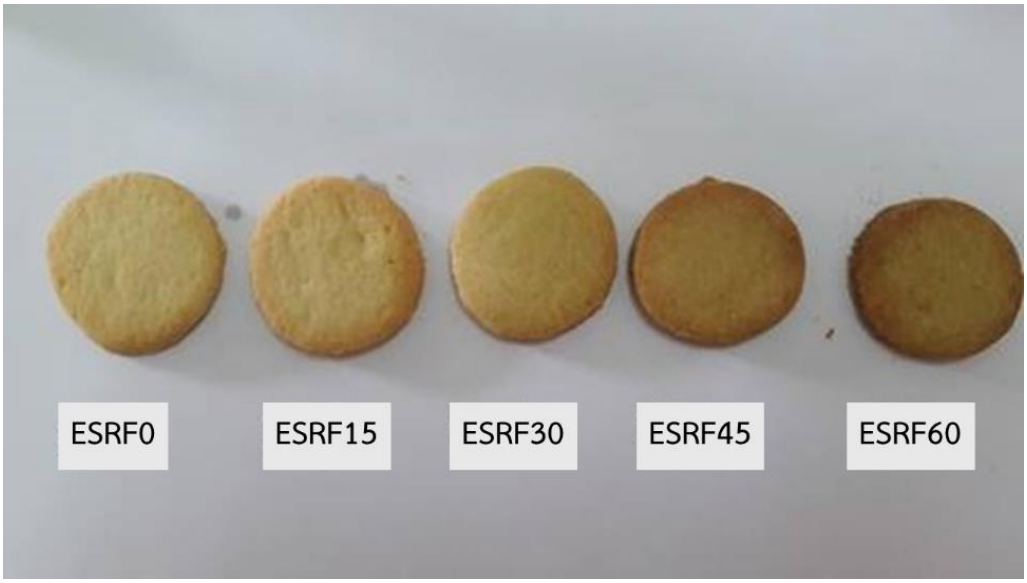

Figure 2 Cookies fortified with fiber from Edamame soybean residue flour ESRF0, 15, 30, 45, and 60: Substitution of wheat flour with Edamame soybean residue flour at levels of 0, 15, 30, 45, and 60%, respectively.

ที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นมากขึ้น พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ของคุกกี้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (Table 2, Figure 2) ส่วนค่าสีเขียว (a*) มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ตามปริมาณแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นที่เพิ่มขึ้น โดยที่ระดับของการเติมแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นที่ 30-60% (ESRF30, ESRF45 และ ESRF60) ให้ค่าสีเขียวไม่แตกต่างกัน ($P \geq 0.05$) นอกจากนี้ ค่าสีเหลือง (b*) ของคุกกี้ มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อระดับของการเสริมแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นมากขึ้น ผลการทดลองที่เกิดขึ้นดังกล่าวอาจเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างน้ำตาลรีดิวส์ และกรดแอมิโนหรือโปรตีนหรือสารประกอบไนโตรเจนอื่น ๆ ที่อยู่ในผลิตภัณฑ์และมีความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Kathuria, Hamid, Gautam, & Thakur, 2023; Amaya-Farfan, & Rodriguez-Amaya, 2021) ซึ่งถั่วแระญี่ปุ่นและแป้งถั่วแระญี่ปุ่น ประกอบด้วยโปรตีน 13 และ 36.15% ตามลำดับ และน้ำตาล ซึ่งกรดแอมิโนที่สำคัญที่พบในถั่วแระญี่ปุ่น คือ แอสพาราจีน (Asparagine) อะลานีน (Alanine) และกลูตาเมต (Glutamate) ส่วนปริมาณน้ำตาลที่สำคัญที่พบในถั่วแระญี่ปุ่นอยู่ในรูปของซูโครส (74%) ฟรุกโตส (3%) และกลูโคส (3%) (Nair et al., 2023; Melanie, & Ignatius Steven, 2020; Song, Liu, Li, & Gu, 2013) ดังนั้นแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น มีกรดแอมิโนหรือโปรตีน และน้ำตาลรีดิวส์ (กลูโคสและฟรุกโตส) ที่เป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาเมลลาร์ด นอกจากนี้ ปฏิกิริยาเมลลาร์ดยังเกิดขึ้นไปพร้อมกับปฏิกิริยาการเกิดคาราเมล (Caramelization) ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของโมเลกุลน้ำตาลด้วยความร้อนสูง และมีการเกิดพอลิเมอร์ของสารประกอบคาร์บอนจนได้เป็นสารคาราเมล (Caramel) ที่มีกลิ่นและรสเฉพาะตัว ดังนั้นคุกกี้ที่มีการเสริมแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นมากขึ้น ทำให้ค่าความสว่าง (L*) ของคุกกี้ลดลง และค่าสีเหลือง (b*) ของคุกกี้มีค่าเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$)

การวิเคราะห์ค่าความแข็ง (Hardness) และค่าความกรอบ (Crispness) ของคุกกี้เสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นในปริมาณแตกต่างกัน (Table 3) พบว่า คุกกี้ที่มีองค์ประกอบของปริมาณแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นที่มากขึ้นส่งผลทำให้

Table 3 Hardness and crispness of cookies fortified with fiber from Edamame soybean residue flour

Treatments	Hardness (N)	Crispness (Count peak +)
ESRF0	4.45 ± 0.33^{a}	5.50 ± 0.55^{b}
ESRF15	3.82 ± 0.60^{c}	7.67 ± 1.21^{a}
ESRF30	3.11 ± 0.35^{c}	2.67 ± 0.82^{cd}
ESRF45	3.81 ± 0.20^{b}	2.17 ± 0.75^{d}
ESRF60	1.52 ± 0.25^{d}	3.67 ± 1.03^{c}

All data were reported as mean and standard deviations (n = 3). Values with different superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$).

ESRF0, 15, 30, 45, and 60: Substitution of wheat flour with Edamame soybean residue flour at levels of 0, 15, 30, 45, and 60%, respectively.

ค่าความแข็งลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยค่าความแข็งของ ESRF15 และ ESRF30 ไม่แตกต่างกัน ($P \geq 0.05$) ส่วนค่าความกรอบของคุกกี้ พบว่า การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นที่ระดับ 15% (ESRF15) มีค่าความกรอบมากกว่า ($P < 0.05$) คุกกี้ที่ไม่มีการเติมแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น (ESRF0) แต่เมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นที่ระดับมากขึ้น 30-60% (ESRF30, ESRF45, ESRF60) ค่าความกรอบมีค่าไม่แตกต่างกัน ($P \geq 0.05$) และมีค่าน้อยกว่า ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับ ESRF0 การที่ค่าความแข็งและความกรอบของคุกกี้มีค่าลดลงเมื่อเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นมากขึ้นนั้น อาจเนื่องจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นมากขึ้น ทำให้ปริมาณโปรตีนกลูเตนลดลง อีกทั้งแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นมีเส้นใยเป็นองค์ประกอบมาก ซึ่งถั่วแระญี่ปุ่นมีเส้นใยอาหารสูงถึง 16% (Nair et al., 2023) เมื่อเสริมแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นมากขึ้น มีผลต่อการเจือจางปริมาณกลูเตนในโดมากขึ้น ซึ่งส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (Lu, Liu, & Li, 2013) ทำให้การยึดเกาะกันของโครงข่ายโครงสร้างของโปรตีนกลูเตน (Gluten network) และโครงข่ายโครงสร้างของสตาร์ช (Starch) ที่เป็นองค์ประกอบของแป้งสาลี ซึ่งประกอบด้วยแอมิโลส (Amylose) และแอมิโลเพคติน (Amylopectin) เกิดขึ้นน้อยลง ส่งผลให้คุกกี้มีค่าความแข็งและความกรอบลดลง (Li et al., 2020; Melanie, & Ignatius Steven, 2020; Mudgil, Barak, & Khatkar, 2017; Lu, Liu, & Li, 2013)

3.2 *สมบัติทางเคมีของคุกกี้ที่มีการเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น*

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น (Moisture) ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) ปริมาณโปรตีน (Protein) ปริมาณไขมัน (Fat) ปริมาณเส้นใย (Fiber) ปริมาณเถ้า (Ash) ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) และค่าพลังงาน (Energy) ของคุกกี้เสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นที่ระดับ 0, 15, 30, 45 และ 60% ตามลำดับ แสดงดัง Table 4 จากผลการทดลอง พบว่า ปริมาณความชื้นของคุกกี้ที่มีการเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นมีค่าอยู่ในช่วง 0.97-3.90% น้ำหนักแห้ง ซึ่งมีค่าปริมาณความชื้นไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของคุกกี้ที่ต้องไม่เกิน 7% โดยน้ำหนัก (มผช.118/2555) นอกจากนี้ปริมาณน้ำอิสระของคุกกี้ในการทดลองนี้ มีค่าอยู่ในช่วง 0.18-0.29 สำหรับค่าปริมาณโปรตีนและเส้นใย พบว่า เมื่อมีการเพิ่มส่วนผสมของแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นผงมากขึ้น ค่าโปรตีนและเส้นใยมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เนื่องจากค่าปริมาณโปรตีนและเส้นใยมีการแปรผันตามปริมาณแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Ghoshal, & Kaushik, 2020) จากงานวิจัยที่ผ่านมารายงานว่า แป้งถั่วแระญี่ปุ่น (Edamame soybean flour) ประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า เท่ากับ 36.15, 20.14, 32.74 และ 3.80 (g/100g น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ (Melanie, & Ignatius Steven, 2020) จากงานวิจัยอื่นรายงานว่า แป้งถั่วแระญี่ปุ่นประกอบด้วยโปรตีน เส้นใย ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า เท่ากับ 48.54, 4.98, 10.27, 22.45 และ 4.59 (g/100g น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ (Napon Janhomklai, Tippawan Wannarat, Pipat Lertkowit, & Tita Foophow, 2021) นอกจากนี้ผงกากถั่วเหลืองบดที่เหลือจากการผลิตนมถั่วเหลือง (Okara powder) ประกอบด้วยโปรตีน เส้นใยอาหาร ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า เท่ากับ 28.5, 55.5, 9.8, 5.1 และ 4.5 (g/100g น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ (Redondo-Cuenca, Villanueva-Suárez, & Mateos-Aparicio, 2008)

Table 4 Chemical composition of cookies fortified with fiber from Edamame soybean residue flour

Treatments	Moisture (%)	Water activity	Protein (%)	Fat (%)	Fiber (%)	Ash (%)	Carbohydrate (%)	Energy (cal/g)^{ns}
ESRF0	0.97 ±0.05^{d}	0.23 ±0.01^{b}	30.43 ±1.97^{e}	30.07 ±0.36^{d}	0.95 ±0.64^{d}	0.76 ±0.00^{b}	37.79 ±2.35^{a}	5760 ±0.08
ESRF15	1.58 ±0.21^{c}	0.18 ±0.00^{d}	41.00 ±5.65^{d}	32.58 ±0.62^{bc}	2.58 ±0.10^{c}	0.77 ±0.00^{b}	23.73 ±6.19^{b}	5851 ±0.01
ESRF30	3.90 ±0.08^{a}	0.29 ±0.01^{a}	46.62 ±1.59^{cd}	30.85 ±2.55^{cd}	3.97 ±0.53^{b}	0.82 ±0.03^{a}	17.74 ±1.47^{c}	5857 ±0.16
ESRF45	2.35 ±0.26^{b}	0.20 ±0.00^{c}	53.68 ±6.38^{bc}	34.44 ±0.38^{a}	4.23 ±0.23^{b}	0.83 ±0.00^{a}	7.41 ±5.41^{e}	6327 ±0.84
ESRF60	1.07 ±0.15^{d}	0.21 ±0.01^{c}	59.89 ±2.19^{a}	20.90 ±0.57^{e}	9.99 ±1.40^{a}	0.77 ±0.02^{b}	8.44 ±3.32^{de}	5852 ±0.11

All data were reported as mean and standard deviations (n = 3). Values with different superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$), ns: not significant ($P \geq 0.05$).

ESRF0, 15, 30, 45, and 60: Substitution of wheat flour with Edamame soybean residue flour at levels of 0, 15, 30, 45, and 60%, respectively.

สำหรับค่าปริมาณไขมัน พบว่า เมื่อมีการเพิ่มส่วนผสมของแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นในคุกกี้มากขึ้นมีผลทำให้ค่าปริมาณไขมัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดย ESRF60 มีปริมาณไขมันน้อยที่สุด ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งอาจเนื่องมาจากแป้งสาลีมีไขมันเป็นองค์ประกอบ เมื่อปริมาณแป้งสาลีในคุกกี้น้อยลง ส่งผลให้ค่าปริมาณไขมันน้อยลง โดยแป้งสาลีมีค่าไขมัน เท่ากับ 2% w/w (Li, Stump, Wu, & Li, 2023; Lin, Gu, & Bian, 2019) สำหรับค่าปริมาณเถ้า พบว่า เมื่อมีการเพิ่มส่วนผสมของแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นมากขึ้นที่ระดับ 15% มีค่าปริมาณเถ้าไม่แตกต่างกัน ($P \geq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับคุกกี้ที่ไม่มีการเสริมแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น ซึ่งเมื่อระดับของการเสริมแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นในคุกกี้มากขึ้นที่ระดับ 30-45% ค่าปริมาณเถ้ามีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สำหรับค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต พบว่า เมื่อมีการเพิ่มส่วนผสมของแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นในคุกกี้มากขึ้น ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เนื่องจากคุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วแระมากขึ้นจะมีสัดส่วนของปริมาณแป้งสาลีน้อยลง จึงส่งผลให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของผลิตภัณฑ์ลดลง นอกจากนี้ เมื่อมีการเพิ่มส่วนผสมของแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นมากขึ้นในคุกกี้ พบว่า ค่าพลังงานในอาหารไม่มีความแตกต่างกัน ($P \geq 0.05$) โดยค่าพลังงานมีค่าอยู่ในช่วง 5,760-6,327 cal/g

3.3 *การประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นผง*

การประเมินทางประสาทสัมผัส โดยการทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น โดยใช้ผู้ทดสอบชิมซึ่งเป็นนักศึกษาและบุคลากรหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร จำนวน 30 คน ด้วย Hedonic 9-point scale โดยทำการทดสอบความชอบด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น แสดงผลดัง Table 5 การประเมินการยอมรับทางประสัมผัสโดยการทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่มีส่วนผสมจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นในระดับที่แตกต่างกัน พบว่า ปริมาณแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นที่ทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้ที่ระดับ 0% และ 15% (ESRF0 และ ESRF15) มีค่าความชอบด้านเนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างกัน ($P \geq 0.05$) นอกจากนี้ คุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นผงมากขึ้นที่ระดับ 30-60% ผู้ทดสอบให้ความชอบด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับคุกกี้ที่ไม่มีการเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น ดังนั้น ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นที่ระดับ 15% ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกันกับคุกกี้ที่ไม่มีการเสริมเส้นใยจากกากถั่วแระญี่ปุ่น โดยค่าความชอบด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาติ และ ความชอบโดยรวมมีค่าอยู่ในช่วง 7.60-8.07, 7.13-7.60, 7.33-7.53 และ 7.60-7.80 ตามลำดับ โดยมีค่าอยู่ในระดับความชอบปานกลาง

Table 5 Sensory preference evaluation of cookies fortified with fiber from Edamame soybean residue flour

Treatments	Sensory characteristic			
	Color	Texture	Taste	Total preference
ESRF0	8.07 ± 1.05^{a}	7.60 ± 1.10^{a}	7.53 ± 1.20^{a}	7.80 ± 0.81^{a}
ESRF15	7.60 ± 1.00^{b}	7.13 ± 1.07^{ab}	7.33 ± 1.24^{a}	7.60 ± 1.00^{a}
ESRF30	6.70 ± 1.15^{c}	6.30 ± 1.26^{c}	6.37 ± 1.50^{b}	6.70 ± 1.26^{b}
ESRF45	6.80 ± 1.24^{c}	6.70 ± 1.21^{bc}	6.50 ± 1.33^{b}	6.90 ± 1.12^{b}
ESRF60	5.57 ± 1.36^{d}	5.03 ± 1.51^{d}	5.60 ± 1.28^{c}	5.70 ± 1.25^{c}

All data were reported as mean and standard deviations (n = 3). Values with different superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$).

ESRF0, 15, 30, 45, and 60: Substitution of wheat flour with Edamame soybean residue flour at levels of 0, 15, 30, 45, and 60%, respectively.

4. สรุป

การเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นในผลิตภัณฑ์คุกกี้ โดยการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นที่ระดับ 0, 15, 30, 45, 60% ศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพ และการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบความชอบของคุกกี้เสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น พบว่า คุกกี้เนยสามารถเสริมเส้นใยจากแป้งกาก

ถั่วแระญี่ปุ่นโดยการทดแทนแป้งสาลีได้สูงสุด 60% โดยให้ค่าโปรตีนและเส้นใยสูงขึ้น ($P < 0.05$) ตามปริมาณแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นที่เพิ่มขึ้น แต่ค่าความแข็งและความกรอบของคุกกี้มีค่าลดลง ($P < 0.05$) อีกทั้งค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม มีค่าลดลง ($P < 0.05$) นอกจากนี้ การเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นโดยการทดแทนแป้งสาลีที่ 15% ให้ค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างจากคุกกี้ที่ไม่มีการเสริมเส้นใยจากแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่น โดยอยู่ที่ระดับความชอบปานกลาง แต่มีค่าความกรอบสูงกว่า ($P < 0.05$) โดยมีปริมาณเส้นใย และโปรตีน เท่ากับ 2.58 และ 41% ตามลำดับ ดังนั้นแป้งกากถั่วแระญี่ปุ่นจึงเป็นแหล่งของเส้นใยและโปรตีนที่มีศักยภาพในการผลิตผลิตภัณฑ์คุกกี้กลูเตนต่ำที่มีเส้นใยและโปรตีนสูง งานวิจัยนี้จึงเป็นแนวทางในการเพิ่มคุณค่าทางด้านโภชนาการให้กับคุกกี้ ลดของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำนมถั่วแระญี่ปุ่น และเพิ่มมูลค่าให้กับกากถั่วแระญี่ปุ่น ซึ่งทำให้เกิดการจัดระบบการผลิตอาหารที่สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางทำให้เกิดความมั่นคงทางอาหารและยกระดับโภชนาการ และส่งเสริมเกษตรกรรมที่ยั่งยืนต่อไป สำหรับแนวทางงานวิจัยในอนาคต อาจทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาของคุกกี้เนยเสริมเส้นใยจากกากถั่วแระญี่ปุ่น และการประยุกต์ใช้สารกลุ่มไฮโดรคอลลอยด์เพื่อปรับลักษณะเนื้อสัมผัสของคุกกี้ต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนทรัพยากรและสถานที่ในการวิจัย และให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วง

6. References

AACC. (2000). *Approved methods of analysis* (10th ed.). St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists.

Aggarwal, D., Sabikhi, L., & Sathish Kumar, M.H. (2016). Formulation of reduced-calorie biscuits using artificial sweeteners and fat replacer with dairy–multigrain approach. *Journal of the Society of Nutrition and Food Science, 2*, 1-7. doi:10.1016/j.nfs.2015.10.001

Agyenim-Boateng, K.G., Zhang, S., Zhang, S., Khattak, A.N., Shaibu, A., Abdelghany, A.M., … Sun, J. (2023). The nutritional composition of the vegetable soybean (maodou) and its potential in combatting malnutrition. *Frontiers in Nutrition*, 9. doi:10.3389/fnut.2022.1034115

Amaya-Farfan, J., & Rodriguez-Amaya, D.B. (2021). Chapter 6 - The Maillard reactions. In D.B. Rodriguez-Amaya & J. Amaya-Farfan (Eds.), *Chemical changes during processing and storage of foods* (pp. 215-263). Academic Press.

AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists.

de Camargo, A.C., Vidal, C.M., Canniatti-Brazaca, S.G., & Shahidi, F. (2014). Fortification of cookies with peanut skins: effects on the composition, polyphenols, antioxidant properties, and sensory quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 62*(46), 11228-11235. doi:10.1021/jf503625p

Ghoshal, G., & Kaushik, P. (2020). Development of soymeal fortified cookies to combat malnutrition. *Legume Science*, *2*(3), e43.

Janhomklai, N., Wannarat, T., Lertkowit, P., & Foophow, T. (2021). Chemical composition and properties of Edamame soybean flour. *Journal of Thai Food Culture*, *3*(1), 21–30. (in Thai)

Kathuria, D., Hamid, Gautam, S., & Thakur, A. (2023). Maillard reaction in different food products: Effect on product quality, human health and mitigation strategies. *Food Control, 153*, 109911. doi:10.1016/j.foodcont.2023.109911

Krajewska, A., & Dziki, D. (2023). Enrichment of cookies with fruits and their by-products: chemical composition, antioxidant properties, and sensory changes. *Molecules, 28*(10) , 4005. doi:10.3390/molecules28104005

Lalmuanpuia, C., Singh, S.S., & Verma, V.K. (2017). Preparation and quality assessment of fortified cookies by using wheat flour, flaxseed flour and carrot pomace. *The Pharma Innovation International Journal, 6*(7), 246-250.

Li, C., Stump, M., Wu, W., & Li, Y. (2023). Exploring the chemical composition, antioxidant potential, and bread quality effects of the nutritional powerhouse: Wheat bran – A mini-review. *Journal of Agriculture and Food Research, 14*, 100898. doi:10.1016/j.jafr.2023.100898

Li, Y., Sun, Y., Zhong, M., Xie, F., Wang, H., Li, L., ... Zhang, S. (2020). Digestibility, textural and sensory characteristics of cookies made from residues of enzyme-assisted aqueous extraction of soybeans. *Scientific Reports, 10*(1), 4222. doi:10.1038/s41598-020-61179-9

Lin, J., Gu, Y., & Bian, K. (2019). Bulk and surface chemical composition of wheat flour particles of different sizes. *Journal of Chemistry, 2019*, 5101684. doi:10.1155/2019/5101684

Lorente, D., Duarte Serna, S., Betoret, E., & Betoret, N. (2023). *2 - Opportunities for the valorization of waste generated by the plant-based milk substitutes industry*. In A. Basile, A. Cassano, & C. Conidi (Eds.), Advanced Technologies in Wastewater Treatment (pp. 25-66). Location: Elsevier.

Lu, F., Liu, Y., & Li, B. (2013). Okara dietary fiber and hypoglycemic effect of okara foods. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre, 2*, 126-132.

Mba, J.C., Paes, L.T., Viana, L.M., Ferreira, A.J.C., Queiroz, V.A.V., Martino, H.S.D., … de Barros, F.A.R. (2023). Evaluation of the physical, chemical, technological, and sensorial properties of extrudates

and cookies from composite sorghum and cowpea flours. *Foods, 12*(17), 3261. Retrieved from https://www.mdpi.com/2304-8158/12/17/3261

Melanie, C., & Ignatius Steven, L. (2020). Utilization of edamame bean flour (Glycine Max L. Merr) in making of high protein and low sugar cookies. Paper presented at the Proceedings of *the 5th International Conference on Food, Agriculture and Natural Resources (FANRes 2019)*.

Mudgil, D., Barak, S., & Khatkar, B.S. (2017). Cookie texture, spread ratio and sensory acceptability of cookies as a function of soluble dietary fiber, baking time and different water levels. *LWT, 80*, 537-542. doi:10.1016/j.lwt.2017.03.009

Nair, R.M., Boddepalli, V.N., Yan, M.-R., Kumar, V., Gill, B., Pan, R.S., ... Somta, P. (2023). Global status of vegetable soybean. *Plants, 12*(3), 609. Retrieved from https: / / www. mdpi. com/ 2223-7747/12/3/609

Napon Janhomklai, Tippawan Wannarat, Pipat Lertkowit, & Tita Foophow. (2021). Chemical composition and properties of Edamame soybean flour. Journal of Thai Food Culture, 3(1), 21-30.

Redondo-Cuenca, A., Villanueva-Suárez, M.J., & Mateos-Aparicio, I. (2008). Soybean seeds and its by-product okara as sources of dietary fibre. Measurement by AOAC and Englyst methods. *Food Chemistry, 108*(3), 1099-1105. doi:10.1016/j.foodchem.2007.11.061

Song, J., Liu, C., Li, D., & Gu, Z. (2013). Evaluation of sugar, free amino acid, and organic acid compositions of different varieties of vegetable soybean (Glycine max [L.] Merr). *Industrial Crops and Products, 50*, 743-749. doi:10.1016/j.indcrop.2013.08.064

Zlatanović, S., Kalušević, A., Micić, D., Laličić-Petronijević, J., Tomić, N., Ostojić, S., & Gorjanović, S. (2019). Functionality and storability of cookies fortified at the industrial scale with up to 75% of apple pomace flour produced by dehydration. *Foods, 8*(11), 561. Retrieved from https://www.mdpi.com/2304-8158/8/11/561