

ผลของการใช้ผงเปลือกแก้วมังกรต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้

EFFECT OF DRAGON FRUIT PEEL POWDER ON THE QUALITY OF COOKIE PRODUCTS

กัญญาวีร์ สมนึก ผกาวดี ภูจันทร์ และสุสิตรา สิงโสม*

Kanyawee Somnuk, Pakawadee Phuchan and Susitra Singsom*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี คุณลักษณะทางกายภาพ และการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมผงเปลือกแก้วมังกร โดยมุ่งส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในกระบวนการแปรรูปอาหาร การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 40 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ประเมินด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผลการศึกษาพบว่า คุกกี้ที่เสริมผงเปลือกแก้วมังกรร้อยละ 20 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด (8.38 คะแนน) อยู่ในระดับชอบมาก และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับระดับการเสริมอื่น ๆ การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสูตรดังกล่าวพบว่า มีโปรตีน 5.51% ความชื้น 4.86% เถ้า 1.68% ไขมัน 25.90% คาร์โบไฮเดรต 62.04% และใยอาหาร 1.36 กรัม การเพิ่มระดับผงเปลือกแก้วมังกรในช่วงร้อยละ 10–20 ส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลง ขณะที่ค่าสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงของสีผลิตภัณฑ์ไปในโทนเข้มขึ้น นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนคุกกี้ (มผช.118/2555) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการเสริมผงเปลือกแก้วมังกรในผลิตภัณฑ์คุกกี้สามารถเพิ่มมูลค่าทางโภชนาการและสร้างความยอมรับจากผู้บริโภคได้ดี พร้อมทั้งเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเชิงพาณิชย์อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: เปลือกแก้วมังกร การเสริม คุกกี้ ผลิตภัณฑ์ขนมอบ การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang District, Phitsanulok Province 65000

*corresponding author e-mail: susitra.s@psru.ac.th

Received: 30 January 2026; Revised: 22 April 2026; Accepted: 24 April 2026

DOI: <https://doi.org/10.14456/lsej.2026.13>

Abstract

This study aimed to investigate the chemical composition, physical properties, and consumer acceptance of cookies supplemented with dragon fruit peel powder, with the objective of promoting the utilization of agricultural by-products from food processing. Consumer acceptance was evaluated using 40 untrained panelists and a 9-point hedonic scale, assessing appearance, color, aroma, taste, texture, and overall acceptability. The results indicated that cookies supplemented with 20% dragon fruit peel powder received the highest overall acceptability score (8.38), corresponding to a high level of liking, with statistically significant differences ($p < 0.05$) compared to other formulations. The chemical composition of the selected formulation consisted of 5.51% protein, 4.86% moisture, 1.68% ash, 25.90% fat, 62.04% carbohydrates, and 1.36 g of dietary fiber. Increasing the level of dragon fruit peel powder (10–20%) resulted in a significant decrease in lightness (L^*) and yellowness (b^*) values, while redness (a^*) increased ($p < 0.05$), indicating a shift toward darker and more reddish tones. In addition, microbiological analysis, including total plate count, yeast, and mold, complied with the Thai Community Product Standard for cookies (No. 118/2555). These findings demonstrate that the incorporation of dragon fruit peel powder can enhance the nutritional value and consumer acceptability of cookie products, while also providing a sustainable approach for utilizing agricultural waste in food product development.

Keywords: dragon fruit peel, supplementation, cookies, bakery products, food product development

บทนำ

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ขนมอบ โดยเฉพาะคุกกี้ เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในผู้บริโภคทุกช่วงวัย เนื่องจากมีรสชาติที่ยอมรับได้ง่าย มีความหลากหลายของรูปแบบ และมีความสะดวกต่อการบริโภค อีกทั้งยังสามารถเก็บรักษาได้ในระยะเวลานาน คุกกี้โดยทั่วไปประกอบด้วยวัตถุดิบหลัก ได้แก่ แป้งสาลี ไข่ นม เนย น้ำตาล และสารปรุงแต่งกลิ่นรสและสี เพื่อเพิ่มความน่ารับประทาน (Hongwiwat & Hongwiwat, 2007) นอกจากการบริโภคในชีวิตประจำวันแล้ว คุกกี้ยังถูกพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ของฝากและของขวัญในโอกาสพิเศษต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง ในขณะเดียวกัน แนวโน้มการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพได้เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดความต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นและใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติหรือวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (agricultural by-products)

เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แก้วมังกร (*Hylocereus* spp.) เป็นพืชในตระกูลกระบองเพชรที่ได้รับความนิยมในการบริโภคทั้งในรูปแบบผลสดและผลิตภัณฑ์แปรรูป โดยเปลือกแก้วมังกรซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการบริโภคและการแปรรูป มักถูกทิ้งเป็นของเสีย ทั้งที่แท้จริงแล้วเปลือกแก้วมังกรเป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ เช่น สารกลุ่มแอนโทไซยานิน ฟีนอลิก และเบตาเลน ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ และช่วยลดความเสี่ยงของโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Bunmee, 2019) นอกจากนี้ เปลือกแก้วมังกรยังมีปริมาณใยอาหารสูงกว่าเนื้อผลไม้ถึง 3-5 เท่า และมีสาระสำคัญอื่น ๆ เช่น ไลโคปีน และวิตามินอี ซึ่งมีบทบาทในการส่งเสริมสุขภาพ เช่น การลดระดับคอเลสเตอรอล การป้องกันการอุดตันของหลอดเลือด และการลดความเสี่ยงของโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ (Thammawong & Jaiwut, 2022) คุณสมบัติดังกล่าวทำให้เปลือกแก้วมังกรมีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ รวมถึงสามารถใช้เป็นสารให้สีธรรมชาติทดแทนสีสังเคราะห์ในอาหารและเครื่องดื่มได้

อย่างไรก็ตาม การนำเปลือกแก้วมังกรมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ โดยเฉพาะในรูปแบบผงเพื่อเสริมในผลิตภัณฑ์คุกกี้ ยังมีการศึกษาอย่างจำกัด โดยเฉพาะในด้านผลกระทบต่อคุณลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และการยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมผงเปลือกแก้วมังกรในผลิตภัณฑ์คุกกี้ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ ทั้งในด้านองค์ประกอบทางเคมี คุณลักษณะทางกายภาพ และการยอมรับของผู้บริโภค เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร และต่อยอดสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ในระดับชุมชนได้อย่างยั่งยืน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมผงเปลือกแก้วมังกร

เปลือกแก้วมังกร (*Hylocereus* spp.) ที่ได้จากกระบวนการแปรรูปถูกนำมาคัดแยก โดยตัดส่วนเปลือกชั้นนอกที่ไม่ต้องการออก และคงไว้เฉพาะส่วนเปลือกสีแดง จากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาด เพื่อลดสิ่งปนเปื้อน และพักให้สะเด็ดน้ำ ตัวอย่างถูกนำไปผึ่งแดดเป็นระยะเวลา 35 นาที เพื่อลดความชื้นผิวเบื้องต้น (pre-drying) ก่อนเข้าสู่กระบวนการอบแห้ง จากนั้นหั่นเป็นชิ้นขนาดประมาณ 1×3 เซนติเมตร และนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (hot air oven; Mallory รุ่น 110) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที หรือจนกระทั่งมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 5 โดยน้ำหนักแห้ง (dry basis) เมื่อแห้งสนิทแล้ว ตัวอย่างถูกบดให้เป็นผงละเอียดโดยใช้เครื่องบด (Siam Wealth Food รุ่น WF-20B) ที่ความเร็ว 25,000 รอบต่อนาที และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh เพื่อให้ได้ขนาดอนุภาคที่สม่ำเสมอ ผงเปลือกแก้วมังกรที่ได้ถูกบรรจุในถุงพลาสติกทึบแสงชนิด HDPE (high-density polyethylene) เพื่อป้องกันแสงและความชื้น และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 ± 2 °C) จนกว่าจะนำไปใช้ในการทดลอง (Muhammad et al., 2023)

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมผงเปลือกแก้วมังกร

2.1 การคัดเลือกผลิตภัณฑ์คุกกี้ต้นแบบ (Prototype Selection)

ผลิตภัณฑ์คุกกี้ต้นแบบจำนวน 3 สูตร ถูกคัดเลือกจากแหล่งอ้างอิงที่แตกต่างกัน โดยมีองค์ประกอบของสูตรแสดงในตารางที่ 1 (Table 1) การเตรียมคุกกี้ดำเนินการโดยซึ่งส่วนผสมตามสูตรที่กำหนดอย่างแม่นยำ จากนั้นร่อนแป้งสาลี ผงฟู และเกลือรวมกันอย่างน้อย 2 ครั้ง เพื่อให้ได้ส่วนผสมที่สม่ำเสมอ เนยสดถูกตีด้วยเครื่องผสมอาหาร (KENWOOD รุ่น KVL4100S) โดยใช้หัวตีใบไม้ (paddle attachment) ที่ความเร็วปานกลางจนมีลักษณะอ่อนตัว จากนั้นเติมน้ำตาลไอซิ่งและตีต่อจนเข้ากัน ก่อนเติมไข่ไก่ นมข้นจืด และกลิ่นวานิลลา และผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากนั้นลดความเร็วของเครื่องลงในระดับต่ำ และค่อย ๆ เติมส่วนผสมแห้งที่เตรียมไว้ลงไปจนเข้ากันเป็นเนื้อโด (dough) แป้งคุกกี้ที่ได้ถูกบรรจุลงในกระบอกกดคุกกี้ และขึ้นรูปลงบนถาดอบที่ทาด้วยไขมัน นำเข้าอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 160°C เป็นเวลา 20–25 นาที หรือจนกระทั่งสุกสมบูรณ์ จากนั้นนำออกจากเตา พักให้เย็นบนตะแกรงที่อุณหภูมิห้อง และบรรจุในภาชนะปิดสนิทก่อนนำไปทดสอบ การคัดเลือกสูตรคุกกี้ต้นแบบดำเนินการโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป (untrained panelists) จำนวน 40 คน ทำการประเมินคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนในช่วง 1–9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) (Chambers & Wolf, 1996) ตัวอย่างคุกกี้ถูกเข้ารหัสด้วยตัวเลขสามหลักแบบสุ่ม (three-digit random codes) และนำเสนอในลำดับแบบสุ่ม (randomized serving order) เพื่อลดอคติในการประเมิน ผู้ทดสอบได้รับน้ำดื่มสำหรับล้างปากระหว่างการทดสอบแต่ละตัวอย่าง ผลคะแนนความชอบถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกสูตรคุกกี้ต้นแบบที่มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนต่อไป

Table 1 Shows the ingredients of the prototype cookie product.

Ingredients	Prototype Cookie Product		
	Formula 1 (g)	Formula 2 (g)	Formula 3 (g)
All-purpose flour (red lotus)	300	-	320
Cake flour	330	250	-
Unsalted butter, diced	450	180	210
Icing sugar	300	130	200
Chicken eggs (No.2)	55	55	55
Evaporated milk	75	35	25
Salt	3	-	3
Vanilla extract	5	1.25	10
Baking powder	-	4	6

Remark: Formula 1 Apmaye, 2018

Formula 2 Homemade, 2017

Formula 3 Delicious, 2010.

2.2 การศึกษาปริมาณผงเปลือกแก้วมังกรที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้

ผลิตภัณฑ์คุกกี้ต้นแบบที่ได้รับการคัดเลือกจากข้อ 2.1 ถูกนำมาพัฒนาโดยการเสริมผงเปลือกแก้วมังกรในระดับที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 10, 15 และ 20 ของปริมาณแป้งทั้งหมดในสูตร (flour basis) โดยคงสัดส่วนของส่วนผสมอื่นให้คงที่ การผลิตคุกกี้ดำเนินการตามวิธีการเดียวกับสูตรต้นแบบที่กล่าวไว้ในข้อ 2.1 การออกแบบการทดลองใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยแต่ละสูตรทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ (triplicate) เพื่อประเมินความสม่ำเสมอของผลการทดลอง การประเมินการยอมรับของผู้บริโภคดำเนินการโดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป (untrained panelists) จำนวน 40 คน โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale เพื่อประเมินคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยกำหนดคะแนนในช่วง 1–9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) (Chambers & Wolf, 1996) ตัวอย่างคุกกี้แต่ละสูตรถูกเข้ารหัสด้วยรหัสตัวเลขสามหลักแบบสุ่ม (three-digit random codes) และนำเสนอในลำดับแบบสุ่ม (randomized serving order) เพื่อลดอคติในการประเมิน ผู้ทดสอบได้รับน้ำดื่มสำหรับล้างปากระหว่างการทดสอบแต่ละตัวอย่าง ผลคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกสูตรคุกกี้ที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด สำหรับนำไปศึกษาคุณภาพทางกายภาพองค์ประกอบทางเคมี และคุณภาพด้านจุลินทรีย์ต่อไป

3. การศึกษาผลของปริมาณผงเปลือกแก้วมังกรต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์

3.1 การวัดค่าสี (Color measurement)

ทำการวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมผงเปลือกแก้วมังกรที่ระดับการเสริมร้อยละ 0, 10, 15 และ 20 (flour basis) โดยใช้เครื่องวัดสีแบบพกพา (portable colorimeter; รุ่น NH300) ทำการสอบเทียบเครื่อง (calibration) ด้วยแผ่นมาตรฐานสีขาวก่อนการวัดทุกครั้ง รายงานผลเป็นค่าพารามิเตอร์สีในระบบ CIE ได้แก่ ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) โดยทำการวัดตัวอย่างอย่างน้อย 3 ซ้ำ (triplicate) และรายงานค่าเฉลี่ย

3.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติเนื้อสัมผัส (Texture analysis)

การวิเคราะห์คุณสมบัติเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้ดำเนินการโดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture analyzer; TA.XT Plus, Stable Micro Systems, Surrey, UK) โดยใช้ load cell ขนาด 50 กิโลกรัม และหัววัดแบบทรงกระบอก (cylindrical probe) เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร การทดสอบดำเนินการในโหมดการอัด (compression mode) โดยกำหนดเงื่อนไขดังนี้: pre-test speed 3.0 mm/s, test speed 10.0 mm/s และ post-test speed 10.0 mm/s ตัวอย่างถูกกดจนถึงร้อยละ 50 ของความสูงเริ่มต้น (50% strain) โดยตั้งค่า trigger force ที่ 0.5 N ค่าที่รายงาน ได้แก่ ค่าความแข็ง (hardness; g) และค่าความแตกเปราะ (fracturability; mm) โดยทำการทดสอบอย่างน้อย 3 ซ้ำ และรายงานค่าเฉลี่ย ดัดแปลงวิธีจาก Mba et al. (2023)

3.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis)

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมผงเปลือกแก้วมังกร ได้แก่ ความชื้น (moisture), เถ้า (ash), โปรตีน (protein), ไขมัน (fat), คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) และใยอาหาร (dietary fiber) ตามวิธีมาตรฐานของ Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2016) โดยการวิเคราะห์ดำเนินการอย่างน้อย 3 ซ้ำ และรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง

4. การศึกษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์คุกกี้

การประเมินคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมผงเปลือกแก้วมังกรดำเนินการตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนคุกกี้ (มผช.118/2555) (Thai Industrial Standard Institute, 2012) โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างอย่างน้อย 3 ซ้ำ และรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ประกอบด้วย

4.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ต้องไม่เกิน 1.0×10^4 โคโลนีต่อกรัม (CFU/g)

4.2 ยีสต์และรา (Yeast and mold count) ต้องน้อยกว่า 1.0×10^1 โคโลนีต่อกรัม (CFU/g)

ผลการวิเคราะห์ถูกนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อประเมินความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์สำหรับการบริโภค

5. การออกแบบการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical analysis)

การออกแบบการทดลองสำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสใช้แผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) โดยกำหนดให้ผู้ทดสอบแต่ละคนเป็นบล็อก (panelist as block) และทำการทดลอง 3 ซ้ำ สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมี ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยแต่ละการทดลองทำอย่างน้อย 3 ซ้ำ ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)

ผลการวิจัย

1. ผลการเตรียมผงเปลือกแก้วมังกร

จากการเตรียมผงเปลือกแก้วมังกรตามวิธีที่กำหนด พบว่า ผงที่ได้มีลักษณะเป็นผงละเอียด และมีสีแดง-ม่วง ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของรงควัตถุธรรมชาติในกลุ่มเบตาเลน (betalains) โดยสารกลุ่มนี้ประกอบด้วยเบตาไมกแอซิด (betalamic acid) เบตาไซยานิน (betacyanin) และเบตาแซนทิน (betaxanthin) ซึ่งเป็นสารที่ให้สีในช่วงแดงถึงม่วง (Stintzing & Carle, 2004; Elbandy & Abdelfadeil, 2008) ส่งผลให้ผงเปลือกแก้วมังกรที่ได้มีศักยภาพในการใช้เป็นสารให้สีธรรมชาติในผลิตภัณฑ์อาหาร

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมผงเปลือกแก้วมังกร

2.1 ผลการคัดเลือกผลิตภัณฑ์คุกกี้ต้นแบบ

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้ต้นแบบทั้ง 3 สูตร แสดงดังตารางที่ 2 (Table 2) พบว่า ผลการประเมินความชอบของผลิตภัณฑ์คุกกี้ต้นแบบ 3 สูตร (Saengdad, 2010) คะแนนด้านลักษณะปรากฏและสีไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ระหว่างสูตร ส่วนด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยสูตรที่ 3 ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดในทุกคุณลักษณะ โดยเฉพาะด้าน รสชาติและความชอบโดยรวม จึงเลือกสูตรที่ 3 เป็นสูตรพื้นฐานสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมผงเปลือกแก้วมังกรในขั้นตอนต่อไป

Table 2 Consumer preference scores of prototype cookie formulations.

Attribute	Prototype Cookie Product		
	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Appearance ^{*ns}	7.58 ± 1.26	7.44 ± 1.14	7.87 ± 1.08
Color ^{*ns}	7.51 ± 1.01	7.56 ± 1.08	7.74 ± 0.98
Smell	7.02 ± 1.35 ^b	7.56 ± 1.05 ^{ab}	7.84 ± 0.95 ^a
Taste	7.14 ± 1.32 ^c	7.51 ± 1.09 ^b	8.13 ± 0.61 ^a
Texture	7.26 ± 1.02 ^c	7.63 ± 1.11 ^a	7.87 ± 1.08 ^a
Overall acceptability	7.33 ± 1.10 ^c	7.67 ± 0.91 ^b	8.27 ± 0.32 ^a

Remark: Values are expressed as mean ± standard deviation (n = 40). Different superscript letters within the same row indicate significant differences ($p < 0.05$, *ns = not significant).

2.2 ผลการศึกษาปริมาณผงเปลือกแก้วมังกรที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้

ผลการประเมินการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมผงเปลือกแก้วมังกรในระดับร้อยละ 10, 15 และ 20 แสดงดังตารางที่ 3 (Table 3) พบว่า การเพิ่มปริมาณผงเปลือกแก้วมังกรส่งผลต่อคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยสูตรที่เสริมผงเปลือกแก้วมังกรร้อยละ 20 ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดในทุกด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรร้อยละ 10 และ 15 ทั้งนี้ สูตรร้อยละ 15 ให้คะแนนต่ำที่สุดในหลายคุณลักษณะ โดยเฉพาะด้านลักษณะปรากฏและสี ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการเสริมผงเปลือกแก้วมังกรในระดับร้อยละ 20 เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ เนื่องจากให้การยอมรับจากผู้บริโภคในระดับสูง

Table 3 Consumer preference scores of cookies fortified with dragon fruit peel powder.

Attribute	Cookie product fortified with dragon fruit peel		
	10 %	15 %	20 %
Appearance	7.70 ± 1.12 ^b	7.22 ± 0.97 ^c	8.30 ± 0.11 ^a
Color	7.76 ± 0.91 ^b	7.34 ± 1.08 ^c	7.80 ± 0.90 ^a
Smell	7.06 ± 1.08 ^b	7.06 ± 0.97 ^b	7.28 ± 1.01 ^a
Taste	7.76 ± 0.96 ^b	7.14 ± 1.12 ^b	8.12 ± 0.15 ^a
Texture	7.70 ± 1.07 ^{ab}	7.26 ± 1.02 ^b	7.80 ± 0.99 ^a
Overall acceptability	7.32 ± 0.81 ^b	7.34 ± 0.87 ^b	8.38 ± 0.10 ^a

Remark Values are expressed as mean ± standard deviation (n = 40). Different superscript letters within the same row indicate significant differences (p < 0.05).

3. ผลการศึกษาผลของปริมาณผงเปลือกแก้วมังกรต่อคุณภาพทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมี

3.1 ค่าสี L*, a*, b*

ผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์คุกกี้ต้นแบบทั้ง 3 สูตร แสดงดังตารางที่ 4 (Table 4) พบว่า มีความแตกต่างกันในค่าพารามิเตอร์สี โดยสูตรที่ 1 มีค่าความสว่าง (L*) สูงที่สุด (35.43) และมีค่า b* สูงสุด (1.24) แสดงถึงโทนสีเหลืองที่เด่นชัด ขณะที่สูตรที่ 3 มีค่า L* ต่ำที่สุด (31.70) และค่า a* ต่ำที่สุด (1.02) สะท้อนถึงสีที่เข้มและมีโทนแดงน้อยกว่าสูตรอื่น เมื่อทำการเสริมผงเปลือกแก้วมังกรในระดับร้อยละ 10, 15 และ 20 พบว่า ค่าพารามิเตอร์สีของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05) โดยค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มลดลงตามระดับการเสริมที่เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น ในขณะเดียวกัน ค่า a* ซึ่งแสดงถึงความเป็นสีแดง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในระดับร้อยละ 15 (2.47) สะท้อนถึงการเพิ่มขึ้นของโทนสีแดงจากสารรงควัตถุในเปลือกแก้วมังกร ส่วนค่า b* มีแนวโน้มลดลงและมีค่าเป็นลบในทุกะดับของการเสริม แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของสีไปเป็นโทนน้ำเงินมากขึ้น ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการเสริมผงเปลือกแก้วมังกรมีผลโดยตรงต่อคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์คุกกี้ โดยเฉพาะการเพิ่มความเข้มของสีและการเปลี่ยนแปลงโทนสี ซึ่งสอดคล้องกับคุณสมบัติของสารเบทาเลนที่เป็นสารให้สีธรรมชาติ

Table 4 Color parameters (L^* , a^* , b^*) of cookie products.

Sample	L^*	a^*	b^*
Original recipe 1	35.43 ± 0.05^a	1.45 ± 0.03^c	1.24 ± 0.02^a
Original recipe 2	34.36 ± 0.06^b	1.57 ± 0.04^c	0.06 ± 0.03^b
Original recipe 3	31.70 ± 0.05^c	1.02 ± 0.05^d	0.49 ± 0.05^b
10% peel	28.80 ± 0.03^d	0.80 ± 0.04^e	-2.20 ± 0.06^c
15% peel	27.68 ± 0.04^e	2.47 ± 0.06^a	-2.45 ± 0.05^c
20% peel	25.59 ± 0.03^f	2.12 ± 0.03^b	-2.65 ± 0.04^c

Remark Values are expressed as mean $\pm$ standard deviation ($n = 3$). Different superscript letters within the same column indicate significant differences ($p < 0.05$).

3.2 ค่าความแข็งและค่าความแตกเปราะ (Texture properties)

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้แสดงดังตารางที่ 5 (Table 5) พบว่า การเพิ่มปริมาณผงเปลือกแก้วมังกรส่งผลให้ค่าความแข็ง (hardness) ของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยค่าความแข็งสูงที่สุดพบในสูตรที่เสริมผงเปลือกแก้วมังกรร้อยละ 20 ในขณะที่ค่าความแตกเปราะ (fracturability) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเสริมผงเปลือกแก้วมังกรในระดับร้อยละ 10 และ 15 และลดลงเล็กน้อยในระดับร้อยละ 20 อย่างไรก็ตาม ค่าดังกล่าวยังคงสูงกว่าสูตรควบคุม (0%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการเสริมผงเปลือกแก้วมังกรมีผลต่อโครงสร้างเนื้อสัมผัสของคุกกี้ โดยทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งเพิ่มขึ้นและมีลักษณะการแตกหักที่เปลี่ยนแปลงไป

Table 5 Texture properties of cookies fortified with dragon fruit peel powder.

Level (%)	Hardness (g)	Fracturability (mm)
0 (control)	1976.41 ± 343.66^c	1.42 ± 0.53^c
10	2306.42 ± 342.50^b	4.31 ± 1.52^a
15	2375.36 ± 631.53^{ab}	4.07 ± 1.57^a
20	2439.67 ± 373.87^a	3.95 ± 1.16^a

Remark Values are expressed as mean $\pm$ standard deviation ($n = 3$). Different superscript letters within the same column indicate significant differences ($p < 0.05$).

3.3 องค์ประกอบทางเคมี (Proximate composition)

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์คุกกี้ต้นแบบและคุกกี้เสริมผงเปลือกแก้วมังกรร้อยละ 20 แสดงดังตารางที่ 6 พบว่า การเสริมผงเปลือกแก้วมังกรส่งผลให้ปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตลดลง ขณะที่ปริมาณความชื้น เถ้า และไขมันเพิ่มขึ้น โดยผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมผงเปลือกแก้วมังกรร้อยละ 20 มีใยอาหารเท่ากับ 1.36 กรัม ซึ่งสูงกว่าสูตรต้นแบบ (1.06 กรัม) คิดเป็น

การเพิ่มขึ้นร้อยละ 28.30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการเสริมผงเปลือกแก้วมังกรสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะในด้านใยอาหารและแร่ธาตุ

Table 6 Proximate composition of cookie products (per 100 g).

Component	Control	20% peel
Moisture (%)	1.82 ± 0.02^b	4.86 ± 0.10^a
Ash (%)	1.47 ± 0.04^b	1.68 ± 0.03^a
Protein (%)	6.38 ± 0.04^a	5.51 ± 0.02^b
Fat (%)	25.07 ± 0.01^b	25.90 ± 0.08^a
Carbohydrates (%)	65.26 ± 0.08^a	62.04 ± 0.17^b
Dietary fiber (g)	1.06 ± 0.01^b	1.36 ± 0.09^a

Remark Values are expressed as mean $\pm$ standard deviation ($n = 3$). Different superscript letters within the same row indicate significant differences ($p < 0.05$).

4. ผลการศึกษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมผงเปลือกแก้วมังกรร้อยละ 20 แสดงดังตารางที่ 7 (Table 7) โดยทำการประเมินตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนคุกกี้ (มพช. 118/2555) ซึ่งกำหนดให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1.0×10^4 CFU/g และปริมาณยีสต์และรา น้อยกว่า 1.0×10^1 CFU/g ผลการศึกษาในระยะเริ่มต้นพบว่า ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพทางจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด และเมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ($30 \pm 2^\circ\text{C}$) เป็นระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 วัน พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม ค่าที่ตรวจวัดได้ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตลอดระยะเวลาการศึกษา สำหรับปริมาณยีสต์และรา พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามระยะเวลาการเก็บรักษา แต่ยังคงอยู่ในระดับต่ำและไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมผงเปลือกแก้วมังกรมีความปลอดภัยทางจุลินทรีย์และสามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 12 วันภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้อง

Table 7 Microbiological quality of cookies fortified with 20% dragon fruit peel powder during storage.

Microbial parameter	Storage period (days)			
	3	6	9	12
Total plate count (CFU/g)	3.2×10^1	3.8×10^1	5.1×10^1	2.5×10^2
Yeast and mold (CFU/g)	1.0×10^1	1.5×10^1	2.1×10^1	2.2×10^1

Remark Microbial analysis was conducted by the Science Center Laboratory, Faculty of Science, Pibulsongkram Rajabhat University. All values comply with Thai Community Product Standard for cookies (TCPS 118/2012).

5. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคระหว่างการเก็บรักษา

การประเมินการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมผงเปลือกแก้วมังกรร้อยละ 20 ระหว่างการเก็บรักษา ดำเนินการโดยบรรจุผลิตภัณฑ์ในภาชนะที่ปิดสนิท และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ($30 \pm 2^\circ\text{C}$) เป็นระยะเวลา 12 วัน โดยทำการประเมินทุก ๆ 3 วัน ได้แก่ วันที่ 1, 3, 6, 9 และ 12 หลังการผลิต ผลการศึกษาพบว่า ในช่วงการเก็บรักษา 1-6 วัน ผลิตภัณฑ์ได้รับคะแนนความชอบในระดับสูง (ชอบมาก) โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในทุกคุณลักษณะ อย่างไรก็ตาม เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็น 9 และ 12 วัน พบว่าคะแนนความชอบในด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเฉพาะด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมที่มีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจน แม้ว่าคะแนนความชอบจะลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น แต่ผลิตภัณฑ์ยังคงได้รับการยอมรับในระดับชอบปานกลางหลังการเก็บรักษา 12 วัน แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความคงตัวด้านคุณภาพประสาทสัมผัสในระดับที่ยอมรับได้ตลอดช่วงการเก็บรักษา

Table 8 Consumer acceptance scores of cookies fortified with 20% dragon fruit peel powder during storage.

Attribute	Day 1	Day 3	Day 6	Day 9	Day 12
Appearance ^{*ns}	7.77 $\pm$ 0.07	7.75 $\pm$ 0.05	7.74 $\pm$ 0.05	7.76 $\pm$ 0.06	7.75 $\pm$ 0.06
Color ^{*ns}	8.77 $\pm$ 0.05	8.70 $\pm$ 0.07	8.71 $\pm$ 0.04	7.65 $\pm$ 0.03	7.89 $\pm$ 0.07
Smell	8.21 $\pm$ 0.06 ^a	8.16 $\pm$ 0.05 ^a	8.17 $\pm$ 0.04 ^a	7.82 $\pm$ 0.06 ^{ab}	7.54 $\pm$ 0.06 ^b
Taste	8.41 $\pm$ 0.05 ^a	8.25 $\pm$ 0.05 ^a	8.25 $\pm$ 0.05 ^a	7.85 $\pm$ 0.05 ^{ab}	7.62 $\pm$ 0.05 ^b
Texture	8.50 $\pm$ 0.03 ^a	8.41 $\pm$ 0.03 ^a	8.26 $\pm$ 0.04 ^a	7.24 $\pm$ 0.07 ^b	7.04 $\pm$ 0.07 ^c
Overall acceptance	8.46 $\pm$ 0.02 ^a	8.43 $\pm$ 0.04 ^a	8.39 $\pm$ 0.06 ^a	7.48 $\pm$ 0.05 ^b	7.08 $\pm$ 0.05 ^c

Remark Values are expressed as mean $\pm$ standard deviation (n = 40). Different superscript letters within the same row indicate significant differences ($p < 0.05$), *ns = not significant.

อภิปรายผล

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเสริมผงเปลือกแก้วมังกร มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้ทั้งในด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส คุณสมบัติทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมี โดยในขั้นตอนการคัดเลือกสูตรต้นแบบ พบว่า สูตรที่ 3 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดในทุกคุณลักษณะ ซึ่งสะท้อนถึงความเหมาะสมของสูตรพื้นฐานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อยอด เมื่อทำการเสริมผงเปลือกแก้วมังกรในระดับร้อยละ 10 - 20 พบว่า การเสริมในระดับร้อยละ 20 ให้การยอมรับจากผู้บริโภคสูงที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของสีและลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากสารรงควัตถุธรรมชาติในเปลือกแก้วมังกร โดยเฉพาะกลุ่มเบตาเลน (betalains) ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการ

รับรู้ทางประสาทสัมผัสด้านสีและความน่ารับประทาน ในด้านคุณสมบัติสี การเสริมผงเปลือกแก้วมังกร ส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) และค่า b^* ลดลง ขณะที่ค่า a^* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงของสีผลิตภัณฑ์ไปในโทนเข้มและแดงมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคุณสมบัติของสารเบทาเลนที่ให้สีชมพูถึงม่วง (Stintzing & Carle, 2004) รวมถึงรายงานของ Bunmee (2019) ที่ระบุว่าเปลือกแก้วมังกรสามารถใช้เป็นแหล่งสีธรรมชาติในผลิตภัณฑ์อาหารได้ ในด้านคุณสมบัติเนื้อสัมผัส พบว่า ค่าความแข็งของคุกกี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมผงเปลือกแก้วมังกร ขณะที่ค่าความแตกเปราะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงการเสริมระดับต่ำถึงปานกลาง และลดลงเล็กน้อยในระดับสูง ทั้งนี้ อาจเกิดจากปริมาณใยอาหารในเปลือกแก้วมังกรที่มีบทบาทในการดูดซับน้ำและเสริมสร้างโครงสร้างของโด (dough matrix) ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของเส้นใยอาหารที่มีผลต่อโครงสร้างของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ สำหรับองค์ประกอบทางเคมี การเสริมผงเปลือกแก้วมังกรร้อยละ 20 ส่งผลให้ปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตลดลง ขณะที่ความชื้น ไขมัน และใยอาหารเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะใยอาหารที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (ร้อยละ 28.30) แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้เปลือกแก้วมังกรในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Yotsuwan & Phuengbanharn (2022) ที่พบว่า ผลิตภัณฑ์จากเปลือกแก้วมังกรมีปริมาณใยอาหารและแร่ธาตุสูง ในด้านคุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่า ผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมผงเปลือกแก้วมังกรร้อยละ 20 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 วัน แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยในการบริโภคและมีอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมภายใต้สภาวะอุณหภูมิห้อง นอกจากนี้ การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคระหว่างการเก็บรักษาพบว่า แม้คะแนนความชอบจะลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น แต่ยังคงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้จนถึง 12 วัน ซึ่งสะท้อนถึงความคงตัวของคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ดังนั้น การเสริมผงเปลือกแก้วมังกรในระดับร้อยละ 20 เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ เนื่องจากสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ปรับปรุงลักษณะสีของผลิตภัณฑ์ และยังคงได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในระดับสูง พร้อมทั้งมีความปลอดภัยด้านจุลินทรีย์และอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสม

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการนำเปลือกแก้วมังกร ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร มาพัฒนาเป็นผงสำหรับใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์คุกกี้ โดยการเสริมผงเปลือกแก้วมังกรส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งด้านคุณลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และการยอมรับของผู้บริโภค การเสริมผงเปลือกแก้วมังกรในระดับร้อยละ 20 เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด โดยให้คะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคอยู่ในระดับชอบมาก พร้อมทั้งช่วยปรับปรุงลักษณะสีของผลิตภัณฑ์ให้มีโทนสีชมพูอมม่วงจากสารรงควัตถุธรรมชาติ และส่งผลให้ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นตามระดับการเสริม ในด้านองค์ประกอบทางเคมี พบว่า การเสริมผงเปลือกแก้วมังกรส่งผลให้ปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้น

อย่างมีนัยสำคัญ (ร้อยละ 28.30) รวมถึงมีแนวโน้มเพิ่มปริมาณความชื้น เถ้า และไขมัน ขณะที่ปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรต้นแบบ นอกจากนี้ ผลผลิตยังมีความคงทนทางจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และสามารถเก็บรักษาได้นานอย่างน้อย 12 วันภายใต้อุณหภูมิห้อง โดยยังคงได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในระดับปานกลางถึงมาก ดังนั้น การใช้ผงเปลือกแก้วมังกรเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์คุกกี้ไม่เพียงช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยเฉพาะใยอาหาร แต่ยังเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร และสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบสำหรับการต่อยอดเชิงพาณิชย์ในระดับชุมชนได้อย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่เอื้อเพื่อสถานที่สำหรับการทำวิจัย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- AOAC International & Latimer GW. Official methods of analysis of aoac international (20th ed.). AOAC International; 2016.
- Apmaye S. All Kinds of Cookies (Revised Edition). Bangkok: Watsin; 2018.
- Bunmee K. The use of dragon fruit peel as a substitute for pork skin and nitrate in fermented pork sausage products. Rangsit University National Academic Conference 2019, Rangsit University. 2019: 580-591.
- Chambers IVE, Wolf MB. *Sensory testing methods*. (2nd ed.) Philadelphia: USA. American Society for testing and Materials. USA; 1996.
- Delicious cookies. 2nd printing. Bangkok: Saengdad; 2010.
- Elbandy MA, Abdelfadeil MG. Stability of betalain pigments from red beetroot (*Beta vulgaris*). Journal of Food Science 2008;36:49-60.
- Homemade cookies. Bangkok: Amarin Cuisine Amarin Printing and Publishing; 2017.
- Hongwiwat N, Hongwiwat T. Food and nutrition for health. Bangkok: Odeon Store Publishing; 2007.
- Mba JC, Paes LT, Viana LM, Ferreira AJC, Queiroz VAV, Martino HSD, de Barros FAR. Evaluation of the physical, technological, and sensorial properties of extrudates and cookies from composite sorghum and cowpea flours. Foods 2023;12(17):3261.
- Muhammad L, Lektrakul K, Kadnok N, Rerkchokdee S, Chultri K, Prayadyod T, Saengthongaram C. Butter cookies with dragon fruit peel. Journal of Science, Chandrakasem Rajabhat University 2023;33(1):34-40.
- Stinzing C, Carle R. Functional properties of anthocyanin and betalains in plants, food and in human nutrition. Trends in Food Science Technology 2004;15:19-38.
- Thai Industrial Standard Institute. Thai Community Product Standard: Cookies.TCPS.118/2012; 2012.

Thammawong K, Jaiwut P. Extraction of beta-cyanin from dragon fruit peel for use in cosmetic products. Graduate thesis, School of Cosmetic Science, Mae Fah Luang University; 2022.

Yotsuwan S, Phuengbanharn C. Development of crispy dragon fruit peel products. Southern Vocational Education Institute Academic Journal 2022;7(2):022-032.