

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เวเฟอร์คุกกี้เสริมคุณประโยชน์จากปลีกล้วยผง

Development of Wafer Cookies Supplemented with Heath Benefit from Banana Blossom Powder

ภาราดร งามดี*

Paradorn Ngamdee

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี 15000

Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University, Lopburi, 15000

*Corresponding author; E-mail: paradorn.n@lawasri.tru.ac.th

Received: 17 April 2021 /Revised: 24 May 2021 /Accepted: 10 June 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณประโยชน์ต่อสุขภาพจากการเสริมปลีกล้วยผงในเวเฟอร์คุกกี้ ปลีกล้วยผงเตรียมโดยใช้เครื่องทำแท่งแบบลูกกลิ้งและใช้เติมลงในส่วนผสมของการเตรียมเวเฟอร์คุกกี้ในปริมาณ ร้อยละ 4, 7 และ 10 โดยน้ำหนัก ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณกากใยเท่ากับ 2.63, 5.15 และ 7.84 g/100 g ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าปริมาณกากใยในสูตรพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ของเวเฟอร์คุกกี้เสริมปลีกล้วยผง (598-1,093 μg GAE/100 g) มีแนวโน้มสูงขึ้นตามปริมาณปลีกล้วยผงที่ใช้ และมีค่าสูงกว่าของสูตรควบคุม (420 μg GAE/100 g) ส่งผลให้เวเฟอร์คุกกี้เสริมปลีกล้วยผงมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH (1.490 – 1.568 μg GAE/100 g) สูงกว่า ($p \leq 0.05$) สูตรควบคุมด้วย ปลีกล้วยผงส่งผลให้ความแข็งแรง (559 – 680 g) ของเวเฟอร์คุกกี้ลดลง ($p \leq 0.05$) แต่ไม่ส่งผล ($p > 0.05$) ต่อค่าการแตกหักได้ของผลิตภัณฑ์ (~ 33 mm) การใช้ปลีกล้วยผงร้อยละ 4 และ 7 ส่งผลไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ต่อคุณภาพกลิ่นรส (7.35-7.60) เนื้อสัมผัส (7.00-7.80) และความชอบโดยรวม (7.15-7.65) และสูงกว่า ($p \leq 0.05$) ตัวอย่างควบคุม แต่เวเฟอร์คุกกี้เสริมปลีกล้วยผงร้อยละ 7 ถูกคัดเลือกเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายเนื่องจากมีปริมาณกากใยและปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่า โดยที่ได้รับคะแนนความชอบต่อคุณภาพกลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมที่ไม่ แตกต่างจากเวเฟอร์คุกกี้เสริมปลีกล้วยผงร้อยละ 4 การเสริมปลีกล้วยผงในผลิตภัณฑ์เวเฟอร์คุกกี้ช่วยเพิ่มมูลค่าให้ ปลีกล้วยที่เป็นผลิตภัณฑ์เหลือทิ้งทางการเกษตรและยังได้ผลิตภัณฑ์เวเฟอร์คุกกี้ที่มีคุณประโยชน์ต่อสุขภาพ เพิ่มขึ้นด้วย

คำสำคัญ: เวเฟอร์คุกกี้ ปลีกล้วย สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ



Abstract

This research aimed to study the health property of wafer cookies supplemented with banana blossom. Banana blossom powder was prepared by using the drum drying technique. The powder was used to add as an ingredient to prepare the wafer cookies at the levels of 4, 7 and 10 %w/w. As a result, the addition increased the total fiber content in the wafer cookies by 2.63, 5.15 and 7.84 g/100 g, which was significantly higher ($p \leq 0.05$) than that of the control sample. Total phenolic contents of all wafer cookies supplemented with banana blossom powder (598-1,093 $\mu\text{g GAE}/100\text{ g}$) tended to increase with the banana blossom powder content and these values were higher than that of the control one (420 $\mu\text{g GAE}/100\text{ g}$). This caused the higher DPPH scavenging activity of the wafer cookies supplemented with banana blossom powder (1.490 – 1.568 $\mu\text{g GAE}/100\text{ g}$) to be higher ($p \leq 0.05$) than that of the control sample. Banana blossom powder reduced ($p \leq 0.05$) the hardness (559 – 680 g) of the wafer but showed an insignificant ($p > 0.05$) effect on the fracturability value of the products ($\sim 33\text{ mm}$). The addition of the banana blossom powder at 4 and 7 %w/w received comparable liking scores ($p > 0.05$) on flavor (7.35-7.60), texture (7.00-7.80) and overall acceptance (7.15-7.65) and also higher ($p \leq 0.05$) than that of the control sample but the liking scores on the flavor, texture, and overall acceptance attributes of the latter were equal to the wafer cookies supplemented with 4 %w/w banana blossom powder. The 7 %w/w banana blossom supplemented wafer cookies was selected as a final product over another due to the higher total fiber and total phenolic contents. The supplementation of banana blossom in the wafer cookies could increase the value of the agricultural by-product and also delivered a wafer cookies product with an elevated health property.

Keywords: Wafer cookies, Banana blossom, Total phenolic compound, Antioxidant activity

บทนำ

ปลีกล้วย (Banana blossom) เป็นส่วนของช่อดอกประกอบด้วยดอกจริงที่ถูกล้อมรอบอยู่ภายในด้วยใบประดับสีแดงขนาดใหญ่ ลักษณะเป็นกาบซ้อนกันจนสุดปลายช่อดอกคล้ายดอกบัวตูม เกษตรกรมักตัดปลีกล้วยทิ้งหลังจากกล้วยออกเครือแล้ว ปลีกล้วยสดนิยมนำมา

ประกอบเป็นอาหารประเภทผักและปรุงเป็นเมนูอาหารไทย เช่น แกงเลียง ยำห้วปลี ปลีกล้วยมีคุณประโยชน์ด้านบำรุงน้ำนมมารดา ลดระดับน้ำตาลในเลือด บำรุงเลือด ปลีกล้วยตากแห้งใช้รักษาโรคโลหิตจางเนื่องจากมีธาตุเหล็กสูง (1) ปลีกล้วยมีปริมาณใยอาหารทั้งหมดสูงประมาณ 16-20% โดยน้ำหนัก (2, 3)

และยังมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย โดยที่ปลีกล้วยน้ำว้า (*Musa* (ABB) 'Kluai Namwa') มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าปลีกล้วยไข่และปลีกล้วยหอมถึงประมาณ 1.4-1.6 เท่า (4) ซึ่งใยอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระมีส่วนช่วยป้องกันการเกิดโรคมะเร็งลดคอเลสเตอรอล มีฤทธิ์เสริมภูมิคุ้มกัน ป้องกันระบบประสาท และต้านการอักเสบได้ (5) ด้วยเหตุนี้จึงมีการพัฒนาปลีกล้วยเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ชาปลีกล้วย (6) บิสกิตเสริมปลีกล้วยผง (3) โดยมีเวเฟอร์คุกกีเป็นผลิตภัณฑ์อีกประเภทหนึ่งที่มีความทันสมัยและเริ่มพบวางจำหน่ายในท้องตลาดในปัจจุบัน

เวเฟอร์คุกกี้ (Wafer cookies) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารขนมอบประเภทเวเฟอร์แต่มีส่วนผสมและรสชาติคล้ายกับคุกกี้มากกว่าเวเฟอร์คุกกี้มีลักษณะเป็นแผ่นบางรูปวงกลมหรือวงรี มีความหนาประมาณ 2.5 มิลลิเมตร มีผลละลาย มีความกรอบมากกว่าคุกกี้ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มักรับประทานเป็นอาหารว่างหรือรับประทานคู่กับเครื่องดื่ม มีอายุการเก็บรักษาค่อนข้างนาน (7) แต่ผลิตภัณฑ์ประเภทคุกกี้ให้พลังงานสูงเนื่องจากมีส่วนผสมของแป้งสาลี เนยสด และไข่ไก่ ในปริมาณสูง ปัจจุบันจึงมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทคุกกี้ให้มีคุณประโยชน์ต่อสุขภาพมากยิ่งขึ้นโดยการเสริมส่วนผสมที่เตรียมจากผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมอาหาร เช่น เปลือกมะม่วง (8) เปลือกแตงกวา (9) และเปลือกผลทับทิมและชานอ้อย (10) ทั้งนี้เพื่อช่วยเพิ่มคุณประโยชน์ต่อสุขภาพ ได้แก่ ปริมาณกากใยและสารพฤกษเคมี ซึ่งช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบจากการเกษตรที่มีราคาต่ำได้อีกด้วย แต่ปัจจุบันยังไม่พบการใช้ปลีกล้วยเป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มคุณประโยชน์ในผลิตภัณฑ์เวเฟอร์คุกกี้ ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เวเฟอร์คุกกี้เสริมคุณประโยชน์

จากปลีกล้วยผง เพื่อเพิ่มคุณประโยชน์จากใยอาหารและสารประกอบฟีนอลิกให้สูงกว่าผลิตภัณฑ์เวเฟอร์คุกกี้ปกติ ซึ่งเป็นการเพิ่มผลิตภัณฑ์ทางเลือกให้กับผู้บริโภคได้ อย่างไรก็ตามการผสมปลีกล้วยผงลงในผลิตภัณฑ์ขนมอบในปริมาณสูงพบว่าส่งผลกระทบต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ (3) และอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพด้านอื่น ๆ ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งยังไม่มีรายงานการศึกษา เช่น คุณภาพเนื้อสัมผัส และคุณภาพทางประสาทสัมผัส เป็นต้น

โครงการวิจัยนี้ศึกษาคุณประโยชน์ต่อสุขภาพของผลิตภัณฑ์เวเฟอร์คุกกี้เสริมปลีกล้วยผง โดยศึกษาการเตรียมปลีกล้วยผง การใช้ปลีกล้วยผงเป็นส่วนผสมในสูตรการเตรียมเวเฟอร์คุกกี้เสริมปลีกล้วยผง และศึกษาคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี คุณภาพเนื้อสัมผัส และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมเวเฟอร์คุกกี้สูตรพื้นฐาน

สูตรพื้นฐานการเตรียมเวเฟอร์คุกกี้ดัดแปลงจากงานวิจัยของ Zanariah et al. (11) ส่วนผสมหลักของเวเฟอร์คุกกี้ประกอบด้วยแป้งสาลีเนกประสงค์และส่วนประกอบอื่น ๆ ในปริมาณที่คำนวณเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของแป้งสาลี 100 ส่วน ซึ่งประกอบด้วยเนยสดจืดร้อยละ 20 น้ำตาลทรายร้อยละ 79 ไข่ไก่สดร้อยละ 62 เกลือร้อยละ 0.2 และกลิ่นวานิลาร้อยละ 1 ผสมส่วนผสมทั้งหมดในเครื่องผสมจนแบบเตอร์มีเนื้อเนียน จากนั้นพักแบ่งเป็นเวลา 40 นาที โดยการทำห่อด้วยฟิล์มถนอมอาหาร จากนั้นแบ่งแบบเตอร์ก้อนละ 20 g และอบในเครื่องทำเวเฟอร์โคนจนแป้งสุก ผึ่งเวเฟอร์คุกกี้ให้มีอุณหภูมิเท่าอุณหภูมิห้อง แล้วบรรจุ

ในถุงพลาสติก OPP (Oriented polypropylene) เพื่อเก็บรักษา

2. การเตรียมปลีกล้วยผง

วัตถุดิบปลีกล้วยสดที่ใช้ คือ ปลีกล้วยน้ำว้า การเตรียมปลีกล้วยผงเริ่มจากการแยกกลีบสีม่วงและช่อดอกที่มีปลายสีเหลืองออกจากปลีกล้วยสดให้หมด จากนั้นหั่นให้มีความกว้างประมาณ 3 มิลลิเมตร และแช่ขึ้นปลีกล้วยประมาณ 250-260 กรัม ลงในสารละลายกรดซิตริกเข้มข้นร้อยละ 0.2 ปริมาณ 1 ลิตรทันทีเพื่อป้องกันการเกิดสีน้ำตาล และแช่เป็นเวลา 30 นาที (3) จากนั้นต้มปลีกล้วยในน้ำสะอาดเป็นเวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง จนปลีกล้วยนิ่ม แล้วปั่นปลีกล้วยตมกับน้ำสะอาด จนมีเนื้อละเอียดด้วยเครื่องปั่นผสมไฟฟ้า จากนั้นนำไปทำให้แห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งโดยกำหนดอุณหภูมิลูกกลิ้งเท่ากับ 150 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบการหมุนของลูกกลิ้งเท่ากับ 12 รอบ/นาที ปั่นปลีกล้วยที่ผ่านการทำให้ละเอียดเป็นผงด้วยเครื่องปั่นผสมไฟฟ้า แล้วร่อนปลีกล้วยผงผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช เก็บรักษาในถุงพลาสติกปิดสนิท

3. การเตรียมเวเฟอร์คูกี้เสริมปลีกล้วยผง

เตรียมเวเฟอร์คูกี้เสริมปลีกล้วยผงโดยการเพิ่มปลีกล้วยผงในสูตรพื้นฐานในปริมาณที่แตกต่างกัน คือ ร้อยละ 4, 7 และ 10 โดยน้ำหนักของส่วนผสมทั้งหมด และวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD)

4. การวิเคราะห์คุณสมบัติของใยอาหาร

สมบัติการดูดซับน้ำ (Water holding capacity, WHC) ของปลีกล้วยผง ใช้วิธี AACC method 56-30.01 (12) สมบัติการดูดซับน้ำมัน (Oil Holding Capacity, OHC) ของปลีกล้วยผงวัดตามวิธีของ Abdul-Hamid and Luan (13)

5. การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ

การวัดความหนาของเวเฟอร์คูกี้ด้วยไมโครมิเตอร์ วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเวเฟอร์คูกี้ด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ และวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (HunterLab รุ่น MiniScan XE Plus, ประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยแสดงค่าสีในระบบ CIE $L^* a^* b^*$ โดยค่าสี L^* แสดงค่าความสว่าง มีค่า 0 ถึง 100 ค่าสี a^* แสดงค่าสีแดง (+) และสีเขียว (-) และค่าสี b^* แสดงค่าสีเหลือง (+) และสีน้ำเงิน (-) (14)

6. การศึกษาคุณภาพทางเคมีกายภาพ

วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระด้วยเครื่องวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (Aqua Lab รุ่น 4TE, ประเทศสหรัฐอเมริกา) และวิเคราะห์ความชื้นตามวิธีของ AOAC (2000) (15)

7. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

สารสกัดตัวอย่างที่สกัดด้วยสารละลายผสมเอทานอล:น้ำกลั่น อัตราส่วนร้อยละ 80:20 (16) ถูกใช้เพื่อการวิเคราะห์

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดวิเคราะห์ตามวิธีของ Jiamyangyuen, Nueng-chamnong and Ngamdee (17) ผสมสารสกัดตัวอย่าง 200 ไมโครลิตร กับตัวทำปฏิกิริยา Folin-Ciocalteu

Reagent ปริมาณ 300 ไมโครลิตร เติมน้ำละลายไซโตเมตริกบอเนตเข้มข้นร้อยละ 7.5 ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตร บ่มในที่มืด 2 ชั่วโมง แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (HITACHI รุ่น UH5300, ประเทศญี่ปุ่น) แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเทียบเท่าไมโครกรัมกรดแกลลิก/100 กรัม ($\mu\text{g GAE}/100\text{ g}$)

8. การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH

การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระดีพีพีเอช (DPPH) ใช้วิธีของ Leong and Shui (18) โดยผสมสารสกัดตัวอย่าง 100 ไมโครลิตร กับสารละลาย DPPH เข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาณ 100 ไมโครลิตร และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (HITACHI รุ่น UH5300, ประเทศญี่ปุ่น) และแสดงฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในหน่วย $\mu\text{g GAE}/100\text{ g}$

10. การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เวเฟอร์คูกี้ทำตามวิธีของ Wekwete and Navder (19) โดยใช้ผู้ชิมไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คน ซึ่งมีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป เป็นผู้ที่เคยบริโภคผลิตภัณฑ์ประเภทคูกี้ และไม่เป็นผู้อาการแพ้ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มีในผลิตภัณฑ์คูกี้ ใช้วิธีการทดสอบความชอบ 9 ระดับ (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) ประเมินความชอบทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ตัวอย่างเวเฟอร์คูกี้ที่มีลักษณะเป็นแผ่นกลม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 108 มิลลิเมตร

ความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร มีลักษณะลวดลายตารางขนาดเล็ก มีน้ำหนักต่อแผ่นประมาณ 18-19 กรัม ตัวอย่างเวเฟอร์คูกี้สำหรับทดสอบชิมบรรจุในซองพลาสติก OPP และระบุตัวอย่างด้วยตัวเลขสุ่ม 3 ตัว การเสิร์ฟเวเฟอร์คูกี้ทำที่อุณหภูมิห้อง

11. การวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัส

การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของคูกี้ทำตามวิธีของ Wekwete and Navder (19) โดยการวิเคราะห์ความแข็ง (Hardness) และการแตกหักได้ (fracturability) ของคูกี้ด้วยวิธีการวัดแบบโค้งงอสองจุด (Three-point bend test) โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Stable Micro Systems รุ่น TA.XT Plus, ประเทศสหรัฐอเมริกา) ตัวอย่างเวเฟอร์คูกี้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 108 มิลลิเมตร มีความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร และมีลักษณะลวดลายตารางขนาดเล็ก ใช้สภาวะในการทดสอบ คือ โหลดเซลล์ขนาด 5 กิโลกรัม วางตัวอย่างบนชุดการวัดแบบโค้งงอสองจุด (TA-92, Texture Technologies, ประเทศสหรัฐอเมริกา) กำหนดช่องว่างระหว่างฐานเท่ากับ 30 มิลลิเมตร ใยมัดทดสอบแบบปลายมน (TA-42, Texture Technologies, ประเทศสหรัฐอเมริกา) เคลื่อนที่เข้าหาตัวอย่างด้วยความเร็ว 2 มิลลิเมตร/วินาที และเริ่มการวิเคราะห์เมื่อแรงสัมผัสเท่ากับ 5 กรัม วิเคราะห์โดยการกดผ่านตัวอย่างเป็นระยะทาง 10 มิลลิเมตร ด้วยความเร็ว 1.0 มิลลิเมตร/วินาที แสดงผลการวิเคราะห์เป็นค่าความแข็งซึ่งวัดจากแรงสูงสุดที่ใช้กดตัวอย่าง และค่าการแตกหักได้วัดจากระยะทางของกราฟจากจุดเริ่มต้นกดครั้งแรกจนถึงจุดที่เกิดการแตกหัก (20)

12. การวิเคราะห์ปริมาณกากใยรวม

ปริมาณกากใยรวม (15) ใช้ตัวอย่าง ที่กำจัดความชื้นและไขมันออกแล้วมาวิเคราะห์ด้วย วิธีการย่อยโดยการต้มในกรดซัลฟิวริกเข้มข้นนาน 30 นาที จากนั้นกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 541 และ รายงานปริมาณกากใยรวมเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก

13. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้โปรแกรม ทาง สถิติและวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการศึกษา

1. คุณภาพของผงปลีกล้วย

การเตรียมปลีกล้วยผงโดยใช้วิธีการทำแห้ง แบบลูกกลิ้งพบว่าได้ปริมาณผลผลิตร้อยละ 5.2 โดยน้ำหนัก โดยปลีกล้วยสดมีความชื้นร้อยละ 89 (Table 1) มีปริมาณกากใยรวมเท่ากับ 19.13 g/100 g ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ Florenta et al. (2) ที่พบว่า กกล้วยสายพันธุ์ ABB มีปริมาณกากใยรวมประมาณ 18-20 g/100 g ปลีกล้วยผงมีค่าความสว่าง L^* เท่ากับ 41.52 มีค่าสี a^* เท่ากับ 3.97 และ b^* เท่ากับ 9.64

ค่าความชื้นของปลีกล้วยผงจากการทำแห้ง ด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งมีความชื้นต่ำมาก เพียงร้อยละ 2.41 โดยน้ำหนัก เมื่อเปรียบเทียบกับ ปลีกล้วยผงที่เตรียมด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาดที่ อุณหภูมิ 50 - 60 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 5-10 โดยน้ำหนัก (3, 21)

Table 1. Properties of banana blossom powder

Results were presented as means $\pm$ SD

Properties	Values
Total fiber (g/100 g)	19.13 $\pm$ 1.44
Color L^*	41.52 $\pm$ 2.29
a^*	3.97 $\pm$ 0.55
b^*	9.64 $\pm$ 1.49
a_w	0.39 $\pm$ 0.01
Moisture (%)	2.41 $\pm$ 0.04
DPPH scavenging activity (μ g GAE/g)	1,357 $\pm$ 32
Total phenolic content (μ g GAE/g)	6,109 $\pm$ 106
WHC (g/g)	16.8 $\pm$ 0.05
OHC (g/g)	1.16 $\pm$ 0.01

ปลีกล้วยผงที่เตรียมโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบ ลูกกลิ้งในงานวิจัยนี้มีค่าการดูดซับน้ำ และการดูดซับ น้ำมันเท่ากับ 16.8 g/g และ 1.16 g/g ตามลำดับ แต่ พบว่ามีค่าค่อนข้างแตกต่างจากรายงานของ Elancheran and Jayamuthunagai (3) ที่พบว่าปลี กล้วยผงที่ทำแห้งโดยการอบด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีค่าการดูดซับน้ำ และการดูดซับ น้ำมันเท่ากับ 5.80 g/g และ 7.14 g/g ตามลำดับ

**Table 2.** Total fiber content, water activity and moisture content of wafer cookies

Banana blossom (%)	Total fiber content (g/100 g)	a_w^{ns}	Moisture content ^{ns} (%)
0 (control)	0.41±0.05 ^c	0.30±0.00	2.36±0.73
4	2.63±0.03 ^c	0.33±0.00	2.46±0.12
7	5.15±0.07 ^b	0.28±0.00	3.15±0.04
10	7.84±0.07 ^a	0.36±0.00	4.00±1.51

Values in the same column followed by different superscript letters are significant different ($p \leq 0.05$)

ns (not significant) = means in the same column are not significant difference ($p > 0.05$)

Table 3. Color, total phenolic content and DPPH scavenging activity of wafer cookies

Banana blossom (%)	Color			Total phenolic content ($\mu\text{g GAE/g}$)	DPPH scavenging activity ^{ns} ($\mu\text{g GAE/g}$)
	L*	a*	b* ^{ns}		
0 (control)	73.1±4.5 ^a	4.51±0.9 ^{ab}	21.32±0.7	420±39 ^c	na
4	65.4±3.9 ^b	5.76±0.7 ^a	21.85±0.4	598±82 ^{bc}	1.546±0.02
7	51.3±4.7 ^{bc}	2.88±0.6 ^{bc}	21.42±0.6	724±24 ^b	1.490±0.03
10	64.9±5.0 ^b	3.89±0.6 ^b	19.68±1.3	1,093±14 ^a	1.568±0.03

Values in the same column followed by different superscript letters are significant different ($p \leq 0.05$)

ns (not significant) = means in the same column are not significant difference ($p > 0.05$)

na (not applicable) = the value was not detected or too low to be analyzed

2. ปริมาณกากใยรวมและคุณภาพทางเคมีกายภาพของเวเฟอร์คุกกี้

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเวเฟอร์คุกกี้เสริมเปลือกกล้วยใน Table 2 แสดงปริมาณกากใยรวม ค่า a_w และความชื้น โดยพบว่าการเพิ่มเปลือกกล้วยลงในเวเฟอร์คุกกี้ร้อยละ 4, 7 และ 10 ส่งผลให้ปริมาณกากใยรวมในผลิตภัณฑ์มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในปริมาณ 2.4-2.6 g/100 g ในแต่ละระดับของการเพิ่มเปลือกกล้วยลงในผลิตภัณฑ์

ค่า a_w ของเวเฟอร์คุกกี้สูตรพื้นฐานและเวเฟอร์คุกกี้เสริมเปลือกกล้วยผงทุกตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (Table 2) โดยที่ค่า a_w ของเวเฟอร์คุกกี้เสริมเปลือกกล้วยผงมีค่าอยู่ในช่วง 0.28-0.36 (Table 2) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่า a_w ของผลิตภัณฑ์คุกกี้ชนิดกรอบทางการค้าที่มีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.245-0.319 (22)

ความชื้นของเวเฟอร์คุกกี้นี้เสริมปลีกล้วยฝักร้อยละ 4, 7 และ 10 มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 2.36-4.00 (Table 2) ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของผลิตภัณฑ์ประเภทคุกกี้ (มผช.118/2555) (23) ที่ต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 7 โดยน้ำหนัก

3. ค่าสีและคุณภาพทางเคมีของเวเฟอร์คุกกี้นี้

เมื่อเปรียบเทียบกับค่าสี L^* a^* และ b^* ของเวเฟอร์คุกกี้นี้สูตรพื้นฐาน พบว่าเมื่อปริมาณปลีกล้วยฝักรวมเพิ่มขึ้น ค่าสี L^* ของผลิตภัณฑ์เวเฟอร์คุกกี้นี้เสริมปลีกล้วยฝักรวมมีค่าเป็นบวกลดลง (Table 3) แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น ในขณะที่ค่าสี a^* มีแนวโน้มมีค่าเป็นบวกลดลงแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความเป็นสีแดงลดลง อย่างไรก็ตามค่าสี b^* ของเวเฟอร์คุกกี้นี้ทุกตัวอย่างมีค่าเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยทุกตัวอย่างมีค่าสี b^* เป็นบวก แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีสีอยู่ในโทนสีเหลือง

คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เวเฟอร์คุกกี้นี้ประเมินจากปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH โดยพบว่าเวเฟอร์คุกกี้นี้เสริมปลีกล้วยฝักร้อยละ 4, 7 และ 10 มีค่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าเวเฟอร์คุกกี้นี้สูตรพื้นฐานเล็กน้อย (Table 3) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 42, 21 และ 51 ตามปริมาณปลีกล้วยฝักรวมที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่เวเฟอร์คุกกี้นี้สูตรพื้นฐานไม่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH แต่เวเฟอร์คุกกี้นี้เสริมปลีกล้วยฝักรวมทุกตัวอย่างมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH แต่มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.490-1.568 $\mu\text{g GAE/g}$

Table 4. Textural properties of wafer cookies

Banana blossom (%)	Hardness (g)	Fracturability ^{ns} (mm)
0 (control)	911 $\pm$ 17 ^a	33.70 $\pm$ 0.74
4	559 $\pm$ 28 ^b	32.65 $\pm$ 9.40
7	621 $\pm$ 25 ^b	32.26 $\pm$ 8.92
10	680 $\pm$ 23 ^b	33.11 $\pm$ 8.78

Values in the same column followed by different superscript letters are significant different ($p\leq 0.05$)

ns (not significant) = means in the same column are not significant difference ($p>0.05$)

4. คุณภาพเนื้อสัมผัสของเวเฟอร์คุกกี้นี้

เวเฟอร์คุกกี้นี้เสริมปลีกล้วยฝักรวมมีความแข็งไม่แตกต่างกันอยู่ในช่วง 559-680 g (Table 4) และมีค่าต่ำกว่าเวเฟอร์คุกกี้นี้สูตรควบคุมที่มีค่าเท่ากับ 911 g อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq 0.05$)

ค่าการแตกหักได้ของเวเฟอร์คุกกี้นี้ทุกตัวอย่างใน Table 4 มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 32.65-33.70 mm ซึ่งค่าการแตกหักได้แสดงถึงระยะทางของกราฟจากจุดเริ่มต้นกดครั้งแรกจนถึงจุดที่เกิดการแตกหัก ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีค่าการแตกหักได้ต่ำแสดงถึงผลิตภัณฑ์ที่มีความเปราะสูง (20)

5. คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเวเฟอร์คุกกี้นี้

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Table 5) แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบต่อเวเฟอร์คุกกี้นี้เสริมปลีกล้วยฝักร้อยละ 4, 7 และ 10 ทุกตัวอย่างสูงกว่าเวเฟอร์คุกกี้นี้สูตรพื้นฐานที่ไม่มีปลี

กล้วยผง โดยมีเวเฟอร์คุกกี้นำเสริมปลีกล้วยผง ร้อยละ 4 ที่ได้รับคะแนนความชอบด้านสีสูงที่สุด เท่ากับ 7.40 คะแนน เวเฟอร์คุกกี้นำเสริมโยอาอาหารจาก ปลีกล้วยผงร้อยละ 4 และ 7 มีคะแนนความชอบ ต่อกลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) และมีค่าเท่ากับ 7.35-7.60, 7.00-7.80 และ 7.15-7.65 คะแนนตามลำดับ และมีค่า สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับเวเฟอร์คุกกี้น้ำตาล

Table 5. Sensory properties of wafer cookies

Addition of banana blossom powder content (%)	Sensory Attributes				
	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptance
0 (control)	3.80±0.74 ^d	4.19±0.87 ^d	3.95±0.81 ^d	4.19±0.67 ^d	4.14±0.57 ^d
4	7.40±0.68 ^a	7.60±0.75 ^a	7.80±0.61 ^a	7.80±0.76 ^a	7.65±0.67 ^a
7	6.65±0.81 ^b	7.35±1.03 ^{ab}	6.95±1.09 ^b	7.00±0.91 ^{ab}	7.15±0.74 ^{ab}
10	5.75±1.01 ^c	6.35±1.08 ^c	6.05±1.46 ^c	5.20±1.05 ^c	6.40±1.14 ^c

Values in the same column followed by different superscript letters are significant different ($p\leq 0.05$)

ns (not significant) = means in the same column are not significant difference ($p>0.05$)

อภิปรายผล

1. คุณภาพของผงปลีกล้วย

ผลการวิเคราะห์ค่าสีพบว่าปลีกล้วยผงมีสีค่อนข้างสว่างและอยู่ในโทนสีเหลือง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jayamuthunagai et al. (3) ที่พบว่าปลีกล้วยผงที่ใช้กรดซิตริกช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลช่วยให้ปลีกล้วยผงมีสีอยู่ในโทนสว่าง ค่าความชื้นของปลีกล้วยผงที่เตรียมขึ้นในงานวิจัยนี้มีค่าต่ำประมาณร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก ซึ่งมีค่าต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของ Elancheran and Jayamuthunagai (3) ที่พบว่าปลีกล้วยผงที่เตรียมโดยการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 50 - 60 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 5-10 โดยน้ำหนัก แต่การใช้ลูกกลิ้งทำแห้งที่ความร้อน

สูง 140-150 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 30 วินาที ส่งผลให้ปลีกล้วยผงสูญเสียความชื้นสูง ทำให้ความชื้นของปลีกล้วยผงมีค่าต่ำเพียงร้อยละ 2.41 โดยน้ำหนัก

นอกจากนี้การใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งเตรียมปลีกล้วยผงยังส่งผลให้ปลีกล้วยผงมีค่าการดูดซับน้ำสูงกว่าปลีกล้วยผงที่เตรียมโดยใช้เครื่องอบแห้ง (3, 21) แต่พบว่ามีการดูดซับน้ำมันที่ต่ำกว่า

2. ปริมาณกากใยและคุณภาพทางกายภาพของเวเฟอร์คุกกี้น้ำตาล

การเพิ่มปลีกล้วยผงร้อยละ 4, 7 และ 10 ในเวเฟอร์คุกกี้น้ำตาล ส่งผลให้ปริมาณกากใยรวมในผลิตภัณฑ์มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากปลีกล้วยผง

มีองค์ประกอบหลักเป็นใยอาหาร สอดคล้องกับรายงานของ Bertagnolli et al. (9) ที่พบว่าปริมาณกากใยในผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมเปลือกแตงกวามีปริมาณเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับปริมาณที่ใช้

เวเฟอร์คุกกี้เสริมเปลือกด้วยผงมีแนวโน้มมีค่า a^* ลดลง เนื่องจากค่า a^* ของเปลือกด้วยผงมีค่าต่ำ จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความเป็นสีแดงลดลง สอดคล้องกับผลการทดลองของ Ajila et al. (8) ที่ใช้เปลือกมะม่วงซึ่งมีค่า a^* ที่เป็นบวกน้อยเพื่อเสริมลงในผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในปริมาณร้อยละ 5-7.5 แล้วพบว่าค่า a^* ของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มมีค่าเป็นบวกลดลงเช่นกัน

3. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

เวเฟอร์คุกกี้เสริมเปลือกด้วยผงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าเวเฟอร์คุกกี้สูตรพื้นฐาน แต่ยังคงมีค่าต่ำ ส่งผลให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของเวเฟอร์คุกกี้มีค่าต่ำด้วย โดยที่เวเฟอร์คุกกี้สูตรพื้นฐานมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ต่ำมากจนตรวจวัดไม่ได้ Ismail et al. (10) พบว่าคุกกี้ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยเปลือกทับทิมผงร้อยละ 1.5-7.5 ส่งผลต่อปริมาณฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของคุกกี้้น้อยมาก เช่นเดียวกับ Bertagnolli et al. (9) ที่พบว่า การแทนที่แป้งสาลีด้วยเปลือกแตงกวาผงร้อยละ 30 กลับส่งผลให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าลดลงประมาณร้อยละ 92 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม

4. คุณภาพเนื้อสัมผัสของเวเฟอร์คุกกี้

ตัวอย่างเวเฟอร์คุกกี้เสริมเปลือกด้วยผงมีค่าความแข็งไม่แตกต่างกันแต่มีค่าต่ำกว่าเวเฟอร์คุกกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญสอดคล้องกับรายงานของ Różyło et al. (24) ที่พบว่า การผสมใช้เบอรี่แห้งลงในผลิตภัณฑ์เวเฟอร์ชนิดแผ่นส่งผลให้ความความแข็งของเวเฟอร์มีแนวโน้มมีค่าลดลงตามปริมาณใช้เบอรี่ที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Wekwete and Navder (19) ที่พบว่าเนื้ออะโวคาโดและปลายข้าวโอ๊ตส่งผลให้ค่าความแข็งของคุกกี้ข้าวโอ๊ตมีค่าความแข็งลดลง ซึ่งสาเหตุที่การเสริมใยอาหารลงในผลิตภัณฑ์คุกกี้มีผลทำให้ค่าความแข็งลดลง เนื่องจากใยอาหารมีสมบัติการดูดซับน้ำและน้ำมันที่แตกต่างกันจากแป้งสาลี จึงอาจส่งผลให้เปลือกด้วยผงไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกับส่วนประกอบอื่นในผลิตภัณฑ์คุกกี้ ทำให้ค่าความแข็งของเวเฟอร์คุกกี้เสริมเปลือกด้วยผงมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความแข็งของเวเฟอร์คุกกี้สูตรควบคุม

ค่าการแตกหักได้ของเวเฟอร์คุกกี้ทุกตัวอย่างมีค่าไม่แตกต่างกันแสดงให้เห็นว่าการเสริมใยอาหารจากเปลือกด้วยผงส่งผลน้อยมากต่อโครงสร้างภายในของผลิตภัณฑ์ ค่าการแตกหักได้ของผลิตภัณฑ์ประเภทคุกกี้มีปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้อง คือ ส่วนผสมและความหนา (25)

5. คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเวเฟอร์คุกกี้

ผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้ทางการเกษตรซึ่งรวมถึงเปลือกด้วยผง ส่งผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อใช้ในปริมาณมาก เช่น Ajila et al. (8) พบว่าการใช้เปลือกมะม่วงผงเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์คุกกี้สูงกว่าร้อยละ 10 ส่งผลให้คะแนน

ความชอบต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) อย่างไรก็ตามผลิตรสชาติของผลิตรสชาติคุณก็น้อยถึงแม้จะใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตรสชาติปริมาณมาก เช่น Bertagnolli et al. (9) พบว่าการใช้เปลือกแตงกวาผงทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้ในปริมาณร้อยละ 30, 50 และ 70 ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบต่อคุณลักษณะด้านสี กลิ่น และลักษณะปรากฏอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่การใช้เปลือกแตงกวาผงร้อยละ 70 ส่งผลให้ค่าคะแนนความชอบต่อกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการทดลองทั้งหมดข้างต้นเวเฟอร์คุกกี้เสริมปลีกล้วยผงร้อยละ 7 อาจถูกคัดเลือกเป็นผลิตรสชาติที่ดีที่สุดเนื่องจากมีคุณภาพในด้านต่าง ๆ ใกล้เคียงกับเวเฟอร์คุกกี้สูตรอื่น ถึงแม้จะมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับเวเฟอร์คุกกี้เสริมปลีกล้วยผงร้อยละ 4 แต่เนื่องจากเวเฟอร์คุกกี้เสริมปลีกล้วยผงร้อยละ 7 มีกากใยรวมสูงกว่า จึงมีคุณประโยชน์ต่อสุขภาพมากกว่า

สรุป

ปลีกล้วยผงที่เตรียมโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งถูกใช้เพื่อเสริมคุณประโยชน์ต่อสุขภาพในเวเฟอร์คุกกี้ในปริมาณร้อยละ 4, 7 และ 10 ซึ่งส่งผลให้เวเฟอร์คุกกี้ที่มีปริมาณกากใยเพิ่มขึ้นตามปริมาณปลีกล้วยผงที่เสริมเข้าไปในผลิตรสชาติ โดยที่ความชื้นและค่า a_w ของผลิตรสชาติยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ปลีกล้วยผงส่งผลให้เวเฟอร์คุกกี้มีสีสว่างขึ้นและมีสีอยู่ในโทนสีเหลือง ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเวเฟอร์คุกกี้ที่เสริมปลีกล้วยผงมีค่าสูงกว่าสูตรควบคุมอย่างมี

นัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งแสดงถึงคุณประโยชน์ต่อสุขภาพที่สูงขึ้น การเสริมปลีกล้วยผงทำให้ความแข็งแรงของเวเฟอร์คุกกี้มีค่าลดลง ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อการแตกหักได้ของผลิตรสชาติ ($p > 0.05$) เมื่อพิจารณาจากคุณภาพด้านต่าง ๆ เวเฟอร์คุกกี้เสริมปลีกล้วยผงร้อยละ 7 ถูกเลือกเป็นผลิตรสชาติที่ดีที่สุดในการทดลองนี้ถึงแม้ปลีกล้วยผงร้อยละ 7 จะมีคะแนนความชอบต่อคุณลักษณะกลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่าง ($p > 0.05$) จากเวเฟอร์คุกกี้เสริมปลีกล้วยผงร้อยละ 4 แต่เวเฟอร์คุกกี้เสริมปลีกล้วยผงร้อยละ 7 มีคุณประโยชน์ต่อสุขภาพโดยรวมสูงกว่า เนื่องจากมีปริมาณกากใยรวมสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และมีแนวโน้มมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่มากกว่า

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนพัฒนาทักษะวิทยาศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2564 จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

เอกสารอ้างอิง

1. Sheng ZW, Ma WH, Bi Y, Sun ZG, Dou HT, Gao JH, Li JY, Han LN. Investigation of dietary fiber, protein, vitamin E and other nutritional compounds of banana flower of two cultivars grown in China. *African Journal of Biotechnology* 2010;9(25):3888-95.
2. Awedem WF, Achu M, Happi ET. Nutritive value of three varieties of banana and plantain blossoms from Cameroon. *Greener*



- Journal of Agricultural Sciences 2015; 5:52-61.
3. Elancheran E, Jayamuthunagai J. Functional, physicochemical and anti-oxidant properties of dehydrated banana blossom powder and its incorporation in biscuits. *International Journal of ChemTech Research* 2014;6(9): 4446-54.
 4. จันทกานต์ นุชสุข. ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของ สารสกัดหยาบจากปลีกล้วยไข่ กล้วยน้ำว้า และ กล้วยหอม. วารสารวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ 2561;10(12):1-10.
 5. Singh B, Singh JP, Singh N, Kaur A. Saponins in pulses and their health promoting activities: a review. *Food Chemistry* 2017;233:540-9.
 6. ดวงพร อมรเลิศพิศาล, รัตนารณณ์ จันทร์ทิพย์, อุเทน จำใจ. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารสำคัญ ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากชาปลีกล้วย. การประชุมวิชาการวิจัยและนวัตกรรมสร้างสรรค์ ครั้งที่ 3 (CRCI-2016); 15-16 กันยายน 2559; มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, เชียงใหม่; 2559.
 7. Tiefenbacher KF. *The Technology of Wafers and Waffles I: Operational Aspects*. CA, USA: Academic Press; 2018.
 8. Ajila CM, Leelavathi K, Prasada Rao UJS. Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science* 2008;48(2):319-26.
 9. Bertagnolli SMM, Silveira MLR, Fogaça AdO, Umann L, Penna NG. Bioactive compounds and acceptance of cookies made with Guava peel flour. *Food Science and Technology* 2014;34:303-8.
 10. Ismail T, Akhtar S, Riaz M, Ismail A. Effect of pomegranate peel supplementation on nutritional, organoleptic and stability properties of cookies. *International journal of food sciences and nutrition* 2014;65(6):661-6.
 11. Mohd Dom Z, Mohd Halimi NZ, Mujianto L. Utilization of banana peel flour as fibre ingredient in the waffle cones. *Konvensyen Kebangsaan Kejuruteraan Pertanian dan Makanan 2019; Wisma Tani, Kementerian Pertanian & Industri Asas Tani, Putrajaya. Malaysia. 2019;p.141-4.*
 12. AACC. *AACC Approved Methods of Analysis*, 11th ed. Method 56-30.01. Water hydration capacity of protein materials. MN, USA: Cereals & Grains Association; 1983.
 13. Abdul-Hamid A, Luan YS. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. *Food Chemistry* 2000; 68(1):15-19.
 14. Wrolstad RE, Smith DE. Color analysis. In: S. S. Nielsen. *Food analysis*. 4th ed. NY: Springer; 2010.



15. AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International 18th Edition. MD, USA: AOAC International; 2005.
16. Sakač M, Pestorić M, Mandić A, Mišan A, Nedeljković N, Jambrec D, Jovanov P, Lazić V, Pezo L, Sedej I. Shelf-life prediction of gluten-free rice-buckwheat cookies. *Journal of Cereal Science*. 2016;69:336-43.
17. Jiamyangyuen S, Nuengchamnong N, Ngamdee P. Bioactivity and chemical components of Thai rice in five stages of grain development. *Journal of Cereal Science* 2017;74:136-44.
18. Leong LP, Shui G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. *Food Chemistry* 2002;76(1):69-75.
19. Wekwete B, Navder KP. Effects of avocado fruit puree and oatrim as fat replacers on the physical, textural and sensory properties of oatmeal cookies. *Journal of Food Quality* 2008;31(2):131-41.
20. Yılmaz E, Öğütücü M. The texture, sensory properties and stability of cookies prepared with wax oleogels. *Food & function* 2015;6(4):1194-204.
21. Wickramarachchi K, Ranamukhaarachchi S. Preservation of fiber-rich banana blossom as a dehydrated vegetable. *Science Asia* 2005;31:265-71.
22. Schmidt SJ, F AJ. Water activity values of select food ingredients and products. NY, USA: John Wiley & Sons; 2020.
23. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน คุณค่า มผช. 118/2555. กระทรวงอุตสาหกรรม; 2555.
24. Różyło R, Wójcik M, Dzik D, Biernacka B, Cacak-Pietrzak G, Gawłowski S, Zdybel AM. Freeze-dried elderberry and chokeberry as natural colorants for gluten-free wafer sheets. *International Agrophysics* 2019;33:217-25.
25. Öksüz T, Karakaş B. Sensory and textural evaluation of gluten-free biscuits containing buckwheat flour. *Cogent Food & Agriculture* 2016;2(1):1178693.