ผลของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ต่อสมบัติทางเคมี-กายภาพ และคุณภาพจุลินทรีย์ของคุกกี้ปลากะตัก

Effect of Riceberry Flour on Physico-Chemical and Microorganisms of Anchovy Cookies

กมลวรรณ สุขสวัสดิ์* จักรพล ฉิมอินทร์ ชลสาย กังงา และนำโชค ชูชิต
Kamolwan Suksawat*, Jakkapon Chimin, Chonlasai Kangnga and Numchok Chuchit

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต 83000 ประเทศไทย
Faculty of Science and Technology, Phuket Rajabhat University, Phuket 83000, Thailand
*Corresponding author, e-mail: kamolwan.s@pkru.ac.th
(Received: Aug 13, 2024; Revised: Feb 15, 2025; Accepted: Feb 25, 2025)

บทคัดย่อ

คุกกี้เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งที่มีส่วนผสมของแป้งสาลี งานวิจัยนี้ได้ศึกษาสมบัติด้านกายภาพ และเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่โดยการนำข้าวจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอำเภอเกาะยาวน้อย จังหวัดพังงา มีพลังงานทั้งหมด 370 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม มีไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เถ้า เส้นใย ความชื้น และค่าปริมาณน้ำอิสระ ร้อยละ 3.44 8.76 76.1 1.57 4.38 10.1 และ 0.430 ตามลำดับ สมบัติด้านเคมีของคุกกี้ปลากะตักทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ ร้อยละ 0 15 30 และ 45 พบว่า ปริมาณพลังงานทั้งหมด โปรตีน โซเดียม เถ้า และความชื้นมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และคุณภาพด้านจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนคุกกี้ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ปลอดภัยจากจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหาร จากการวิจัยนี้ แป้งข้าวไรซ์เบอรี่สามารถใช้เป็นแป้งทางเลือกในอุตสาหกรรมอาหาร อีกทั้งยังเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์ และเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอำเภอเกาะยาวน้อย จังหวัดพังงา ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ควรศึกษาต้นทุนร่วมด้วย เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการผลิตคุกกี้ปลากะตัก เพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภค ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ และเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าของผลผลิตทางการเกษตร

คำสำคัญ : แป้งข้าวไรซ์เบอรี่ แป้งสาลี คุกกี้ ปลากะตัก

Abstract

Cookies are a product that is suitable for wheat flour ingredients. This research studied the physical properties and chemistry of riceberry flour by bringing rice from the community enterprise group of Koh Yao Noi District, Phang Nga Province. It had a total energy of 370 kilocalories/100 grams. Protein, carbohydrate, ash, fiber, moisture, and free water content in the flour were 3.44, 8.76, 76.1, 1.57, 4.38, 10.1, and 0.430 percent, respectively. Chemical properties of anchovy cookies substituted with riceberry flour at 0, 15, 30, and 45 percent found that the total energy, protein, sodium, ash, and moisture contents were significantly different ($P \leq 0.05$). Microbial quality was found to be in line with community cookie product standards. As a result, the product was safe from food-causing microorganisms. Based on this research, riceberry flour can be used as an alternative flour in the food industry. It also adds nutritional value to the product and helps increase the value of agricultural products of the community enterprise group in Koh Yao Noi District, Phang Nga Province. However, such products should also study the costs to evaluate the feasibility of producing anchovy cookies, increase choices for consumers, create new products and helps increase the value of agricultural products.

Keywords: Wheat flour, Riceberry flour, Cookies, Anchovy

บทนำ

คุกกี้เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งที่มีส่วนผสมของแป้งสาลี น้ำตาล ไขมัน หรือน้ำมัน นม ไข่ ผงฟู เบคกิ้งโซดา สารแต่งกลิ่นรส และเกลือ มีลักษณะกรอบร่วน รสหวาน มีขนาดรูปร่าง กลิ่น รสชาติแตกต่างกันขึ้นอยู่กับส่วนผสม มีหลายรูปแบบ สามารถเก็บไว้ได้นาน และเป็นขนมอบที่นิยมบริโภค ซึ่งในคุกกี้มีแป้งสาลีเป็นส่วนประกอบหลัก และมีกลูเตนที่เป็นโปรตีนทำให้เกิดอาการแพ้กับผู้ป่วยด้วยโรคเซลิแอด (Celiac disease) (Duangruthai *et al.*, 2017) ดังนั้นจึงมีการนำแป้งจากแหล่งวัตถุดิบชนิดอื่น เช่น แป้งข้าวเจ้า เพื่อตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคที่รักษาสุขภาพ เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครปโดยใช้แป้งข้าวไรซ์เบอรี่ทดแทนแทนแป้งสาลี (Punfujinda, 2019) การพัฒนาคุกกี้โดยใช้แป้งเมล็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีบางส่วน (Moolwong *et al.*, 2023)

ข้าวไรซ์เบอรี่ หรือข้าวสีนิล มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* L. เป็นข้าวที่เกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิลและข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีลักษณะเป็นข้าวเจ้าสีม่วงเข้ม เมล็ดเรียวยาว ผิวมันวาว มีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์ มีรสชาติหวาน และมีสมบัติต้านออกซิเดชันสูง (Sirichokworrakit *et al.*, 2015) ได้แก่ เบต้าแคโรทีน 63 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม แกมมาโอไรซานอล 462 ไมโครกรัม ต่อ 100 กรัม โพลีฟีนอล 113.5 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม วิตามินอี 678 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม และมีโฟเลทสูงถึง 48.1 ไมโครกรัม ต่อ 100 กรัม (Wanvijit, 2008) นอกจากนี้ข้าวไรซ์เบอรี่ ยังมีธาตุเหล็ก สังกะสี โอเมก้า-3 ปริมาณ 13-18, 31.9 และ 25.51 มิลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระชนิดละลายในน้ำและน้ำมันเท่ากับ 47.5 มิลลิกรัม (Boontun *et al.*, 2015) นอกจากนี้ข้าวไรซ์เบอรี่มีใยอาหารสูงเมื่อเทียบกับข้าวเจ้าขัดขาว (Sinchaipanit *et al.*, 2017) จากคุณค่าโภชนาการของสารอาหารที่อยู่ในข้าวไรซ์เบอรี่ และประโยชน์ต่อสุขภาพ ทำให้มีการนำข้าวไรซ์เบอรี่มาใช้เป็นวัตถุดิบ ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารหลากหลายชนิดที่กล่าวอ้างในเชิงสุขภาพ เช่น บราวนี่ไรซ์เบอรี่ (Sinchaipanit *et al.*, 2017) ซาลาเปาไรซ์เบอรี่ Boontun *et al.* (2015) ขนมจีนอบแห้งผสมข้าวไรซ์เบอรี่ (Bainak *et al.*, 2015) และไอศกรีมข้าวไรซ์เบอรี่ไขมันต่ำ (Chuaykarn *et al.*, 2013) การใช้แป้งข้าวไรซ์เบอรี่ทดแทนแป้งสาลีจะทำให้คุกกี้ปลากะตักในงานวิจัยนี้มีคุณค่าทางโภชนาการที่เพิ่มขึ้นจากเดิม

ปลากะตัก (Anchovy) เป็นปลาผิวน้ำขนาดเล็กที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากชนิดหนึ่ง จัดอยู่ในวงศ์ Engraulidae มีชื่อเรียกหลายชื่อ ได้แก่ ปลาไส้ตัน ปลาฉิ้งฉ้าง ปลาหัวอ่อน ปลามะลิ ปลาใบไผ่ ปลาจิ๊งจั้ง ปลาข้าวสาร เป็นต้น ถูกจำแนกออกเป็น 2 สกุล คือ ปลากะตักตัวแบน (*Stolephorus* app.) และปลากะตักตัวกลม (*Encrasicholina* app.) ปลากะตักที่พบในน่านน้ำไทยมี 11 ชนิด พบได้ทั่วไปทั้งอ่าวไทย (10 ชนิด) และฝั่งอันดามัน (6 ชนิด) โดยปลากะตักตัวกลมชนิด *Encrasicholina heteroloba* พบมากที่สุด (Songkaew *et al.*, 2007) ปลากะตักเป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของไทยเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ เนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยมีการนำปลากลุ่มนี้มาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น บริโภคสด ตากแห้ง แปรรูปทำน้ำปลา น้ำบูดู เป็นต้น จากสถิติการส่งออกของกรมประมงพบว่า ในปี 2557 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ปลากะตักเท่ากับ 633.6 ตัน และ 23.49 ล้านบาท ตามลำดับ (Department of fisheries, 2024) เป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย และมีปริมาณของกรดไขมันจำเป็นต่อร่างกายในปริมาณสูงเมื่อเทียบกับสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ โดยเฉพาะกรดไขมันไม่อิ่มตัวในกลุ่มของโอเมก้าสาม นิยมนำมาแปรรูปเป็นปลาตากแห้งหรือปลาต้มตากแห้ง คุณค่าทางโภชนาการของปลากะตักต่อน้ำหนัก 100 กรัม มีโปรตีน 18 กรัม ไขมัน 0.3 กรัม เถ้า 1.1 กรัม แคลเซียม 218 มิลลิกรัม เหล็ก 1.7 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 211 มิลลิกรัม ไอโอดีน 11 ไมโครกรัม และไนอะซิน 0.6 มิลลิกรัม (Department of Health, 2024).

จากที่ผู้วิจัยได้ลงพื้นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่อำเภอเกาะยาวน้อย จังหวัดพังงา ในพื้นมีการปลูกข้าวไรซ์เบอรี่ และชุมชนมีอาชีพประมงซึ่งจะได้ปลากะตักมาจำนวนมาก และส่วนใหญ่จะนำมาแปรรูปแบบตากแห้ง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงคิดพัฒนาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติด้านกายภาพ และเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่เพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตคุกกี้ และเพื่อศึกษาสมบัติด้านด้านกายภาพ-เคมี และคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของคุกกี้ปลากะตักทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ เพื่อเพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ เพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคกลุ่มคนรักสุขภาพ ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ เป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตร และยังเป็นการสนับสนุนการใช้ข้าวไทยให้เป็นที่รู้จักเพิ่มมากขึ้น และส่งเสริมการนำวัตถุดิบท้องถิ่นมาเพิ่มมูลค่า

วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบ

ปลากะตัก และข้าวไรซ์เบอรี่ที่ใช้ในการทดลองได้จากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอำเภอเกาะยาวน้อย จังหวัดพังงา (RBF1) และ ข้าวไรซ์เบอรี่จังหวัดพะเยา เป็นข้าวทางการค้าที่จำหน่ายตามท้องตลาด (RBF2)

1. การเตรียมแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ ด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด

นำข้าวไรซ์เบอรี่มาคัดเลือกสิ่งสกปรกออก และนำข้าวไรซ์เบอรี่ทั้ง 2 ชนิด เทลงในถาด ๆ ละ 300 กรัม โดยเกลี่ยเมล็ดข้าวให้กระจายสม่ำเสมอ จากนั้นนำไปให้ความร้อนด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาดอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง ดัดแปลงวิธีการจาก Khumkhom (2019) แล้วนำมาโม่แห้งด้วยเครื่องบดอเนกประสงค์ เมื่อบดเสร็จแล้วนำมาร่อนผ่านตะแกรงร่อนความละเอียด 100 เมช บรรจุในถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน ปิดผนึกสุญญากาศ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป (Bunying *et al.,* 2009)

2. การศึกษาสมบัติด้านกายภาพ และเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่เพื่อคัดลักษณะมาเป็นส่วนผสมของคุกกี้ปลากะตัก

นำแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ที่ได้จากการผลิต มาทำการศึกษาสมบัติด้านกายภาพของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ RBF 1 และ RBF 2 คือ ค่าสี วัดด้วยเครื่อง Hunterlab Lab ระบบ L*, a*, b* (Color Aqua Lab s36000990, Hunter Associate Laboratory, VA, USA) และศึกษาสมบัติด้านเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ ได้แก่ พลังงานทั้งหมด ไขมัน โปรตีน เถ้า เส้นใย ความชื้น ตามวิธี (A.O.A.C, 2000) คาร์โบไฮเดรตได้จากวิธีการคำนวณ และค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Novasina AG, Neuheimstrasse 12, CH-8853, Lachen, Switzerland)

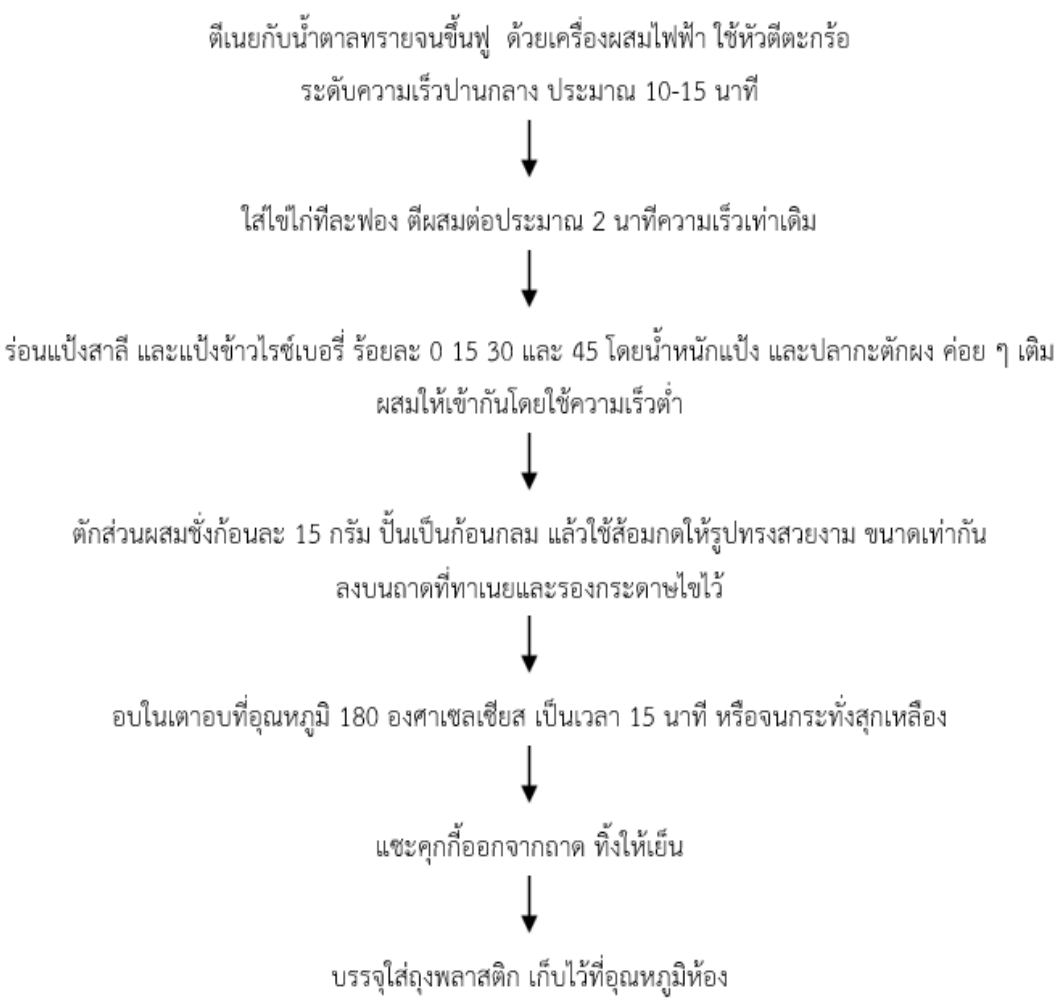
3. การศึกษาสมบัติด้านกายภาพ และเคมีของคุกกี้ปลากะตักทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่

3.1 การศึกษาสมบัติด้านกายภาพ และเคมี ของคุกกี้ปลากะตักทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ ที่ได้จากการผลิตไปศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์คุกกี้ปลากะตัก ปัจจัยที่ศึกษาคือแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ RBF1 ที่ใช้ในการทดแทนแป้งสาลี คัดเลือกจากคุณสมบัติด้านกายภาพ และเคมี โดยแปรเป็น 4 ระดับคือ ร้อยละ 0 15 30 และ 45 โดยน้ำหนัก กำหนดให้ส่วนผสมอื่นๆ คงที่ ได้แก่ เนยสด น้ำตาลทราย ไข่ไก่ ผงฟู ปลากะตัก ดังแสดงในตารางที่ 1 และ แล้วทำตามกระบวนการผลิตที่ดัดแปลงจาก Suksawat *et al.* (2021) ดังภาพที่ 1

3.2 นำผลิตภัณฑ์คุกกี้ปลากะตักแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ทดแทนแป้งสาลีบางส่วน ทั้ง 4 สูตร มาศึกษาสมบัติด้านกายภาพ และเคมี ได้แก่ ค่าสี วัดด้วยเครื่อง Hunterl ab Lab ระบบ L*, a*, b* (Color Aqua Lab s36000990, Hunter Associate Laboratory, VA, USA) พลังงานทั้งหมด คอเลสเตอรอล โปรตีน น้ำตาล โซเดียม เถ้าและความชื้น ตามวิธี (A.O.A.C, 2000) คาร์โบไฮเดรตได้จากวิธีการคำนวณ

ตารางที่ 1 ปริมาณแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์คุกกี้ปลากะตัก 4 ระดับ

ส่วนผสม	ปริมาณแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ (ร้อยละ)			
	0	15	30	45
ปลากะตัก (กรัม)	35	35	35	35
แป้งสาลี (กรัม)	315	268	220	173
แป้งข้าวไรซ์เบอรี่ (กรัม)	0	47	95	142
เนยสด (กรัม)	225	225	225	225
น้ำตาลทราย (กรัม)	175	175	175	175
ไข่ไก่ (กรัม)	55	55	55	55
ผงฟู (กรัม)	6	6	6	6



ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตคุกกี้ปลากะตัก
ที่มา : Suksawat *et al.* (2021)

4. การศึกษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของคุกกี้ปลากะตักทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่

นำผลิตภัณฑ์คุกกี้ปลากะตักแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 45 สุ่มตัวอย่างทุก ๆ 15 วัน ระยะเวลา 45 วัน ได้แก่ 0 15 30 และ 45 วัน มาศึกษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนคุกกี้ (มผช. 118/2546) (Cookie Community Product Standards, 2021) ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.) สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) บาซิลลัส ซีเรียส (*Bacillus cereus*) คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*) เอสเชอริเชียโคไล (*Escherichia coli*) ยีสต์และรา (Yeast and Mold)

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สำหรับการวิเคราะห์สมบัติด้านกายภาพและเคมี ทำการทดลอง 3 ซ้ำ คำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± SD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$) โดยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS

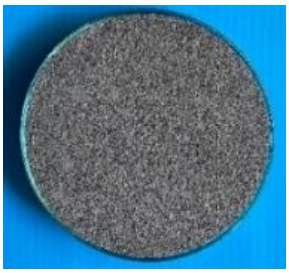
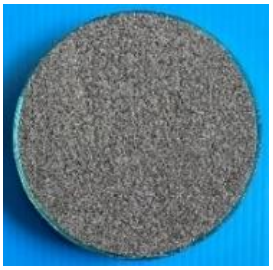
ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาสมบัติด้านกายภาพ และเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่เพื่อคัดลักษณะมาเป็นส่วนผสมของคุกกี้ปลากะตัก

จากผลการศึกษาสมบัติด้านกายภาพของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ RBF1 และ RBF2 เพื่อคัดลักษณะมาเป็นส่วนผสมของคุกกี้ปลากะตักพบว่า เมื่อเปรียบเทียบค่าสีของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ RBF1 และ RBF2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ (P>0.05) และผลการศึกษาสมบัติด้านเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ RBF1 และRBF 2 พบว่า สมบัติด้านเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ RBF1 และ RBF2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) RBF 1 มีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และใยอาหาร สูงกว่า RBF2 แต่ RBF1 มีพลังงาน และไขมันน้อยกว่า RBF2 (P≤0.05) ผลการศึกษาสมบัติด้านกายภาพของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ทั้ง 2 ชนิดพบว่า ค่าสี L* a* b* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และค่าปริมาณน้ำอิสระของข้าวไรซ์เบอรี่ RBF1 น้อยกว่า RBF2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปริมาณของเถ้า และความชื้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ลักษณะเด่นของแป้ง RBF1 มีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร และเป็นข้าวไรซ์เบอร์รีที่มีอยู่ในท้องถิ่น ซึ่งคัดเลือกมาเป็นส่วนผสมของคุกกี้ปลากะตัก ในขั้นตอนต่อไป แสดงผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแป้งข้าวเบอร์รี่

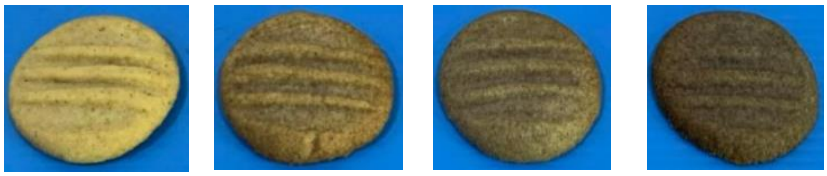
คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี	RBF1	RBF 2
ค่าสี		
L* ns	73.08±0.02	74.52±0.03
a* ns	5.07±0.33	5.28±0.03
b* ns	4.21±0.01	4.18±0.17
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	370±0.02[b]	373±0.01[a]
ไขมัน (ร้อยละ)	3.44±0.06[b]	4.36±0.04[a]
โปรตีน (ร้อยละ)	8.76±0.02[a]	8.29±0.01[b]
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	76.1±0.06[a]	75.2±0.03[b]
เถ้า (ร้อยละ)[ns]	1.57±0.02	1.53±0.01
ความชื้น (ร้อยละ)[ns]	10.1±0.08	10.6±0.14
ใยอาหาร (ร้อยละ)	4.38±0.01[a]	4.14±0.04[b]
ค่าปริมาณน้ำอิสระ	0.430±0.03[b]	0.474±0.01[a]

หมายเหตุ [a, b,c] หมายถึง อักษรกำกับในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)
[ns] หมายถึง ตัวอักษรกำกับในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

2. ผลการศึกษาสมบัติด้านกายภาพ และเคมีของคุกกี้ปลากะตักทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่

จากผลการศึกษาสมบัติด้านกายภาพ และเคมีของคุกกี้ปลากะตักทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ ร้อยละ 0 15 30 และ 45 แสดงผลดังตารางที่ 3 ค่าสี L* a* และ b* ของคุกกี้ปลากะตักมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) การทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้คุกกี้ปลากะตักมีสีน้ำตาลแดงขึ้น และค่าสี b* (ค่าสีเหลือง) สูตรควบคุม มีค่าสี b* มีสีเหลืองสว่างมากที่สุด ปริมาณพลังงานทั้งหมด ไขมัน คอเลสเตอรอล โซเดียม เถ้า และความชื้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) ปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และน้ำตาล ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของคุกกี้ปลากะตักเพื่อทดแทนแป้งข้าวเบอร์รี่

ส่วนประกอบ	0	15	30	45
ค่าสี				
L*	71.01±0.08^{a}	69.58±0.09^{b}	65.00±0.11^{c}	58.00±0.10^{d}
a*	7.25±0.06^{a}	7.84±0.05^{b}	8.22±0.05^{c}	8.89±0.04^{d}
b*	25.63±0.20^{d}	19.91±0.17^{c}	17.56±0.23^{b}	15.84±0.21^{a}
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลลอรี)	512±0.15^{b}	517±0.49^{a}	513±0.38^{c}	515±0.47^{b}
ไขมัน (กรัม)	26.4±0.13^{b}	26.9±0.11^{b}	26.4±0.19^{b}	27.2±0.10^{a}
คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	47.2±0.05^{b}	47.5±0.17^{b}	47.8±0.06^{b}	48.6±0.34^{a}
โปรตีน (กรัม) ^{ns}	8.36±0.02	8.61±0.01	8.69±0.02	8.18±0.01
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)^{ns}	60.3±0.08	60.2±0.09	60.1±0.02	59.4±0.25
น้ำตาล (กรัม)^{ns}	27.0±0.06	26.8±0.19	27.1±0.08	27.5±0.13
โซเดียม (มิลลิกรัม)	419±0.23^{a}	363±0.47^{c}	411±0.51^{b}	368±0.15^{c}
เถ้า (กรัม)	1.34±0.03^{b}	1.25±0.04^{c}	1.53±0.01^{a}	1.37±0.01^{b}
ความชื้น (ร้อยละ)	3.56±0.07^{b}	3.00±0.01^{d}	3.27±0.03^{c}	3.80±0.01^{a}

หมายเหตุ $^{a, b,c}$ หมายถึง อักษรกำกับในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)
^{ns} หมายถึง ตัวอักษรกำกับในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

3. ผลการศึกษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของคุกกี้ปลากะตักทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่

ผลการศึกษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนยีสต์ และรา ของคุกกี้ปลากะตักทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ ร้อยละ 45 สุ่มตัวอย่างทุก ๆ 15 วัน ระยะเวลา 45 วัน ได้แก่ 0 15 30 และ 45 วัน จากการศึกษาพบว่าสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนคุกกี้ (มผช. 118/2546) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า $1x10^{4}$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม บาซิลลัส ซีเรียส (*Bacillus cereus*) ต้องไม่เกิน $1x10^{3}$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*) ต้องไม่เกิน $1x10^{3}$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เอสเชอริเชียโคไล (*Escherichia coli*) ต้องน้อยกว่า 3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และรา (Yeast and Mold) ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม แสดงผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คุณภาพของจุลินทรีย์ของคุกกี้ปลากะตักทดแทนแป้งข้าวเบอร์รี่

ส่วนประกอบ	ระยะเวลา (วัน)			
	0	15	30	45
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g.)	500	560	4300	4200
บาซิลลัส ซีเรียส (CFU/g.)	<10	<10	<10	<10
คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (CFU/g.)	<10	<10	<10	<10
เอสเชอริเชียโคไล (MPN/g.)	<3	<3	<3	<3
แซลโมเนลลา (in 25 g.)	nd	nd	nd	nd
สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (CFU/g.)	<10	<10	<10	<10
ยีสต์และรา (CFU/g.)	<10	<10	<10	<10

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาสมบัติด้านกายภาพ และเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่เพื่อคัดลักษณะมาเป็นส่วนผสมของคุกกี้ปลากะตัก RBF1 และ RBF 2 พบว่า ค่าสีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) RBF1 มีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และใยอาหาร สูงกว่า RBF2 แต่มีพลังงาน และไขมันน้อยกว่า RBF2 (P≤0.05) ปริมาณเถ้า โปรตีน ไขมัน และใยอาหารของ RBF1 มีค่าร้อยละ 8.76 3.44 และ 4.38 ตามลำดับ และปริมาณโปรตีน ไขมัน และใยอาหารของ RBF2 มีค่าร้อยละ 8.29 4.36 และ 4.14 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์แป้งข้าวไรซ์เบอรี่ของ Poratso *et al.* (2020) มีผลการทดลองใกล้เคียงกัน โดยมีปริมาณเถ้า โปรตีน ไขมัน และใยอาหาร เท่ากับร้อยละ 1.13 8.34 0.91 และ 2.73 ตามลำดับ ทั้งนี้ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของ RBF1 และRBF2 มีค่าร้อยขละ 76.1 และ 75.2 ตามลำดับ มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณคาร์โบไฮเดรตของแป้งข้าวสีนิล คือ ร้อยละ 78.13 Phuphet. (2012) และมีค่าใกล้เคียงกับแป้งข้าวไรซ์เบอรี คือ ร้อยละ 76.85 (Chokchaithanawiwat *et al,* 2019) ปริมาณเถ้าของ RBF1 และ RBF2 มีค่าร้อยละ 1.57 และ 1.53 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Sirichokworrakit *et al.* (2015) คือ 1.13 ปริมาณความชื้น RBF1 และ RBF2 ร้อยละ 10.1 และ 10.6 ตามลำดับ มีค่าใกล้เคียงกับความชื้นของแป้งข้าวสีนิลที่ร้อยละ 11.46 (Phuphet *et al,* 2012) ปริมาณความชื้นของ RBF1 และ RBF2 สอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของแป้งสาลี (มอก. 375/2560) โดยกำหนดปริมาณความชื้นไม่ควรเกินร้อยละ 14 โดยน้ำหนัก เนื่องจากปริมาณความชื้นที่ต่ำจะเป็นการหยุดการทำงานของเอนไซม์ ชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของแป้ง และจุลินทรีย์ก่อให้เกิดโรค ทำให้มีอายุในการเก็บรักษาแป้งไว้ได้นาน จากสมบัติด้านกายภาพของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ RBF1 และ RBF 2 มีความแตกต่างกัน เนื่องมาจากสภาพภูมิประเทศของการเพาะปลูก สภาพและความอุดมสมบูรณ์ของดินในแต่ละพื้นที่ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ RBF1 กับแป้งสาลีที่ Phuphet *et al.* (2012) ได้รายงานไว้ว่า แป้งสาลีมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร และเถ้า มีค่าร้อยละ 72.06 0.08 และ 0.53 ตามลำดับ จะพบว่ามีค่าน้อยกว่าแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ RBF1

ผลการศึกษาสมบัติด้านกายภาพ และเคมีของคุกกี้ปลากะตักทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ ปริมาณร้อย 0 15 30 และ 45 โดยน้ำหนักของแป้ง แสดงดังตารางที่ 3 พบว่า ค่าสี L* a* และ b* ของคุกกี้ปลากะตักทั้ง 4 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) โดยค่าสี L* ของคุกปลากะตักกี้สูตรควบคุมมีค่าสูงที่สุด หมายถึง สีของคุกกี้ปลากะตักมีความสว่างมากที่สุด และเมื่อทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น ค่า L* มีแนวโน้มที่ลดลง หมายถึง คุกกี้ปลากะตักทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอรี่เพิ่มขึ้นจะมีสีคล้ำมากขึ้น ส่วนค่า a* หมายถึง ค่าสีแดงพบว่า สูตรควบคุมมีค่าสี a* น้อยที่สุด หมายถึง สีของคุกกี้ปลากะตักสูตรควบคุมมีสีออกสีน้ำตาลแดงเล็กน้อย ส่วนคุกกี้ปลากะตักที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ในปริมาณเพิ่มขึ้นมีค่าสี a* เพิ่มมากขึ้น หมายความว่า การเพิ่มแป้งข้าวไรซ์เบอรี่มากขึ้นส่งผลให้คุกกี้ปลากะตักมีสีน้ำตาลแดงมากขึ้น สำหรับค่าสี b* (ค่าสีเหลือง) พบว่า คุกกี้ปลากะตักสูตรควบคุม มีค่าสี b* สูงที่สุด หมายถึง คุกกี้ปลากะตักสูตรควบคุมมีสีออกสีเหลืองสว่างมากที่สุด ส่วนคุกกี้ปลากะตักที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ในปริมาณเพิ่มขึ้นมีค่าสี b* ลดลงหมายความว่า การเพิ่มแป้งข้าวไรซ์เบอรี่มากขึ้นส่งผลให้คุกกี้ปลากะตักมีสีเหลืองลดลง มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Siripakdi *et al.* (2017) ที่รายงานว่า คุกกี้ปลากะตักทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่มีพลังงานทั้งหมด 513-517 กิโลแคลอรี ไขมัน 26.4-27.2 กรัม คอเลสเตอรอล 47.5-48.6 มิลลิกรัม โปรตีน 8.18-8.69 กรัม มีปริมาณไขมัน และคอเลสเตอรอลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ปริมาณไขมันมีค่า 26.4 กรัม เพิ่มเป็น 27.2 กรัม และคอเลสเตอรอลมีค่า 47.2 มิลลิกรัม เพิ่มเป็น 48.6 มิลลิกรัม ปริมาณโซเดียม 363-411 กรัม และเถ้า 1.25-1.53 กรัม ปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 3.0-3.8 สอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนคุกกี้ (มผช.118/2546) กล่าวว่า คุกกี้มีความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก ความชื้นอยู่ในระดับต่ำ ปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 8.36 - 8.69 กรัมพบว่า การทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 45 มีปริมาณโปรตีนลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kovacs *et al.* (2004) กล่าวว่า การใช้แป้งข้าวไรซ์เบอรี่ทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละที่เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณโปรตีนลดลง ดังนั้นจากการศึกษาสมบัติด้านกายภาพและเคมีของคุกกี้ปลากะตักทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ ร้อยละ 0 15 30 และ 45 พบว่า ร้อยละ 45 มีความแตกต่างกัน ด้านสี ไขมัน คอเลสตอรอล ความชื้น โซเดียมมีปริมาณน้อย และปริมาณของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ที่ทดแทนมากกว่าสูตรอื่นจึงคัดเลือกร้อยละ 45 ศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ผลการศึกษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์ โดยบรรจุคุกกี้ในถุงพลาสติกโพลีเอทธิลีน ถุงละ 1 ชิ้น ปิดผนึกในสภาวะปกติ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (20±5 องศาเซลเซียส) สุ่มตัวอย่างทุก ๆ 5 วัน ระยะเวลา 45 วัน ผลการศึกษาสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนคุกกี้ (มผช. 118/2546) กล่าวว่าจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน $1x10^5$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และ

ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม พบว่า คุกกี้ปลากะตักทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่มียีสต์และราอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานไม่เสี่ยงต่อการเกิดโรค

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ต่อสมบัติด้านกายภาพ-เคมี และคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของคุกกี้ปลากะตัก จากการนำแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ RBF1 และ RBF2 มาศึกษาสมบัติด้านกายภาพ และเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่โดยความแตกต่างกันที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากสภาพภูมิประเทศของการเพาะปลูก สภาพและความอุดมสมบูรณ์ของดินในแต่ละพื้นที่ ดังนั้นจึงนำข้าวไรซ์เบอรี่ในท้องถิ่นมาทำการศึกษาด้านกายภาพ เคมีของคุกกี้ปลากะตักทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอรี่มีลักษณะปรากฏดี มีสีตามธรรมชาติของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ ปริมาณที่เหมาะสมในการทดแทน คือ ร้อยละ 45 คุณภาพด้านจุลินทรีย์ เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนคุกกี้ (มผช. 118/2546) จากงานวิจัยนี้สามารถใช้แป้งข้าวไรซ์เบอรี่ทดแทนแป้งสาลีได้ ข้อเสนอแนะจากการวิจัยนี้ควรศึกษาเพิ่มเติมด้านปริมาณของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ ปริมาณฟินอลิก สารสีแอนโทไซยานิน กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ และควรเพิ่มเติมการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ปลากะตัก

เอกสารอ้างอิง

A.O.A.C. (2000). *Official methods of analysis of association of official chemists* (17th ed*)*. Washinton DC: The Association of official Analytical Chemists Inc.

Bainak, J., Wongpakdee, R. & Suksomboon, A. (2015). Development of dried rice noodle (Kanom-geen) from riceberry. *Agricultural Science Journal*, *46*(3), 361-364. (in Thai)

Boontun, C., Lomeniem, T., Saimo Chu, J. & Thumthanaruk, B. (2015). Comparison of rice berry flour and sweeteners affecting the quality of custard cream stuffed rice berry Chinese bun. *Agricultural Science Journal*, *46*(3), 525-528. (in Thai)

Bunying, S., Suwonsichon, S. & Sompongse, W. (2009). Chemical and physical properties of sago starch and effects of wheat flour substitution with sago starch on cookie qualities. In *The 47th Kasetsart University Annual Conference*, March 17-20, 2009. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)

Chokchaithanawiwat, P., Rungsardthong, V., Thumthanaruk, B., Puttanlek, C., Uttapap, D., Boonraksa, S., *et al.* (2019). Product development of dried noodle from wheat flour and riceberry rice flour by extrusion. In *IOP conference series: Earth and environmental science*, July 21-24, 2019. Macau: IOP Publishing.

Chuaykarn, N., Laohakunjit, N., Suttisansanee, U., Hudthagosol, C. & Somboonpanyakul, P. (2013). Effect of riceberry flour on physico-chemical and sensory properties of low-fat ice cream. *Agricultural Science Journal*, *44*(2), 589-592.

Department of fisheries. (2024). *Anchovy* [Online]. Retrieved October 23, 2024, from: https://www.fisheries.go.th/local/file_document/20200415091934_1_file.pdf. (in Thai)

Department of Health. (2024). *Anchovy* [Online]. Retrieved October 23, 2024, from: https://thaifcd.anamai.moph.go.th/nss/view.php?fID=07065. (in Thai)

Duangruthai, T., Wipawan, J. & Rungtiwa, W. (2017). *Bread and gluten-free bakery* (1st ed.). Bangkok: Petchprakai Publishers.

Jarupun, B., Rattanaporn, W. & Anocha, S. (2015). Development of dried rice noodle (Kanom-geen) from riceberry. *Agricultural Science Journal*, *46*(3), 361-364.

Khumkhom, S. (2019). Effect of riceberry flour on physicochemical properties and antioxidant activities of steamed bun. *Thai Science and Technology Journal (TSTJ)*, *28*(11), 2025-2038. (in Thai)

Kovacs, M. I. P., Fu, B. X., Woods, S. M. & Khan, K. (2004). Thermal stability of wheat gluten protein: Its effect on dough properties and noodle texture. *Journal of Cereal Science*, *39*(1), 9–19.

Moolwong, J., Chysirichote, T. & Chuacharoen, T. (2023). Development of cookies using partial substitution of wheat flour with jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) seed flour. *Phranakhon Rajabhat Research Journal, 18*(1), 1-14.

Phuphet, P., Suwannasichon, S. & Phalimanon, B. (2012). Chemical and physical characteristics of Sinin rice flour and qualities of Sinin rice flour substituted bread dough. In *The 47th Kasetsart University Annual Conference*, March 17-20, 2009. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)

Poratso, Y., Pichai, S. & Ratmanee, P. (2020). Effect of riceberry flour on qualities of muffin gluten-free. *Journal of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University*, *3*(2), 31-43. (in Thai)

Pumfujinda, C. (2019). Development of crepe cake using riceberry rice flour instead of wheat flour. *RMUTI Journal Science and Technology*, *12*(2), 101-114.

Sinchaipanit, P., Budpong, K., Disnil, S. & Twichatwitayakul, R. (2017). Influences of rice berry flour as a wheat flour substitute in a brownie: textural and quality attributes. *Journal of Food Health and Bioenvironmental Science*, *10*(2), 69-80. (in Thai)

Sirichokworrakit, S., Phetkhut, J. & Khommoon, A. (2015). Effect of partial substitution of wheat flour with riceberry flour on quality of noodles. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *197*, 1006-1012.

Siripakdi, N., Yossombat, N., Phumchuen, S., Sungsub, S. & Chattong, U. (2017). In *Innovation and Technology Conference*, December 25-26, 2017. Phitsanulok: Pibulsongkram Rajabhat University. (in Thai)

Songkaew, N., Kongchai, T. & Chotithammo, U. (2007). *Abundance and distribution of anchovy eggs and larvae in southern gulf of Thailand* 1. Songkhla: Marine Fisheries Research and Development. (in Thai)

Suksawat, K., Phuengyam, P., Piakbut, K., Kaewyat, J. & Srisuk, P. (2021). Development of butter cookie products fortified with anchovie powder. In *The International Academic Conference,* April 29-30, 2021. Ayutthaya: Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi. (in Thai)

Wanvijit, A. (2008). *The integrated biotechnology project in creating strains of rice for value added and rich in nutritio*n. Research report. Bangkok: Kasetsart University and Mahidol University.