

การศึกษาปริมาณแป้งเมล็ดมะขามทดแทนแป้งสาลีที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์คุกกี้

A STUDY OF THE OPTIMAL SUBSTITUTION OF TAMARIND SEED STARCH FOR WHEAT FLOUR IN COOKIE PRODUCTION

ปัญญภัทร์ จิรณิศราวิทย์^{1*} และพนัชนกร สุทธไชย²

Parnchaphat Jiranitsarawit^{1*} and Panutchakorn Suthachai²

¹คณะการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

²แผนกวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยเทคนิคชัยนาท

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

²Department of Food and Nutrition, Chainat Technical College

Received: October 2, 2024 / Revised: December 6, 2024 / Accepted: December 6, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมในการนำแป้งเมล็ดมะขามมาทดแทนแป้งสาลีในการผลิตคุกกี้ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้นและเป็นทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภค โดยได้ทำการทดลองผลิตคุกกี้ 3 สูตร โดยมีอัตราส่วนการทดแทนแป้งสาลี:แป้งเมล็ดมะขามที่ 50:50, 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ของแป้งเมล็ดมะขามพบว่า เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 638-2524 แป้งเมล็ดมะขามน้ำหนัก 100 กรัม ไม่พบจุลินทรีย์รวม ไม่พบการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ค่า aw 0.43 ค่าความชื้นร้อยละ 6.36 เถ้าร้อยละ 0.20 จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนแบบ 9-point hedonic scale โดยกลุ่มผู้ทดสอบเป็นผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์ด้านเบเกอรี่และรับประทานผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อย่างน้อย 21 ปี พบว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 (แป้งสาลี:แป้งเมล็ดมะขาม = 50:50, 25:75) ได้รับความพึงพอใจทางประสาทสัมผัสในทุกด้าน ยกเว้นด้านความชอบโดยรวมและลักษณะที่ปรากฏ เมื่อพิจารณาคะแนนความพอใจ พบว่าสูตรที่ 1 มีความพอใจในทุกด้าน ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 1 ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดมะขาม 50% เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตคุกกี้ และผู้ทดสอบทั้งหมดให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ผลการศึกษานี้พบว่า แป้งเมล็ดมะขามสามารถนำมาทดแทนแป้งสาลีเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับผู้ที่ต้องการดูแลสุขภาพ

คำสำคัญ: แป้งเมล็ดมะขาม แป้งสาลี คุกกี้

Abstract

This study aimed to investigate the optimal replacement ratio of tamarind seed flour for wheat flour in cookie production to enhance the nutritional value of the final product and provide a new alternative for consumers. A total of three cookie formulations were developed, with the ratios of wheat flour to tamarind seed flour set at 50:50, 25:75, and 0:100, respectively. Chemical and microbial quality analyses of the tamarind seed flour revealed the compliance with Thai Industrial Standards (TIS) 638-2524. The analysis of 100 grams of tamarind seed flour

*Corresponding Author

E-mail: parichatsoi@pim.ac.th

showed no detectable total microbial count or growth, with an a_w value of 0.43, moisture content of 6.36%, and ash content of 0.20%. Sensory quality assessment was conducted using a 9-point hedonic scale, with a testing group comprising bakery product manufacturers and consumers aged under 21. Results indicated that formulations 1 and 2 (wheat flour:tamarind seed flour ratios of 50:50 and 25:75) were favored in all sensory aspects, excepting for the overall acceptability and appearance. Considering the suitability scores, it was found that formulation 1 demonstrated the best overall satisfaction across all sensory attributes. Consequently, the 50% substitution of wheat flour with tamarind seed flour was determined as the most suitable formulation for cookie production, with unanimous consumer acceptance of the product. This study concludes that tamarind seed flour serves as a valuable alternative to wheat flour for health-conscious individuals.

Keywords: Tamarind Seed Flour, Wheat Flour, Cookies

บทนำ

ในปัจจุบันผู้บริโภคมีความตระหนักถึงสุขภาพมากขึ้น ส่งผลให้ความต้องการผลิตภัณฑ์อาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง หนึ่งในทางเลือกที่ได้รับความนิยมคือการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารโดยใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น แป้งจากพืชชนิดต่าง ๆ แป้งเมล็ดมะขามเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจ เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนและใยอาหารสูง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ (Smith, 2018) นอกจากนี้การนำแป้งเมล็ดมะขามมาใช้นั้นยังเป็นการส่งเสริมการใช้ผลิตภัณฑ์ในประเทศ และช่วยลดการพึ่งพาการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศ ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ได้รับความนิยมของคนไทย คือ คุกกี้ มีรูปร่างแบน ซึ่งทำจากแป้งสาลี เนย น้ำตาล และไข่ นิยมรับประทานคู่กับชาหรือกาแฟ เนื่องจากคุกกี้มีรสชาติที่อร่อย มีเนื้อสัมผัสที่ร่วนและกรอบ วิธีการผลิตไม่ยุ่งยาก สามารถหาซื้อได้ทั่วไป ผลิตด้วยแป้งสาลีขัดขาวเป็นส่วนประกอบหลัก มีสารกลูเตน มีคาร์โบไฮเดรตเชิงเดี่ยวที่ร่างกายดูดซึมในรูปแบบของน้ำตาลได้รวดเร็ว ส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลในเลือดขึ้นสูง เสี่ยงต่อภาวะดื้ออินซูลิน โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดเบาหวาน และความดันโลหิตทำให้เกิดอาการแพ้

กลูเตน โรคขาดสารอาหารจากระบบย่อยอาหารผิดปกติ

เมล็ดมะขามเป็นส่วนเหลือทิ้งจำนวนมากในโรงงานแปรรูปผลไม้ มักถูกมองข้ามและทิ้งเป็นขยะ ส่งผลให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและการสูญเสียทรัพยากรที่มีค่า การนำเมล็ดมะขามมาแปรรูปเป็นแป้งจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการเพิ่มมูลค่าให้กับของเหลือใช้ และลดปริมาณขยะอาหาร (Food Waste) อีกทั้งยังเป็นการนำวัตถุดิบในท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า บทความนี้จะนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิตแป้งจากเมล็ดมะขาม คุณสมบัติของแป้ง และศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร เมล็ดมะขามประกอบไปด้วยเปลือกของเมล็ดมะขามสีน้ำตาลแดง และเนื้อในเมล็ดมะขามสีขาว ซึ่งเนื้อในเมล็ดมะขามประกอบด้วยสารโพลีแซคคาไรด์ พบว่าในเนื้อเมล็ดมะขามมีไขมันและโพลีแซคคาไรด์ ซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว มีฤทธิ์เสริมประสิทธิภาพของระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย นอกจากนี้ยังสามารถลดน้ำตาลในกระแสโลหิต ลดคอเลสเตอรอลที่สำคัญ

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณแป้งเมล็ดมะขามที่เหมาะสมในการทดแทน

แป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้นั้น โดยพิจารณาจากคุณภาพทางเคมี คุณภาพทางจุลินทรีย์ และการยอมรับของผู้บริโภค ผลการศึกษาคาดว่า จะนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้นี้ที่มีส่วนผสมของแป้งเมล็ดมะขาม รสชาติอร่อย และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งจะส่งเสริมการบริโภคผลิตภัณฑ์จากแป้งเมล็ดมะขามและกระตุ้นเศรษฐกิจชุมชน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณแป้งเมล็ดมะขามที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์คุกกี้นี้
2. เพื่อศึกษาคุณภาพทางด้านเคมีและจุลินทรีย์
3. เพื่อศึกษาการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส

บททวนวรรณกรรม

ผลิตภัณฑ์คุกกี้นี้ (Cookie) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะบาง กรอบ มีสูตรคล้ายเค้กที่มีน้ำน้อย ทำจากแป้ง ไข่ อาจมีเติมเครื่องเทศ และผลไม้แห้ง มีทั้งชนิดหวานและไม่หวาน ในโซนอเมริกาเรียกว่า คุกกี้นั้น ส่วนในอังกฤษ จะเรียก บิสกิต

แป้งสาลี (Wheat Flour) แป้งสาลีผลิตมาจากส่วนของพืชที่มีการสะสมอาหาร เช่น เมล็ดของข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพด ถั่วเหลือง มันสำปะหลัง มันฝรั่ง มันเทศ และเผือก เป็นต้น นำมาผ่านกระบวนการทำให้ละเอียดด้วยวิธีการบด ซึ่งมีทั้งวิธีแบบแห้ง (Dry Milling) และวิธีแบบเปียก (Wet Milling) แป้งที่ผลิตได้โดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นผงแห้งองค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ผลิต (Pondet, 2024) แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ส่วนประกอบของโปรตีน 2 ชนิด ที่รวมกันอยู่สัดส่วนที่เหมาะสม คือ กลูเตนิน (Glutenin) และไกลอะดิน (Gliadin) ซึ่งเมื่อแป้งผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งเรียกว่า กลูเตน (Gluten) มีลักษณะเป็นยางเหนียว ยืดหยุ่นได้ กลูเตนจะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิดโครงสร้างที่จำเป็น

ของผลิตภัณฑ์ และจะเป็นโครงร่างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากการอบ (Chammek & Naivikul, 2006) ข้าวสาลีที่นำมาไม่เป็นแป้งสาลีนั้น สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ตามความแข็งและสีของเมล็ดได้แก่ ข้าวสาลีชนิดแข็ง (Hard Wheat) กับข้าวสาลีชนิดอ่อน (Soft Wheat) เป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ต่าง ๆ รวมถึงคุกกี้นี้ การบริโภคแป้งสาลีในปริมาณมากอาจส่งผลเสียต่อสุขภาพ เช่น การเพิ่มน้ำหนักและโรคเบาหวาน เนื่องจากแป้งสาลีมีปริมาณแป้งและกลูเตนสูง การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งจากพืชชนิดอื่น ๆ จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้น และเหมาะสำหรับผู้บริโภคที่มีความต้องการพิเศษ เช่น ผู้ป่วยโรค Celiac หรือผู้ที่แพ้กลูเตน (Jones & Brown, 2020)

แป้งเมล็ดมะขาม การศึกษาโดยนำแป้งจากพืชชนิดอื่น ๆ มาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เช่น แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด และแป้งถั่วเหลือง (Lee et al., 2015) ผลการศึกษาพบว่า การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งชนิดอื่น ๆ อาจส่งผลต่อปริมาณน้ำที่ดูดซับ ความหนืด และโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และสี (Kim & Park, 2017) อย่างไรก็ตาม ยังมีงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้แป้งเมล็ดมะขามทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้น้อยมาก จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมและศึกษาผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งจากพืช เป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้นและตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มผู้บริโภคที่มีความต้องการพิเศษ เช่น ผู้ป่วยโรค Celiac หรือผู้ที่แพ้กลูเตน แป้งเมล็ดมะขามเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจ เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนและใยอาหารสูง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ (Smith, 2018) การนำแป้งเมล็ดมะขามมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เช่น คุกกี้นี้ จำเป็นต้อง

มีการศึกษาเพื่อหาปริมาณที่เหมาะสม เนื่องจากคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแป้งทั้งสองชนิดแตกต่างกัน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย (Jones & Brown, 2020)

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณแป้งเมล็ดมะขามที่เหมาะสมในการทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ โดยพิจารณาจากคุณภาพทางเคมี คุณภาพทางจุลินทรีย์ และการยอมรับของผู้บริโภค ผลการศึกษาคาดว่าจะนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้นและตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่หลากหลาย

วิธีการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ประชากรคือ ผู้บริโภคที่รับประทานผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบคือ ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ด้านเบเกอรี่และผู้รับประทานผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ จำนวน 50 คน โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-Point Hedonic Scale) การทดสอบความพอดี (Just-About-Right Scale: JAR) แบบ 3 สเกล และการทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ แบบสอบถาม (Questionnaire) ซึ่งเป็นไปในรูปแบบของการให้กลุ่มตัวอย่างกรอกแบบสอบถามด้านความชอบ ความพอดี และการยอมรับของผู้บริโภค โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ 3 สูตร โดยในการประเมินคุณภาพอาหารทางประสาทสัมผัสในด้านคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติโดยรวม เนื้อสัมผัส (ความร่วน) และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 คะแนน โดยมีคะแนนความชอบจาก 1-9 คะแนน (Nicolas et al., 2010) ดังนี้

- คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด
- คะแนน 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก
- คะแนน 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง
- คะแนน 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย
- คะแนน 5 หมายถึง เฉย ๆ
- คะแนน 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย
- คะแนน 7 หมายถึง ชอบปานกลาง
- คะแนน 8 หมายถึง ชอบมาก
- คะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความความพอดีของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร โดยให้กลุ่มผู้ทดสอบให้คะแนนค่าความพอดีต่อคุณลักษณะด้าน สี กลิ่นรส และความร่วน โดยการระบุแนวโน้มของแต่ละคุณลักษณะแบบ JAR 3 คะแนน ว่าน้อยเกินไปหรือมากเกินไป คะแนน 1 หมายถึง น้อยเกินไป คะแนน 2 หมายถึง พอดี และคะแนน 3 หมายถึง มากเกินไป ส่วนการหาทิศทาง การปรับปรุงคุณลักษณะที่กำหนดของผลิตภัณฑ์ด้วยการหาค่าขนาดและทิศทางของความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง (Net Score) ซึ่งได้มาจากร้อยละของคะแนนมากเกินไปลบด้วยร้อยละของคะแนนน้อยเกินไป และกำหนดว่าหากค่าขนาดและทิศทางของความแตกต่างระหว่างตัวอย่างของคุณลักษณะใด มีคะแนนต่ำกว่า -20 แสดงว่าควรปรับปรุงคุณลักษณะนั้นเพิ่มขึ้น และหากสูงกว่า 20 แสดงว่าควรปรับปรุงคุณลักษณะนั้นลดลง แต่ถ้าหากมีคะแนนอยู่ระหว่าง -20 ถึง 20 แสดงว่าไม่จำเป็นต้องปรับปรุงคุณลักษณะนั้น ๆ แล้ว

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามข้อมูลพฤติกรรมผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ และการยอมรับผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ของแป้งเมล็ดมะขาม (แป้งดิบ) (โดยอ้างกระทรวงอุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งข้าวเจ้า)

- 1) ความชื้น (AOAC, 2,000)
- 2) วอเตอร์แอคทีวิตี (Water Activity, a_w)
- 3) ปริมาณเถ้า (AOAC, 2,000)
- 4) เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแปรปรวน

(ANOVA) ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Version 23)

การเตรียมวัตถุดิบแป้งเมล็ดมะขาม

นำเมล็ดมะขามมาคั่ว อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แล้วนำมาเคาะเปลือกออกจากเมล็ด

เมื่อนำเปลือกออกแล้ว นำเมล็ดมะขามมาบดเป็นแป้ง โดยใช้เครื่องบดละเอียด

หลังจากบดเป็นแป้งนำมาร่อน ผ่านตะแกรงขนาด 120 mesh

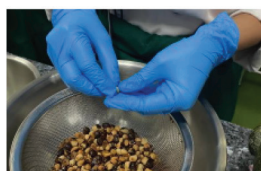
นำแป้งเมล็ดมะขามเก็บใส่ถุง ก่อนนำมาผสมกับส่วนอื่น ๆ



รูปที่ 1 เมล็ดมะขาม



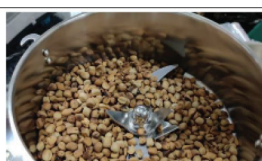
รูปที่ 2 คั่วเมล็ดมะขาม



รูปที่ 3 เคาะเปลือกเมล็ดมะขาม



รูปที่ 4 เมล็ดมะขามที่เคาะเปลือก



รูปที่ 5 บดเมล็ดมะขาม



รูปที่ 6 แป้งเมล็ดมะขาม

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทำแป้งเมล็ดมะขาม

ตารางที่ 1 ส่วนผสมในการทำคุกกี้จากแป้งเมล็ดมะขามในอัตราส่วน 50%, 75% และ 100%

ส่วนผสม (ร้อยละ)	สูตรที่ 1 แป้งสาลี: แป้งเมล็ดมะขาม 50:50	สูตรที่ 2 แป้งสาลี: แป้งเมล็ดมะขาม 25:75	สูตรที่ 3 แป้งสาลี: แป้งเมล็ดมะขาม 0:100
แป้งสาลีอเนกประสงค์	17.62	8.81	-
แป้งเมล็ดมะขาม	17.62	26.43	35.24
เนยเค็ม	29.37	29.37	29.37
น้ำตาลทราย	16.44	16.44	16.44
กลี้นวานิลา	0.59	0.59	0.59
เกลือ	0.15	0.15	0.15
ไข่ไก่ (เบอร์ 2)	0.12	0.12	0.12
ผงฟู	0.59	0.59	0.59
เมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบ	17.62	17.62	17.62

ขั้นตอนการเตรียมคุกกี้จากสูตรดัดแปลงแป้งเมล็ดมะขาม 50%, 75% และ 100% ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้ เนยเค็ม น้ำตาลทราย ไข่ไก่ ผงฟู กลี้นวานิลา เกลือ และเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบ และตวงสัดส่วนของแป้งสาลีและแป้งเมล็ดมะขาม ทำการเตรียมส่วนผสม โดยเริ่มจากการร่อนแป้ง ผงฟู เกลือ เข้าด้วยกัน (พักไว้) ตีเนยในโถปั่นด้วยหัวตีใบไม้ ใช้ความเร็วต่ำถึงปานกลาง จนเนยอ่อนตัว เพิ่มความเร็วเป็นเบอร์ 5-6 แบ่งใส่น้ำตาลลงไป ตีด้วยความเร็วเท่าเดิมจนเนยขึ้นฟูประมาณ 10-15 นาที ใส่ไข่ไก่ กลี้นวานิลา ตีต่อจนไข่เข้ากันดี ใส่เมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบ ใส่ส่วนผสมแป้งลงไปโดยใช้ความเร็วต่ำ จนเข้ากันดี ใช้ที่ตักไอศกรีมตักส่วนผสมเป็นก้อนกลมวางบนถาด นำเข้าอบ 160 องศาเซลเซียส ประมาณ 15 นาที นำถาดออกมา กลับด้าน และนำเข้าอบต่อประมาณ 5-10 นาที นำออกจากเตา แซะวางบนตะแกรง ทิ้งไว้ให้เย็น

นำใส่ถุงซิปล็อกและเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง (27 ± 2 องศาเซลเซียส)

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่าในผลิตภัณฑ์แป้งเมล็ดมะขาม ปลอดภัยต่อการบริโภคเนื่องจาก ตรวจไม่พบจุลินทรีย์รวม ไม่พบการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ มีค่า aw ต่ำกว่า 0.50 ซึ่งจุลินทรีย์ทุกชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Engel et al., 2007) และจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อกรัม ค่าความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 13 และถ้าร้อยละของน้ำหนักรอบแห้งไม่เกิน 0.50 ตามเกณฑ์กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของแป้งข้าวเจ้า มอก. 638-2563 (Thai Industrial Standards Institute Ministry of Industry, 2020) (ดังตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์คุณภาพในผลิตภัณฑ์แปงเมลิ้ดมะขาม

แปงเมลิ้ดมะขาม	ผลคุณภาพ
จุลินทรีย์ทั้งหมด	<10 CFU/g
ค่า a_w	0.43
ค่าความชื้น (ร้อยละ)	6.36
เถ้า (ร้อยละ)	0.20

ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสและข้อมูลส่วนบุคคล

จากผลการรวบรวมการทำแบบสอบถามที่ได้พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 66 และเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 34 ตามลำดับ

ผู้เข้าร่วมการทดสอบส่วนใหญ่อายุน้อยกว่า 21 ปี (ร้อยละ 74) กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 86) มีอาชีพนักศึกษาฝึกงานด้านเบเกอรี่ (ร้อยละ 72) มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10,001-15,000 บาท (ร้อยละ 76) (ดังตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ข้อมูลส่วนบุคคลผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
1. ชาย	17	34
2. หญิง	33	66
อายุ		
1. น้อยกว่า 21 ปี	37	74
2. 22-30 ปี	11	22
3. 31-40 ปี	2	4
4. 41-50 ปี	0	0
5. มากกว่า 50 ปี	0	0
การศึกษา		
1. มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	0	0
2. ปริญญาตรี	43	86
3. สูงกว่าปริญญาตรี	7	14

ตารางที่ 3 ข้อมูลส่วนบุคคลผู้ตอบแบบสอบถาม (ต่อ)

ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
อาชีพ		
1. นักศึกษาฝึกงานด้านเบเกอรี่	36	72
2. พนักงานเอกชน (ด้านเบเกอรี่)	13	26
3. ธุรกิจส่วนตัว (เบเกอรี่)	1	2
รายได้		
1. น้อยกว่า 10,000 บาท	0	0
2. 10,001-15,000 บาท	38	76
3. มากกว่า 15,000 บาท	12	24

การประเมินคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติโดยรวม เนื้อสัมผัส (ความร่วน) และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ปริมาณ แป้งเมล็ดมะขามทดแทนแป้งสาลีที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์คุกกี้ โดยมีอัตราส่วนของปริมาณ แป้งเมล็ดมะขามทดแทนแป้งสาลี (แป้งสาลี:แป้งเมล็ดมะขาม) ที่ระดับ 50:50, 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4 ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ แบบ 9 ระดับ จากผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน พบว่าปริมาณแป้งเมล็ดมะขามทดแทนแป้งสาลีที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์คุกกี้ ทั้ง 3 สูตร

มีลักษณะขึ้นรูปเป็นคุกกี้ สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด รองลงมาได้แก่ที่ ปริมาณ (แป้งสาลี:แป้งเมล็ดมะขาม) 0:100 ตามลำดับ ($p < 0.05$)

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ทั้ง 3 สูตร มีคะแนนความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันทาง สถิติ (ns) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ไม่แตกต่างกัน ทางสถิติ แต่สูตรที่ 3 พบว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4 ผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้แป้งเมล็ดมะขามทดแทนแป้งสาลี โดยแปรผันสูตรต่าง ๆ (สูตรที่ 1 แป้งสาลี:แป้งเมล็ดมะขาม 50:50 สูตรที่ 2 แป้งสาลี:แป้งเมล็ดมะขาม 25:75 สูตรที่ 3 แป้งสาลี:แป้งเมล็ดมะขาม 0:100)

คุณลักษณะ	± S.D.		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
1. ลักษณะปรากฏ	8.16 ± 0.76 ^{ns}	8.10 ± 0.57 ^{ns}	7.86 ± 0.57 ^{ns}
2. สี	7.55 ± 1.00 ^a	7.45 ± 0.63 ^a	7.00 ± 0.96 ^b
3. กลิ่น	8.18 ± 0.91 ^a	7.94 ± 0.65 ^a	7.78 ± 0.68 ^b
4. รสชาติโดยรวม (รสหวาน)	8.24 ± 0.71 ^a	7.96 ± 0.65 ^a	7.84 ± 0.67 ^b
5. เนื้อสัมผัส(ความร่วน)	8.04 ± 1.09 ^a	7.89 ± 0.75 ^a	7.03 ± 1.08 ^b
6. ความชอบโดยรวม	8.20 ± 0.77 ^{ns}	8.02 ± 0.65 ^{ns}	7.90 ± 0.75 ^{ns}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละชุดข้อมูล

^{a, b}อักษรที่ต่างในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ns}หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ผลค่าความพอดี (JAR) ของผลิตภัณฑ์

การทดสอบด้านความพอดีมีความสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากใช้ในการหาทิศทางในการปรับปรุงคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ (Liamkaew & Chompreeda, 2018) จากผลการวิเคราะห์ค่าความพอดีของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 5) พบว่าสูตรที่ 1 มีความพอใจ ไม่จำเป็นต้องปรับปรุงผลิตภัณฑ์ สูตรที่ 2 แป้งสาลี:แป้งเมล็ดมะขาม 25:75 คุณลักษณะที่ควรปรับปรุงให้เพิ่มขึ้นคือ รสชาติโดยรวม (รสหวาน) ผลิตภัณฑ์สูตรที่ 3 แป้งสาลี:แป้งเมล็ดมะขาม

0:100 คุณลักษณะที่ควรปรับปรุงให้เพิ่มขึ้นคือ ด้านสีและความชอบโดยรวม ควรปรับเนื้อสัมผัสเพิ่มขึ้น พบว่าสูตรที่ 3 มีปริมาณของแป้งเมล็ดมะขามทดแทนแป้งสาลี 100% ซึ่งในผลิตภัณฑ์นี้ใช้แป้งสาลีอ่อนเมื่อนำมาไม่ก็จะได้แป้งสาลีชนิดอ่อนซึ่งมีโปรตีนต่ำ แป้งจะมีความสามารถในการดูดน้ำได้ต่ำกว่า แป้งชนิดแข็ง ทนทานต่อการผสมและการหมักต่ำเหมาะสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์ขนมเค้กและคุกกี้ (Bunyasawat & Bhoosem, 2017)

ตารางที่ 5 ค่าความพอดี (JAR) ของผลิตภัณฑ์คุกกีที่ใช้แป้งเมล็ดมะขามทดแทนแป้งสาลี โดยแปรผันสูตรต่าง ๆ (สูตรที่ 1 แป้งสาลี:แป้งเมล็ดมะขาม 50:50 สูตรที่ 2 แป้งสาลี:แป้งเมล็ดมะขาม 25:75 สูตรที่ 3 แป้งสาลี:แป้งเมล็ดมะขาม 0:100)

สูตร	ลักษณะที่ประเมิน	ความถี่ (%)			Net score (% มากไป- % น้อยไป)	ทิศทางการปรับปรุง
		น้อยไป	พอดี	มากไป		
1	ลักษณะปรากฏ	31.67	65	33.33	1.66	ไม่ต้องปรับ
	สี	21.67	73.33	5	-16.67	ไม่ต้องปรับ
	กลิ่น	11.67	81.67	6.66	-5.01	ไม่ต้องปรับ
	รสชาติโดยรวม (รสหวาน)	16.67	78.33	5	-11.67	ไม่ต้องปรับ
	เนื้อสัมผัส (ความร่วน)	13.33	81.67	5	-8.33	ไม่ต้องปรับ
	ความชอบโดยรวม	13.67	75	11.33	-1.66	ไม่ต้องปรับ
2	ลักษณะปรากฏ	20	75	5	-15	ไม่ต้องปรับ
	สี	31.67	65	33.33	1.66	ไม่ต้องปรับ
	กลิ่น	2	91	7	5	ไม่ต้องปรับ
	รสชาติโดยรวม (รสหวาน)	10	33	57	47	ปรับความหวานเพิ่มขึ้น
	เนื้อสัมผัส (ความร่วน)	15	80	4	-11	ไม่ต้องปรับ
	ความชอบโดยรวม	13.33	81.67	5	-8.33	ไม่ต้องปรับ
3	ลักษณะปรากฏ	2	91	7	5	ไม่ต้องปรับ
	สี	10	33	57	47	ปรับสีเพิ่มขึ้น
	กลิ่น	15	80	4	-11	ไม่ต้องปรับ
	รสชาติโดยรวม (รสหวาน)	2	91	7	5	ไม่ต้องปรับ
	เนื้อสัมผัส (ความร่วน)	23	69	8	-15	ไม่ต้องปรับ
	ความชอบโดยรวม	26.66	68.33	5	-21.67	ปรับเนื้อสัมผัสเพิ่มขึ้น

ผลการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ จากตารางที่ 6 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 50 คน ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 100 แบ่งเป็น แป้งสาลี:แป้งเมล็ดมะขาม ที่ระดับ 50:50, 25:75 และ 0:100

ด้วยเหตุผล 3 อันดับแรก คือ อร่อย รสชาติแปลกใหม่ ทานง่าย

นอกจากนี้ผู้ตอบแบบสอบถามมีความยินดีในการซื้อผลิตภัณฑ์นี้หากมีการวางจำหน่ายร้อยละ 76

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์

ข้อมูลการบริโภค	จำนวน	ร้อยละ
1. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์หรือไม่		
ยอมรับ (อัตราส่วน แบ่งสาละ:แบ่งเมล็ดมะขาม ที่ระดับ 50:50, 25:75 และ 0:100)	50	100
ไม่ยอมรับ	-	-
2. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์นี้ เพราะเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
อร่อย	30	60
รสชาติแปลกใหม่	40	80
ทานง่าย	35	70
คุณค่าทางโภชนาการ	21	42
ชื่นชอบผลิตภัณฑ์จากเมล็ดมะขาม	15	30
อื่น ๆ		
3. ท่านสามารถแยกสูตรคุกกี้ที่ใส่แบ่งเมล็ดมะขามกับสูตรคุกกี้ที่ไม่ใส่แบ่งเมล็ด มะขามออกหรือไม่		
สามารถแยกออกได้	29	58
ไม่สามารถแยกออกได้	21	42
4. หากผลิตภัณฑ์มีวางจำหน่ายในราคากล่องละ 59 บาท (100 กรัม) ท่านยินดีจะซื้อหรือไม่		
ซื้อ	38	76
ยังไม่สามารถตัดสินใจได้	7	14
ไม่ซื้อแน่นอน	5	10

อภิปรายผลและสรุปผล

ผลการดำเนินการศึกษาปริมาณแบ่งเมล็ดมะขามทดแทนแป้งสาลีที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์คุกกี้เป็นไปตามวัตถุประสงค์โดยใช้สูตรที่พัฒนาขึ้นใหม่ระดับอัตราส่วน แบ่งสาละ:แบ่งเมล็ดมะขาม ที่ระดับ 50:50 (สูตรที่ 1) ซึ่งมีสูตรที่ได้คะแนนการยอมรับมากที่สุดจากผู้ทดสอบซึ่งประกอบไปด้วยคุณลักษณะในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส (ความร่วน) รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในระดับความชอบมาก โดยการผลิตคุกกี้แบ่งเมล็ดมะขามที่ได้สีเหลืองทอง กลิ่นหอมของแบ่งเมล็ดมะขาม เนื้อสัมผัสร่วน และมีรสชาติ

หวานเค็มเล็กน้อย มีคุณค่าทางโภชนาการจากแบ่งเมล็ดมะขามที่ช่วยเสริมภูมิคุ้มกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Bangwaek, 2024) ที่ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์จากแบ่งเมล็ดมะขาม จากการนำแบ่งเมล็ดมะขามมาทดลองทำผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิดสามารถทำผลิตภัณฑ์ประเภทเบเกอรี่ทดแทนแป้งสาลีได้ 100% คุณภาพและเนื้อผลิตภัณฑ์จะไม่ต่างจากที่ใช้แป้งสาลี

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ของแป้งพบว่าในผลิตภัณฑ์แบ่งเมล็ดมะขามปลอดภัยต่อการบริโภคเนื่องจากตรวจไม่พบจุลินทรีย์รวม ไม่พบการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เนื่องจาก

ผลิตภัณฑ์แป้งเมล็ดมะขาม มีค่า aw 0.43 ต่ำกว่า 0.50 ซึ่งจุลินทรีย์ทุกชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ และจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อกรัม ค่าความชื้นร้อยละ 6.36 ต่ำกว่าร้อยละ 13 และค่าร้อยละของน้ำหนักรวมแห้ง ไม่เกิน 0.50 ตามเกณฑ์กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมของแป้งข้าวเจ้า มอก. 638-2563 (Thai Industrial Standards Institute Ministry of Industry, 2020)

ผลการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์และพฤติกรรมผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ อัตราส่วน แป้งสาละ:แป้งเมล็ดมะขาม ที่ระดับ 50:50 มากที่สุด ผู้บริโภค ส่วนใหญ่

ชื่นชอบที่ความอร่อย รสชาติแปลกใหม่ ทานง่าย และเห็นว่าการวางจำหน่ายในราคากล่องละ 59 บาท (100 กรัม) จึงเป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ขอขอบคุณ นางสาวพูนศรี พุทธแขก นางสาวกาญจนา คตขัง นางสาวพิมพ์วัลย์ โชคชัยชาญ นางสาวพิมพ์วิทย์ โชคชัยชาญ และนางสาวพิมพ์ นายตอ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 คณะการจัดการธุรกิจอาหาร ที่มีส่วนร่วมในงานวิจัยและรวบรวมข้อมูล คณะผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งใจและขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

References

- Bangwaek, C. (2024, November 5). *Research and develop products from tamarind seed flour*. Department of Agriculture. <https://www.doa.go.th/plan/wp-content/uploads/2021/05/54.1วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากแป้งเมล็ดมะขาม.pdf> [in Thai]
- Bunyasawat, J., & Bhoosem, C. (2017). Effect of substitution Durian rind powder with wheat flour on Tarts quality. *RMUTP Research Journal*, 11(2), 48-58. [in Thai]
- Chammek, C., & Naivikul, O. (2006). *Basic baking science and technology*. Kasetsart University. [in Thai]
- Engel, D., MacDonald, D., & Nash, C. (2007). *Managing food safety* (2nd ed.). Chadwick House Group.
- Jones, A. B., & Brown, C. D. (2020). The impact of alternative flours on the quality of baked goods. *Journal of Food Science*, 85(2), 345-352.
- Kim, S. H., & Park, J. W. (2017). Effects of rice flour substitution on the quality of cookies. *Food Science and Biotechnology*, 26(3), 657-663.
- Lee, Y. J., Kim, M. Y., & Park, C. Y. (2015). Effects of rice flour substitution on the quality of cookies. *Food Science and Biotechnology*, 24(6), 1675-1682.
- Liamkaew, R., & Chompreeda, P. (2018). Sensory acceptability tests of corn milk beverage mixed with cereals. *APHEIT Journals*, 7(1), 82-91. [in Thai]
- Nicolas, L., Marquilly, C., & O'Mahony, M. (2010). The 9-point hedonic scale: are words and numbers compatible. *Food Quality and Preference*, 21(8), 1008-1015.
- Pondet, S. (2024, November 2). *Flour and starch*. Department of Science Service. http://siweb1.dss.go.th/dss_doc/dss_doc/show_discription_doc.asp?ID=1782 [in Thai]

- Smith, J. K. (2018). Nutritional benefits of tamarind seed flour. *Journal of Food Composition and Analysis*, 70, 123-129.
- Thai Industrial Standards Institute Ministry of Industry. (2020). *Standard for white rice flour (TIS 638-2563)*. Ministry of Industry. [in Thai]