

การศึกษาอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวกล้องงอก
(มะลินิลสุรินทร์) ที่เหมาะสมในการพัฒนา
เค้กปราศจากกลูเตน

The Study of Optimal Ratio of Rice Flour and Germinated
Brown Rice Flour (Mali Nil Surin Jasmine)
in Development of Gluten Free Cake

นิภาพร กุลณา^{1,*}, สุรีย์ ทองกร¹, ปณิดดา พึ่งศิลป์¹, กนกนาฏ แขวงมขำ¹, รมิตา เรือนสังข์²

¹ภาควิชาเทคโนโลยีอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 เชียงราย 57000

²แผนกคหกรรม สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยสารพัดช่างสุโขทัย สุโขทัย 64000

Nipapond Kunna^{1,*}, Suree Thongkorn¹, Panatda Phungsin¹,

Kanoknat Khaegamkham¹, Ramita Ruansung²

¹Department of Food and Nutrition Technology, Chiang Rai Vocational College, Institute of Vocational Education Northern Region 2, Chiang Rai 57000

²Department of Home Economics, Food and Nutrition Program, Sukhothai Polytechnic College, Sukhothai 64000

Received 13 February 2023; Received in revised 14 June 2023; Accepted 22 June 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวกล้องงอกที่เหมาะสม โดยศึกษาอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวกล้องงอก 5 ระดับ คือ ร้อยละ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ด้วยวิธี 9-point hedonic scale วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มปริมาณแป้งข้าวเจ้าทำให้เนื้อสัมผัสของเค้กนุ่ม และมีค่าคะแนนความชอบลดลง ในขณะที่การเพิ่มปริมาณแป้งข้าวกล้องงอก

ส่งผลให้ได้รับคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะสูงขึ้น อัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวกล้องงอก ร้อยละ 25:75 ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด เค้กปราศจากกลูเตน ที่พัฒนาได้ (55 กรัมต่อหนึ่งหน่วยบริโภค) จัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นแหล่งของโปรตีน (ร้อยละ 7.02) ตามเกณฑ์ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) และมีสารกาบา 16.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ ร้อยละ 91.00 และตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 71.00 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราปลอดภัยสำหรับการบริโภคตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.459/2555)

คำสำคัญ : เค้กปราศจากกลูเตน; แป้งข้าวเจ้า; แป้งข้าวกล้องงอก; แป้งข้าวมะลินิลสุรินทร์งอก

Abstract

The objective of this research was to study the optimal ratios of rice flour and germinated brown rice flour for gluten-free cake. The ratio between germinated rice flour and germinated brown rice flour was studied at five levels of percentage 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, and 0:100. A completely randomized design (CRD) was analyzed by Analyze of variance (ANOVA) and compared data differences by Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) method at a 95.00% confidence level. Consumer acceptance was performed by the 9-point hedonic scale analysis method. Data were obtained by frequency, percentage, mean, and standard deviation. The study found that increasing the amount of rice flour made the texture of the cake crumbly and the favorability score decreased while increasing the amount of germinated brown rice flour resulting in a favored score in every feature higher. The ratio of rice flour to germinated brown rice flour at 25:75 offered the highest approval score. Developed gluten-free cake (55 grams per serving) is classified as a product source of protein (7.02%) according to the Ministry of Public Health Notification (No. 182) and contains 16.25 mg/kg of GABA. 91.00% of consumers accepted the developed product and decided to buy the product 71.00% of the total microbial content. Yeasts and molds are safe for consumption according to the Thai Industrial Standards Institute. (459/2555)

Keywords: Gluten-free cake; Rice flour; Germinated brown rice flour; Germinated jasmine Surin rice flour

1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมจัดเป็นกระบวนการที่สามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา เช่น การเปลี่ยนจากสังคมแบบเกษตรกรรมมาเป็นสังคมอุตสาหกรรม จากสังคมแบบชนบทมาเป็นสังคมเมือง เป็นต้น โดยการเปลี่ยนแปลงทางสังคมเกิดขึ้นจากหลายปัจจัย เช่น สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ ขนาดของประชากร และการพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผู้คนเปลี่ยนจากการอพยพเร่ร่อนเพื่อหาแหล่งอาหารใหม่ [1] ส่งผลให้สภาพการณ์ของสังคมในปัจจุบันจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าผู้คนส่วนใหญ่ทำงานนอกบ้านมากขึ้น ใช้ชีวิตด้วยความเร่งรีบ และมีการแข่งขันสูง เวลาจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้การดำเนินกิจกรรมในชีวิตเป็นไปได้อย่างราบรื่น การจัดการเวลาถูกนำมาปรับใช้ในพฤติกรรมด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะด้านอาหาร ซึ่งจะเห็นได้จากรายงานของ Institute of Small and Medium Enterprise Development [2] และ Thila [3] ที่กล่าวว่าคนไทยหันมาบริโภค เบเกอรี่ทดแทนการบริโภคอาหารมื้อหลักมากขึ้น จากเดิมที่บริโภคเบเกอรี่เป็นเพียงของว่างรองท้อง หรือ อาหารหวานหลังมื้ออาหารเท่านั้น นอกจากนี้การสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคอาหารของประชากรปี พ.ศ. 2556 ของสำนักสถิติแห่งชาติที่พบว่าประชากรไทยบริโภคอาหารว่างมากถึงร้อยละ 79.30 ของประชากร โดยวัยเด็กที่มีอายุระหว่าง 6-14 ปี เป็นกลุ่มที่มีการบริโภคอาหารว่างสูงที่สุด ร้อยละ 89.80 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอาหารว่างเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของผู้บริโภคชาวไทยมากขึ้น โดยเฉพาะการบริโภคผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ [4] ส่งผลให้ในปี พ.ศ. 2562 มีร้านขนมอบและเบเกอรี่เปิดใหม่ทั้งสิ้น 3,247 ร้าน หรือมีอัตราการเปิดร้านใหม่เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2561 ร้อยละ 33.50 ประกอบกับการขยายตัวของธุรกิจร้านกาแฟหรือคาเฟ่ในประเทศไทยมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้ตลาดเบเกอรี่ทั้งในประเทศและต่างประเทศเติบโตสูงขึ้นตามไปด้วย [5, 6] โดยผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค คือ ขนมปัง เค้ก คุกกี้ และพาย ซึ่งในปี

พ.ศ. 2562 มีมูลค่าทางการตลาดสูงถึง 7,797 ล้านบาท และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต

โรคแพ้กลูเตน (Celiac Disease) เป็นโรคที่เกิดจากระบบภูมิคุ้มกันทำงานผิดปกติโดยร่างกายจะผลิตแอนติบอดี (Antibody) ออกมาตอบสนองต่อวิลลี (Villi) หรือเนื้อเยื่อของลำไส้เล็ก ทำให้เกิดการบวมแดง อักเสบ คลื่นไส้ และท้องผูก เป็นต้น ซึ่งการที่เนื้อเยื่อในลำไส้เล็กเกิดการอักเสบ และถูกทำลาย ทำให้ไม่สามารถทำหน้าที่ดูดซึมสารอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพส่งผลให้ร่างกายขาดสารอาหารชนิดต่าง ๆ รวมทั้งเกลือแร่ และวิตามิน โดยอาหารที่พบกลูเตน (Gluten) คือ โปรตีนในข้าวสาลี ข้าวบาเลย์ ข้าวไรย์ และข้าวโอ๊ต [7] จากรายงานการสำรวจข้อมูลของ Fasano and Catassi [8] และ Stoven *et al.* [9] พบว่าโรคแพ้กลูเตนมีผลกระทบสูงถึงร้อยละ 1 ของประชากรโลกและมีแนวโน้มของจำนวนผู้ป่วยเพิ่มสูงขึ้นทุกปี พบได้ในทุกช่วงอายุโดยมีความชุกมากในคนผิวขาว ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มียารักษา วิธีป้องกันที่ดีที่สุดคือต้องหลีกเลี่ยงการรับประทานอาหารที่มีส่วนผสมของกลูเตน โดยทั่วไปผู้ที่แพ้กลูเตนไม่ควรบริโภคอาหารที่มีกลูเตนเกิน 20 มิลลิกรัมต่อวัน [10] จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันมีการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ปลอดกลูเตนที่ใช้แป้งจากพืชชนิดอื่นมาใช้ทดแทนแป้งสาลี เช่น แป้งข้าวฟ่าง แป้งข้าว แป้งกล้วย แป้งมันเทศสีม่วง แป้งควินัว แป้งถั่วเหลือง แป้งฟักทอง และแป้งเมล็ดทุเรียน มาเป็นวัตถุดิบแทนการใช้แป้งจากธัญพืชที่มีกลูเตนเพื่อลดการเกิดภูมิแพ้และเพิ่มทางเลือกให้ผู้บริโภคที่แพ้กลูเตน [11, 12, 13, 14] ประกอบกับผู้บริโภคมีความต้องการผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น โปรตีน และเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้น ดังนั้นการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหารให้มีโปรตีน และเส้นใยอาหารสูงจะสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ [15] ซึ่งข้าวของไทยแต่ละสายพันธุ์มีคุณลักษณะทั้งกายภาพและทางเคมีที่แตกต่างกันดังนั้นข้าวจึงเป็นวัตถุดิบที่มีความน่าสนใจเนื่องจากหาง่าย ราคาถูก และมีกลิ่นรสอ่อน จึงเหมาะสำหรับนำมาใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ [16] เช่น ผลิตภัณฑ์เค้ก ผลิตภัณฑ์

บรารนี้กรอบ และผลิตภัณฑ์ขนมปัง [17, 18, 19] เป็นต้น เพราะนอกจากจะช่วยลดการนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศแล้วยังเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับผู้แพ้งลูเตน โดยจะเห็นได้จากการศึกษาของ Intakan, W., Kaewsritong, J., Sornnoey, K. and Tanruean, K. [18] ที่แสดงให้เห็นว่า การใช้แป้งข้าวหอมมะลิทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 100 มีคุณลักษณะทางกายภาพของบรารนี้ใกล้เคียงกับบรารนี้ทางการค้า ในขณะที่การศึกษาของ Tongtangwong, U. and Suwonsichon, S. [17] รายงานว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีในผลิตภัณฑ์เค้ก ร้อยละ 90-100 ทำให้ส่วนผสมมีความสามารถในการกักเก็บอากาศและความคงตัวของอิมัลชันลดลง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาตรและความชื้นลดลง มีความหนาแน่น และเนื้อสัมผัสแข็งขึ้น โดยการทดแทนสูงสุดที่ผลิตภัณฑ์ยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค คือ ร้อยละ 70 ส่งผลให้ในปัจจุบันมีการปรับปรุงคุณภาพของข้าวให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้น ดังเช่นข้าวมะลิสีสุรินทร์ (*Oryza sativa* L. cv. Mali Nil Surin) ซึ่งเป็นข้าวที่ได้จากการพัฒนาสายพันธุ์มาจากข้าวเจ้าพันธุ์พื้นเมืองกับข้าวเจ้าสายพันธุ์เมล็ดดำ 53 มีลักษณะเป็นข้าวกล้องสีม่วงดำยอดเมล็ดสีขาว รูปร่างเรียวยาว ใต้วงแสงมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะโปรตีน และเส้นใยอาหารเมื่อเทียบกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ถึง 1.13 และ 9.03 เท่า ตามลำดับ [20] นอกจากนี้ยังพบว่ามีการต้านอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะสารแอนโทไซยานินและสารฟีนอลิกในเมล็ดปริมาณสูงถึง 1592.00 มิลลิกรัมแกล็กต่อ 100 กรัมตัวอย่าง มีฤทธิ์ด้านความชื้นเศร้า และวิตกกังวล เป็นต้น [21]

ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำข้าวกล้องมะลิสีสุรินทร์มาทำการเพาะงอกแล้วนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กปราศจากกลูเตนที่เป็นแหล่งของโปรตีน เนื่องจากเค้กเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ได้รับความนิยมทุกเพศทุกวัย วัตถุดิบหลักที่ใช้คือแป้งสาลีเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำหน้าที่ให้โครงสร้างแก่ผลิตภัณฑ์ โดยปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเค้ก เช่น ต้องร่อนแป้งทุกครั้งก่อนใช้ อุณหภูมิในการตีเค้ก การตีส่วนผสมนาน

เกินไป ความละเอียดของน้ำตาลทราย และอุณหภูมิของเตาอบต้องเป็นไปตามตำราที่ระบุ [22] โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งข้าวกล้องงอก ในการผลิตเค้กปราศจากกลูเตน ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้กปราศจากกลูเตน ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้จะนำความรู้ที่ได้จะสามารถใช้เป็นรูปแบบของการพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กปราศจากกลูเตน โดยเป็นผลิตภัณฑ์ที่จะสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค นอกจากจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ป่วยโรคแพ้งลูเตนแล้ว ยังเป็นการสร้างมูลค่าให้กับวัตถุดิบทางการเกษตรต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเตรียมแป้งข้าวกล้องงอก

นำข้าวกล้องสายพันธุ์มะลิสีสุรินทร์ ที่เก็บเกี่ยวในช่วงปลายเดือนธันวาคม 2564 จากจังหวัดสุรินทร์ ซึ่งได้รับการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าวอินทรีย์ (มกษ. 9000 เล่ม 1-2552 และ เล่ม 4-2553) รหัสการรับรอง กษ 09-9000-32-933-000001 มาทำเป็นข้าวกล้องงอกโดยใช้ข้าวกล้องสายพันธุ์มะลิสีสุรินทร์ 1 กิโลกรัมที่ไม่มีมอดหรือรา ลักษณะเมล็ดสวยไม่มีรอยถลอก ล้างน้ำกรองให้สะอาด 2 ครั้ง แช่ข้าวกล้องสายพันธุ์มะลิสีสุรินทร์ต่อน้ำกรองในอัตราส่วน 1:2 (ข้าวกล้องสายพันธุ์มะลิสีสุรินทร์ 1 กิโลกรัม ต่อน้ำเปล่า 2 ลิตร) ในอ่างผสมสแตนเลส โดยใช้ระยะเวลา 4 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำไปล้างน้ำกรอง 2 ครั้ง แล้วนำข้าวที่ล้างห่อด้วยผ้าขาวบางบ่มในกล่องพลาสติกที่มีฝาปิด ไม่ต้องปิดฝากล่องพลาสติกแน่นให้มีอากาศถ่ายเทเล็กน้อยโดยความหนาของชั้นข้าวกล้องในแต่ละกล่อง ประมาณ 2-3 เซนติเมตร ตั้งทิ้งไว้ในห้องอุณหภูมิห้อง 27 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 ชั่วโมง โดยทุก ๆ 4 ชั่วโมงนำข้าวออกมาล้างน้ำกรอง ตามวิธีการของ Pansakorn and Langkaphin [23] จากนั้นนำเข้าตู้อบลมร้อน ยี่ห้อ Fagor โดยใช้ความร้อน 50 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง ตัดแปลงตามวิธีการของ Hiran *et al.* [24]

เมื่อครบเวลาแล้วนำไปปดด้วยเครื่องปั่นยี่ห้อ Toshiba รุ่น Table Blender BL-T60 ด้วยความแรงเบอร์ 3 นาน 1 นาที ปั่นซ้ำ จนละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช บรรจุในถุงพลาสติกซิปล็อค เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 27 ± 2 องศาเซลเซียส

2.2 การคัดเลือกสูตรพื้นฐานของเค้กเนยเพื่อใช้ในการผลิตเค้กปราศจากกลูเตน

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยการทดลองครั้งนี้ได้ทำการศึกษาสูตรพื้นฐานของเค้กเนยจำนวน 3 สูตร โดยสูตรของเค้กเนยแสดงดัง Table 1 นำมาผลิตตามกระบวนการที่แสดงใน Figure 1 จากนั้นประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในคุณลักษณะด้าน

ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) รสชาติ และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale ใช้กับผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย คือ บุคคลทั่วไปที่มีอายุระหว่าง 18-35 ปี จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษา แผนกวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ วิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แล้วนำสูตรที่คัดเลือกได้ไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

Table 1 Standard butter cake recipe.

Ingredients	Standard butter cake recipes (%)		
	1	2	3
Cake flour	23.67	21.99	22.30
Baking powder	0.75	0.66	0.56
Sugar	21.80	24.19	25.64
Salt	0.09	0.16	0.22
Butter	20.87	21.99	15.61
Milk	13.70	19.80	0
Cold Water	0	0	16.72
Vanilla Scent	0.44	0.20	0.22
Egg	18.69	11.00	16.72
Ovalet	0	0	2.01

Available sources: Formula 1 [25], Formula 2 [26] and Formula 3 [27]

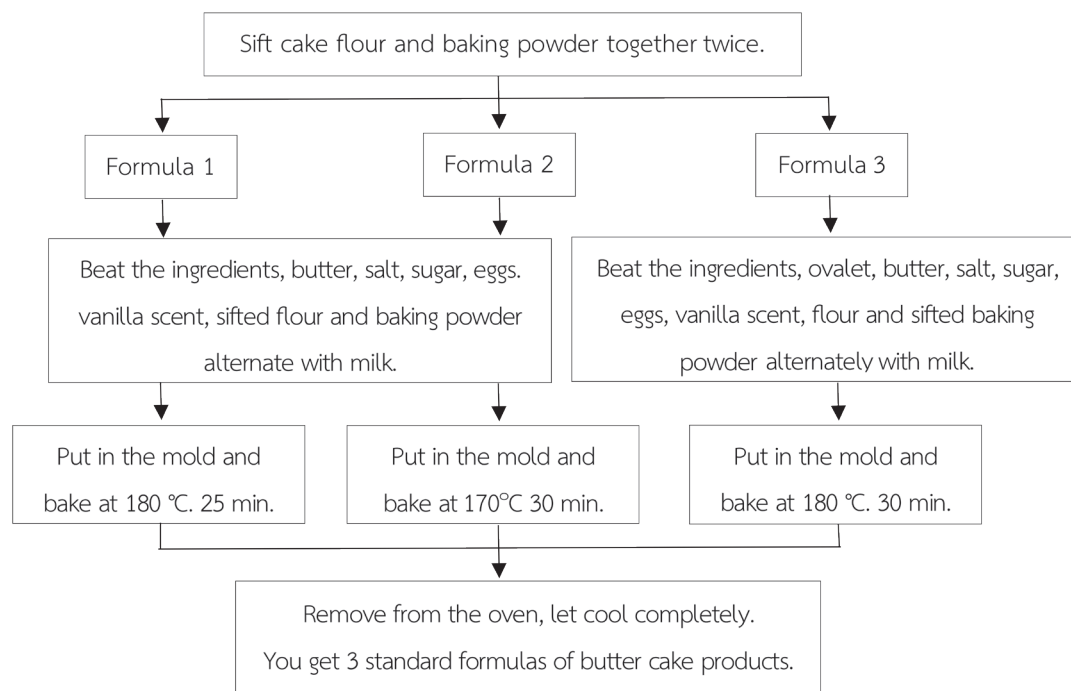


Figure 1 Production process of standard butter cake recipe.

Available sources: [25, 26, 27]

2.3 การศึกษาอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวกลึงงอกที่เหมาะสมในการผลิตเค้กปราศจากกลูเตน

จากการศึกษาในข้อ 2.2 จะได้สูตรเค้กเนยพื้นฐานจากผู้บริโภคที่ให้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมสูงสุด เป็นสูตรหลักเพื่อนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กปราศจากกลูเตนโดยใช้แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวกลึงงอกวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยศึกษาอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวกลึงงอก 5 สิ่งทดลอง คือ ร้อยละ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 (โดยน้ำหนักของแป้งสาลี) โดยสูตรของเค้กเนยพื้นฐานที่ศึกษาประกอบด้วยแป้งและส่วนผสมอื่น ๆ คือ ผงฟู ร้อยละ 0.56 น้ำตาลทรายป่น ร้อยละ 25.64 กลีופן ร้อยละ 0.22 เนยสดชนิดจืด ร้อยละ 15.61 น้ำเย็น ร้อยละ 16.72 กลีวนานิลลา ร้อยละ 0.22 ไข่ไก่ ร้อยละ

16.72 และโอวาเลต ร้อยละ 2.01 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ตามลำดับ เตรียมเค้กโดยนำแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวกลึงงอก และผงฟู ร่อนรวมกัน 2 ครั้ง ปิดฟิล์มพักไว้ เตรียมพิมพ์ โดยนำพิมพ์เค้กขนาดกว้าง 5 ยาว 25 สูง 5 เซนติเมตร ทาด้วยเนยขาว เคาะพิมพ์ด้วยแป้งข้าวเจ้าหรือแป้งข้าวกลึงงอก จากนั้นนำโอวาเลต ใส่ลงในโถเครื่องปั่นผสมอาหาร โดยใช้หัวตีตะกร้อ ตีด้วยความเร็วเบอร์ 5 ประมาณ 30 วินาที เติมนเนยสด และกลีופן ตีจนเนยขึ้นฟูเป็นครีมสีขาว เติมน้ำตาลทรายป่น ไข่ไก่ กลีวนานิลลา และน้ำเย็นจัด ตีส่วนผสมทุกอย่างเข้ากัน เติมแป้งที่ร่อนเตรียมไว้ตีด้วยความเร็วเบอร์ 2 นาน 1 นาที เปลี่ยนความเร็วเป็นเบอร์ 5 นาน 1.30 นาที หยุดเครื่องคนส่วนผสมด้วยพายยาง แล้วตีต่ออีก 2 นาที เปลี่ยนความเร็วเป็นเบอร์ 2 นาน 2 นาที จากนั้นเทใส่พิมพ์เค้กที่เตรียมไว้ อบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที พักให้เย็น นำออกจากพิมพ์ แล้ว

ห่อด้วยฟอล์ยบรรจุในถุงพลาสติกซิปล็อก และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียส ก่อนนำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสให้นำผลิตภัณฑ์ออกมาจากตู้เย็นให้คลายตัว เตรียมตัวอย่างให้มีน้ำหนัก 30 กรัม บรรจุในถุงพลาสติกซิปล็อก ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในคุณลักษณะ ได้แก่ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) รสชาติ และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale ใช้กับผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย คือ บุคคลทั่วไปที่มีอายุระหว่าง 18-35 ปี จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษาแผนกวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 เพื่อคัดเลือกลูกรุ่นพื้นฐานโดยพิจารณาจากสูตรที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมในทุกคุณลักษณะสูงสุด

2.4 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้กปราศจากกลูเตน

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เค้กปราศจากกลูเตนที่พัฒนาได้ ในข้อที่ 2.3 โดยผลิตภัณฑ์บรรจุในถุงพลาสติกซิปล็อกมีขนาดบรรจุ 30 กรัม [28, 29] ใช้วิธีการทดสอบแบบเจาะจง (Purposive sampling) กับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย คือ บุคคลทั่วไปที่มีอายุระหว่าง 18-35 ปี จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษา แผนกวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย สถานที่ทดสอบ ณ ห้องศูนย์การเรียนรู้ MK Brain Center (311) แผนกวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย อย่างไรก็ตามเนื่องจากประชากรมีขนาดใหญ่ และไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอน ดังนั้นขนาดตัวอย่างสามารถคำนวณได้จากสูตรไม่ทราบขนาดตัวอย่างตามวิธีการของ Cochran [30] โดยกำหนดขนาดตัวอย่างไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ขนาดของกลุ่มตัวอย่างจึงจะมีความน่าเชื่อถือ

[31] ระดับค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และระดับความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 โดยคำนวณตามสมการที่ 1

$$n = \frac{P(1-P)Z^2}{(E)^2} \quad (1)$$

n = แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

P = แทน สัดส่วนของประชากรที่ผู้วิจัยกำลังสุ่ม 0.50

Z = แทน ระดับความเชื่อมั่นที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ Z มีค่าเท่ากับ 1.96 ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 (0.05)

E = แทน ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ในที่นี้คือมีค่าเท่ากับ 0.05

จากการคำนวณตัวอย่างพบว่า ขนาดของกลุ่มจำนวนตัวอย่างที่คำนวณได้เท่ากับ 384 คนทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการประเมินผลและวิเคราะห์ข้อมูลคณะผู้วิจัยจึงใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 400 คน โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) ในคุณลักษณะด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) รสชาติ และความชอบโดยรวม

2.5 การศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้ายของผลิตภัณฑ์เค้กปราศจากกลูเตนที่พัฒนาได้

นำผลิตภัณฑ์เค้กปราศจากกลูเตนที่พัฒนาได้มาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ วัดค่าปริมาณน้ำอิสระ Water activity (A_w) ตามวิธีการของ AOAC ตรวจสอบคุณภาพทางเคมี ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ความชื้น ไขมัน โปรตีน เส้นใยอาหาร ตามวิธีการของ AOAC วิเคราะห์สารกาลีบา ส่วนการวิเคราะห์ค่าพลังงานตามวิธีการของ Nutrition Labeling และตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ การหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา ตามวิธีการของ FDA โดยส่งตัวอย่างวิเคราะห์ผลที่ศูนย์สิ่งแวดล้อม และทดสอบผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ผลการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของเค้กเนยเพื่อใช้ในการผลิตเค้กปราศจากกลูเตน

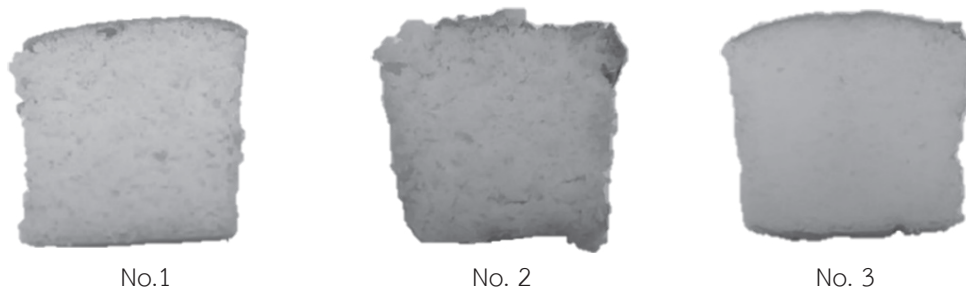


Figure 2 Three standard butter cake recipes.

จาก Figure 2 ผลการทดลองสูตรเค้กเนยสูตรพื้นฐาน 3 สูตร พบว่า เนื้อสัมผัสมีความแตกต่างกันตามสูตร โดยสูตรที่ 1 มีเนื้อสัมผัสนุ่มเบาและมีโพรงอากาศเล็กน้อย รสชาติหวาน มีความฉ่ำ หอมกลิ่นวานิลลา สีเหลืองไข่ ส่วนสูตรที่ 2 เนื้อเค้กฟู ร่วน มีรสหวาน ผิวด้านหน้าแฉะ ในขณะที่สูตรที่ 3 เนื้อสัมผัสของเค้กเนื้อแน่น โพรงอากาศมีขนาดเล็ก รสชาติหวาน โดยผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กเนยสูตรพื้นฐาน 3 สูตร (Table 2) พบว่า ค่าคะแนนความชอบด้านลักษณะที่ปรากฏ ด้านสี ด้านกลิ่น ด้านเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) ด้านรสชาติ และด้านความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผู้บริโภคมองว่าชอบต่อผลิตภัณฑ์เค้กเนยสูตรที่ 3 ในทุกคุณลักษณะสูงสุด เมื่อพิจารณาจากส่วนผสมของเค้กเนยทั้ง 3 สูตรแสดงให้เห็นว่าเค้กเนยทั้ง 3 สูตรมีส่วนผสมและปริมาณที่ต่างกัน โดยสูตรที่ 1 มีปริมาณของแป้งเค้กสูงที่สุดเนื่องจากแป้งเค้ก มีคุณสมบัติดูดซึมน้ำได้ดี [32] ทำให้เนื้อเค้กที่ได้ไม่แข็งกระด้าง ประกอบกับสูตรที่ 1 และ 2 ใช้ปริมาณผงฟูมากกว่าสูตรที่ 3 ซึ่งผงฟูมีคุณสมบัติทำให้เนื้อเค้กนุ่ม เนื้อภายในเป็นรูโปร่ง ทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กเนยสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีลักษณะเป็นโพรงอากาศ เนื้อสัมผัสร่วน และยังพบว่าใน

สูตรที่ 1 มีสัดส่วนของไข่ไก่ที่สูงกว่าสูตรที่ 2 และ 3 นอกจากไข่ไก่จะช่วยทำให้ขนมขึ้นฟูแล้วยังสามารถเก็บความชื้นไว้ในเนื้อขนมได้ทำให้เนื้อเค้กแห้งช้า [33] นอกจากนี้สูตรที่ 1 มีการใช้สัดส่วนของน้ำตาลมากกว่าสูตรที่ 2 ทำให้ผลิตภัณฑ์ของสูตรที่ 1 มีความฉ่ำ และมีรสหวาน ในขณะที่สูตรที่ 3 เนื้อสัมผัสของเค้กเนื้อแน่น โพรงอากาศมีขนาดเล็ก เนื่องจากการใช้โอวาเลตในการผลิตเค้กจะช่วยให้น้ำเค้กมีความละเอียด นุ่ม และเก็บความชื้นได้นาน [34] โดยผู้บริโภค มีความชอบต่อผลิตภัณฑ์เค้กเนยสูตรที่ 3 ในทุกคุณลักษณะสูงสุด ด้วยคะแนนความชอบด้านลักษณะที่ปรากฏ 7.72 ± 0.90 ด้านสี 7.30 ± 0.91 ด้านกลิ่น 7.26 ± 0.80 ด้านเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) 7.30 ± 0.95 รสชาติ 7.56 ± 0.97 และความชอบโดยรวม 7.96 ± 1.03 อย่างไรก็ตามจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสแม้ว่าผลิตภัณฑ์เค้กเนยสูตรที่ 3 จะได้รับคะแนนความชอบสูงสุด ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมายได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เค้กเนยว่าควรลดปริมาณน้ำตาลที่อยู่ในส่วนผสมลงเนื่องจากการทานผลิตภัณฑ์ที่มีความหวานจะทำให้ความสามารถในการทานผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องได้ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของคณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล [35] ที่กล่าวว่าผู้บริโภค

น้ำตาลมากเกินไปความต้องการของร่างกายจะส่งผลให้ตับอ่อนทำงานหนัก ซึ่งการบริโภคของหวานต่อเนื่องจะทำให้ตับอ่อนเกิดความล้าจนไม่สามารถผลิตอินซูลินได้เต็มที่ ก่อให้เกิดความรู้สึกลอยอาการอาหารลดลง ประกอบกับในปี 2563 ที่ผ่านมามีผู้บริโภคให้ความสนใจเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพด้วยอาหารมีแนวโน้มได้รับความนิยมมากขึ้น เช่น อาหารกลุ่มปราศจากสารปรุงแต่ง สารกันบูด น้ำตาล หรืออาหารผลิตภัณฑ์ซูเปอร์ฟู้ด (Superfood) อาหารโปรตีนทางเลือก เป็นต้น ซึ่งอาหารกลุ่มเหล่านี้

ล้วนเป็นทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค เนื่องจากผู้บริโภคสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ง่ายและสามารถเลือกวิธีรูปแบบในการดูแลสุขภาพได้ [36] ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเลือกเค้กเนยสูตรที่ 3 ซึ่งเป็นสูตรที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุดมาใช้ในการผลิตภัณฑ์เค้กปราศจากกลูเตนในการทดลองขั้นต่อไป โดยลดปริมาณน้ำตาลเป็นร้อยละ 20.31 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค

Table 2 Sensory acceptance scores of three standard butter cake recipes.

Sensory acceptance scores	Standard butter cake recipes		
	1	2	3
Appearance	6.40±0.93 ^b	5.50±0.74 ^c	7.72±0.90 ^a
Color	6.08±0.99 ^b	5.90±0.99 ^b	7.30±0.91 ^a
Flavor	6.36±0.99 ^b	6.20±0.98 ^b	7.26±0.80 ^a
Texture (Soft ness)	6.80±0.99 ^b	6.16±1.22 ^c	7.30±0.95 ^a
Taste	6.76±0.96 ^b	6.42±1.28 ^b	7.56±0.97 ^a
Overall liking	7.20±0.90 ^b	6.64±1.32 ^c	7.96±1.03 ^a

^{a-c} Means within the same row with different superscripts are significant difference ($p \leq 0.05$)

3.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวกล้องงอกที่เหมาะสมในการเค้กปราศจากกลูเตน

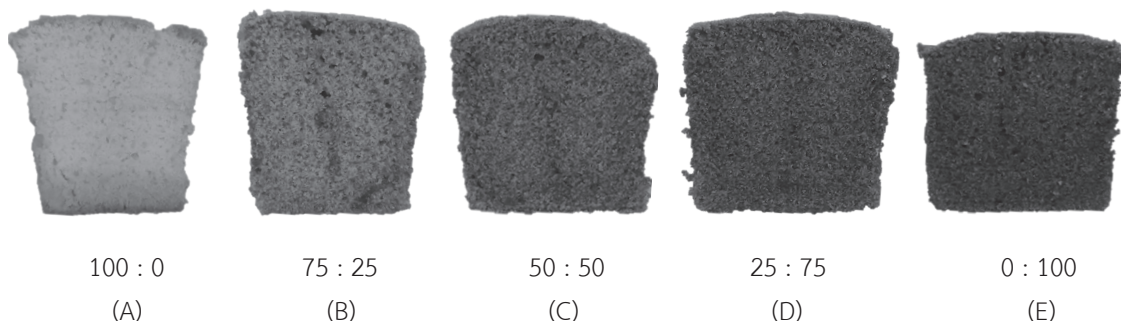


Figure 3 Butter cake products from different ratios of rice flour to germinated brown rice flour.

จาก Figure 3 เมื่อนำอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวกล้องงอก เท่ากับ ร้อยละ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 ผ่านการแปรรูปเป็นเค้กเนย โดยอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้ว พบว่าลักษณะโดยทั่วไปของผลิตภัณฑ์เค้กเนยที่พัฒนาได้เนื้อสัมผัสมีความแตกต่างกัน โดยสิ่งทดลองที่ 1 เนื้อสัมผัสนุ่มเบา และมีโพรงอากาศขนาดใหญ่ ร่วน ผิวด้านหน้าและ สีเหลืองไข่ สิ่งทดลองที่ 2 การขึ้นฟูลดลงเล็กน้อย และโพรงอากาศมีขนาดเล็ก ผิวด้านหน้าและ สีเทา สิ่งทดลองที่ 3 เนื้อสัมผัสของเค้กเนื้อแน่นโพรงอากาศมีขนาดเล็ก ผิวด้านหน้าไม่และ สิ่งทดลองที่ 4 เนื้อสัมผัสแน่นโพรงอากาศมีขนาดเล็กผิวด้านหน้าแห้ง สีเทาปนม่วง ส่วนสิ่งทดลองที่ 5 เนื้อสัมผัสแน่นและมีความฉ่ำ สีม่วงปนน้ำตาล โดยผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กเนย 5 สิ่งทดลอง (Table 3) พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวเจ้าทำให้การพองตัวของเค้กเพิ่มขึ้น เนื่องจากแป้งข้าวเจ้าที่ใช้เป็นแป้งที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งเป็นแป้งที่ผ่านการแยกส่วนของโปรตีนออกจนมีความบริสุทธิ์ และมีส่วนที่เป็นสารอาหารคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนใหญ่ [37] นอกจากนี้โมเลกุลของแป้งประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิล (Hydroxyl group) จำนวนมากยึดเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจนมีคุณสมบัติชอบน้ำแต่เนื่องจากเม็ดแป้งอยู่ในรูปของร่างแห ดังนั้น

จึงละลายในน้ำเย็นได้ยาก แต่เมื่อให้ความร้อนพันธะไฮโดรเจนจะคลายตัวลงเม็ดแป้งจะดูดน้ำแล้วพองตัว [38] ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ มีลักษณะเนื้อสัมผัสร่วนและมีค่าคะแนนความชอบลดลง ในขณะที่การใช้ปริมาณข้าวกล้องงอกเพิ่มขึ้น จากร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 ทำให้อัตราการพองตัวของเค้กลดลง เนื่องจากแป้งข้าวกล้องงอกได้จากการนำเมล็ดข้าวกล้องมะลิสีสุรินทร์มาทำการเพาะงอก แล้วนำไปอบแห้งจากนั้นนำมาบดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช ดังนั้นส่วนประกอบของแป้งจึงประกอบด้วยสารอาหารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในวัตถุดิบดั้งเดิม ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เส้นใยอาหาร และแร่ธาตุต่าง ๆ เป็นต้น นอกจากนี้การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องงอกเป็นการเจือจางโปรตีนกลูเตนในส่วนผสมเค้ก เพราะแป้งข้าวไม่มีโปรตีนกลูเตน ทำให้ความสามารถในการกักเก็บอากาศและความคงตัวของอิมัลชันลดลง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เค้กมีปริมาตรต่ำกว่าการใช้แป้งข้าวเจ้า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีลักษณะแข็งและไม่ร่วน [17, 39] โดยการใช้อัตราส่วนแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวกล้องงอก ร้อยละ 25:75 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด โดยมีค่าคะแนนความชอบด้านลักษณะที่ปรากฏ 7.30 ± 0.91 ด้านสี 7.40 ± 0.97 ด้านกลิ่น 7.63 ± 0.84 ด้านเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) 7.32 ± 0.99 ด้านรสชาติ 7.58 ± 0.99 และความชอบโดยรวม 8.02 ± 0.22 ตามลำดับ

Table 3 Sensory acceptance scores of gluten-free cake from different ratios form rice flour : germinated brown rice flour.

Sensory acceptance scores	Rice flour : Germinated brown rice flour				
	100 : 0	75 : 25	50 : 50	25 : 75	0 : 100
Appearance	6.82±0.98 ^b	6.60±0.97 ^b	7.22±0.99 ^a	7.30±0.91 ^a	7.20±0.90 ^a
Color	6.94±0.96 ^c	6.56±0.95 ^d	7.00±0.88 ^c	7.40±0.97 ^b	7.80±0.99 ^a
Flavor	7.00±0.99 ^b	6.60±0.95 ^c	7.14±0.93 ^b	7.63±0.84 ^a	7.80±0.99 ^a
Texture (softness)	6.28±0.99 ^c	6.78±0.89 ^b	7.20±0.88 ^a	7.32±0.99 ^a	7.52±0.95 ^a
Taste	7.46±0.93 ^{ab}	7.02±0.94 ^c	7.14±0.95 ^{bc}	7.58±0.99 ^a	7.64±0.95 ^a
Overall liking	7.56±0.56 ^b	7.18±0.96 ^b	7.50±0.93 ^b	8.02±0.22 ^a	7.54±0.97 ^b

^{a-d} Means within the same row with different superscripts are significant difference (p≤0.05)

3.3 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้กปราศจากกลูเตน

เมื่อได้ผลิตภัณฑ์เค้กปราศจากกลูเตนในข้อที่ 3.2 แล้ว จึงนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคกับผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย คือ บุคคลทั่วไปที่มีอายุระหว่าง 18-35 ปี จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษา แผนกวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย จำนวน 400 คน ผลการศึกษาการยอมรับของผลิตภัณฑ์เค้กปราศจากกลูเตน พบว่าผู้บริโภค ร้อยละ 91.00 สนใจผลิตภัณฑ์เค้กปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวกล้องงอก และร้อยละ 9.00 ไม่สนใจผลิตภัณฑ์ โดยผู้บริโภคให้เหตุผลว่าผลิตภัณฑ์ยังไม่โดดเด่นพอที่จะโน้มน้าวให้เกิดความน่าสนใจ ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับการสร้าง

ความน่าเชื่อถือให้กับผลิตภัณฑ์ โดยผู้บริโภคจะให้ความสนใจผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มาจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ และผ่านการรับรองจากหน่วยงานกลางที่ได้รับการยอมรับจากทุกประเทศ เช่น สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) กระทรวงอุตสาหกรรม สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ และสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เป็นต้น [40] ผู้บริโภค ร้อยละ 98.00 ให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์เค้กปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวกล้องงอก และร้อยละ 8.00 ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภค ร้อยละ 71.00 ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เค้กปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวกล้องงอก ร้อยละ 29.00 ไม่แน่ใจ (Table 4)

Table 4 Acceptance test of gluten-free cake products from rice flour and germinated brown rice flour.

Questions	Quantity (person)	%
Interested in gluten-free cake products that are a source of protein?		
Interested	364	91.00
Not interested	36	9.00
Accepting gluten-free cakes as a source of protein?		
Accept	392	98.00
Reject	8	2.00
If there is a gluten-free cake product that is a source of protein available to buy or not?		
Yes	284	71.00
Unsure	116	29.00
No	0	0.00

3.4 ผลการศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้ายของเค้กปราศจากกลูเตนที่พัฒนาได้

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ ของเค้กปราศจากกลูเตนที่พัฒนาได้ แสดงดัง Table 5 พบว่า ผลิตภัณฑ์เค้กปราศจากกลูเตนมีค่าปริมาณน้ำอิสระ a_w เท่ากับ 0.85 โดยองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เค้กปราศจากกลูเตน ประกอบด้วยพลังงาน เท่ากับ 355.16 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม ความชื้น ร้อยละ 28.60 เถ้า ร้อยละ 1.41 โปรตีน ร้อยละ 6.38 ไขมัน ร้อยละ 15.04 เส้นใยอาหาร

ร้อยละ 0.86 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 48.57 สารกาบา 16.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โซเดียม คลอไรด์ เท่ากับ 1.34 กรัมต่อ 100 กรัม คุณภาพจุลินทรีย์ของเค้กปราศจากกลูเตน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 1.4×10^2 ปริมาณยีสต์และรา น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อ 100 กรัม ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มพช.459/2555) เรื่องเค้ก ที่ระบุว่า ผลิตภัณฑ์เค้กต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และปริมาณยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

Table 5 Physical properties and microbial quality of gluten-free cakes.

Properties	Gluten-free cake products
<i>Physical Properties</i>	
Water activity (a_w)	0.85
<i>Nutritional Properties (%)</i>	
Energy (kcal/100g)	355.16
Moisture	28.60
Ash	1.41
Protein	6.38
Fat	15.04
Total dietary fiber	0.86
Carbohydrate	48.57
Gamma aminobutyric acid (GABA) (mg/kg)	16.25
Sodium chloride (g/100g)	1.34
<i>Microbial Quality</i>	
Total microbial content (CFU/g)	1.4×10^2
Yeast and mold content (CFU/g)	<10

4. สรุป

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถนำแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวกล้องงอกที่เป็นวัตถุดิบในประเทศมาผลิตเป็นเค้กปราศจากกลูเตนได้ ซึ่งการใช้อัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวกล้องงอก ร้อยละ 25:75 ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ยังไม่ได้ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เค้กปราศจากกลูเตนที่พัฒนาได้ จึงควรศึกษาในขั้นต่อไป เนื่องจากความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดความเสื่อมเสีย ดังนั้นจึงควรศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เค้กปราศจากกลูเตนที่

ผลิตจากแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวกล้องงอก เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น นอกจากนี้ อนุภาคของแป้งข้าวกล้องมะลิสีสุรินทร์งอกมีผลต่อการผลิตเค้ก เนื่องจากอนุภาคของแป้งสาที่ผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 120-140 ไมครอน ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้แป้งข้าวกล้องมะลิสีสุรินทร์งอกที่มีขนาดอนุภาค 100 ไมครอน ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาอนุภาคของแป้งให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ

5. References

- [1] Pukkham, W., 2023, Changes and social impacts after the covid-19 pandemic, *Interdisciplinary Innovation Review J.* 93-109. (in Thai)
- [2] Institute of Small and Medium Enterprise Development (2005) bakery business Bangkok, Thammasat University. (in Thai)
- [3] Thila, C., Bakery, Available Source: http://www.photoartcmu.com/sites/default/files/4_2.pdf, July 12, 2022. (in Thai)
- [4] Food Intelligence Center, Bakery products in Thailand, Available Source: <http://fic.nfi.or.th/MarketOverviewDomesticDetail.php?id=77>, May 12, 2022. (in Thai)
- [5] Online business stock news. EIC unfolds its 2020 plan, adjusting its pastry brand strategy Meet the lifestyle of new generation consumers, Available Source: <https://www.kaohoon.com/content/345162>, May 12, 2022. (in Thai)
- [6] Kom Chad Luek Online. Bakery Trends” end of 2021 Adjust first, know first, get rich first, Available Source: <https://www.komchadluek.net/kom-lifestyle/487385>, May 12, 2022. (in Thai)
- [7] Elli L., Dolfini E., Bardella M.T., 2003, Gliadin cytotoxicity and in vitro cell cultures, *Toxicology letter. J.* 146: 1-8.
- [8] Fasano, A. A., Catassi, C.C., 2001, Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum, *Gastroenterology. J.* 120: 636 -651.
- [9] Stoven S., Murray J. and Marietta E., 2012, Celiac disease: advances in treatment via gluten modification, *Clin Gastroenterol Hepatol. J.* 10: 859 – 862.
- [10] Surojanamethakul, W., 2013, Celiac Disease and Importance of Gluten-Free Diet, *food. J.* 16-18. (in Thai)
- [11] Mirhosseini H., Abdul Rashid NF. and Amid B.T., 2015, Effect of partial replacement of corn flour with durian Seed flour and pumpkin flour on cooking yield, texture properties, and sensory attributes of gluten free pasta. *LWT-Food Sci and Tech. J.* 63: 184-190.
- [12] Sila MRF., Ana Paula M. and Mônica CRA., 2016, Utilization of sorghum, rice, corn flours with potato starch for the preparation of gluten-free pasta. *Food Chem. J.* 191: 147-151.
- [13] Sirisan, J., 2018, Opportunities of Thai rice in the food industry from gluten-free food products. *Food Focus Thailand. J.* 13 (150): 32-35. (in Thai)
- [14] Satmalee, P., 2018, Gluten-free bakery products from rice flour at the household level. *Food. J.* 48 (2): 57-60. (in Thai)
- [15] Sumargo, F., Gulati, P., Weier, S.A., Clarke, J. and Rose, D., 2016, Effects of processing moisture on the physical properties and in vitro digestibility of starch and protein in extruded brown rice and pinto composite flours. *Food Chemistry. J.* 15: 726-733.
- [16] Charoenkul, A., 2010, Basic Food Processing (Chapter 1-5), Department of Food Science and Technology, Faculty. Science University of the Thai Chamber of Commerce Bangkok 148 pp. (in Thai)

- [17] Thongtungwong, U. and Suwannasich, S., 2010, Effects of replacement of wheat flour with rice flour. Onyx on quality of butter cake The 48th Kasetsart University Academic Conference: Agro-Industry Branch Bangkok, 2010, 195-202 pp.
- [18] Intakan, W., Kaewsritong, J., Sornnoey, K. and Yanruean, K., 2022, Wheat flour Substitution with Broken Thai Jasmine Rice Flour in Brownie Crisps: Quality, Texture and Chemical Compositions. Science and Technology Nakhon Sawan Rajabhat university. J. 13 (17): 12-25. (in Thai)
- [19] Khwanchai, P. and Fong-In, S., 2022, Effect of Heat Treatment of Broken Rice Flour as Partial Substitution of Wheat Flour on the Qualities of Bread. BURAPHA SCIENCE JOURNAL. 27 (1): 171-187. (in Thai)
- [20] Rice Research and Development Bureau, Mali Nin Surin Rice, Available Source: <https://www.thairicedb.com/rice-detail.php?id=17>, May 12, 2022. (in Thai)
- [21] Rice Product Development Division, Mali Nin Surin Rice, Available Source: <https://www.thairicedb.com/rice-detail.php?id=17>, May 12, 2022. (in Thai)
- [22] Nualkhakul, S., 2014, Cake. Home Economic SWU J. 12 (2): 3-7. (in Thai)
- [23] Pansakorn, S. and Langkaphin, J., 2013, Germinated brown rice is easy to make with high benefits. Triple Group Company Limited Page 11-13 pp. (in Thai)
- [24] Hiran, P., Kerdchoochun, O. and Laohakulchit, N., 2015, Influence of Biological Processes on Antioxidant Production in Dawk Mali 105 Rice and Heggary Sorghum, Suan Dusit Graduate School Academic. J. 8: 67-85. (in Thai)
- [25] Fuangruang, T., 1990, Pastries, Bangkok, HTP Press Co., Ltd. (in Thai)
- [26] Bakery and Food School, UFM, 1982, Wheat Pastry Cookbook, Volume 3, 1st Edition, Bangkok, Bangkok Printing House. (in Thai)
- [27] Thongkorn, S., 2015, Document for teaching bakery course. Chiang Rai Vocational College. (in Thai)
- [28] Pongsawatmanit, R., 2006, Product Development in Agro-Industry/Lecturer of Department of Product Development, Faculty of Agro-Industry Bangkok Kasetsart University. (in Thai)
- [29] Wiriyaajaree, P., 2002, Sensory evaluation. Bangkok Faculty of Agro-Industry Chiang Mai University. (in Thai)
- [30] Cochran, W.G., 1953, Sampling Techniques New York: John Wiley & Sons. Inc.
- [31] Siljaru, T., 2009, Statistical data research and analysis using SPSS, 10th edition, Bangkok. R&D Business Publishing. (in Thai)
- [32] Spring Green Evolution Co., Ltd., 2021, Flour Source: <https://shorturl.asia/z5ZNW>, November 30, 2022. (in Thai)
- [33] Jammek, J. and Naivikul, O., 2011, Introduction to Bakery Technology. print no. 11 Bangkok, Kasetsart University. (in Thai)
- [34] Baker Street Co., Ltd., 2022, Ovalate, , Available Source: <https://www.bakerstreet.co.th/ovalett-800-g.html>,

- October 18, 2022. (in Thai)
- [35] Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital Mahidol University, 2018, Good health, no need to starve, just reduce sweet, oily, salty, Available sources: https://www.rama.mahidol.ac.th/rama_hospital/th/services/knowledge/11132020-1637, November 26, 2022. (in Thai)
- [36] Bangkok Business, 2020, food trends, health trends in the New Normal era, Available Source: <https://www.bangkokbiznews.com/social/910930>, November 26, 2022. (in Thai)
- [37] Phoratso, Y., Pichai, S. and Ratchamanee, P., 2016, Effects of using riceberry flour as a replacement for wheat flour in the production of gluten-free muffins. Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. (in Thai)
- [38] Srirot, K., 1999, Sweetener, Charpa Tech Center, Bangkok. (in Thai)
- [39] Bao, J. and Bergman, C. J., 2018, Rice Flour and Starch Functionality, Starch in Food. J. 373–419.
- [40] Nanosoft and Solution Company (2018) operates according to PDCA principles to build confidence. Available Source: <http://nanosoft.co.th/maktip56.htm>, November 30, 2022. (in Thai)