

คุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของขนมกลีบลำดวน ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวเบายอดมวง

Physical Chemical and Sensory Effect of Kanom Gleeblum-Duan (Thai Shortbread Cookies) Substituted Wheat Flour with Khao Bou Yod Mung Rice flour

รัชชากค์ ทศน์เอี่ยม^{1,*} น้อมจิตต์ สุธิบุตร¹ พิสุทธิ หนักแน่น² และ ปรศันย์ ทับใบแย้ม³
Vuschapuk Tas-eaim^{1,*}, Nomjit Suteebut¹, Phisut Naknean² and Prassanee Tubbiyam³

Received: September 29, 2025

Revised: March 18, 2026

Accepted: April 9, 2026

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และเคมีของแป้งข้าวเบายอดมวง และพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนแป้งข้าวเบายอดมวงทดแทนแป้งสาลี คุณภาพทางกายภาพของแป้งข้าวเบายอดมวง ค่า L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 70.64 7.43 และ 12.47 ตามลำดับ ค่าน้ำอิสระเท่ากับ 0.64 เมื่อเทียบกับแป้งสาลี แป้งข้าวเบายอดมวงมีปริมาณไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และใยอาหารสูงกว่า ขณะที่โปรตีนและความชื้นมีค่าน้อยกว่า พลังงาน 372.74 กิโลแคลอรี ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระร้อยละ 23.25 และ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 0.38 มิลลิกรัม/กรัม เมื่อศึกษาปริมาณแป้งข้าวเบายอดมวงทดแทนแป้งสาลีในขนมกลีบลำดวนที่ต่างกัน 5 ระดับ พบว่า ผู้ชิมยอมรับขนมกลีบลำดวนแป้งข้าวเบายอดมวงร้อยละ 40 ไม่แตกต่างกับสูตรพื้นฐาน มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับความชอบปานกลาง ค่า L^* และ b^* มีแนวโน้มลดลง และ a^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้แป้งข้าวเบายอดมวงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับค่าสีของแป้งข้าวเบายอดมวง ค่าน้ำอิสระเท่ากับ 0.15 ค่าความแข็ง 161.88 gf. องค์ประกอบทางเคมีไขมัน โปรตีน ความชื้น เถ้า คาร์โบไฮเดรต และใยอาหาร 24.79 5.94 1.04 0.85 67.38 และ 2.08 กรัม ตามลำดับ พลังงาน 516.39 กิโลแคลอรี ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ ร้อยละ 18.37 และ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 0.16 มิลลิกรัม/กรัม ดังนั้นผลิตภัณฑ์นี้สามารถเป็นทางเลือกเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ที่ต้องการดูแลสุขภาพ และนำผลิตภัณฑ์เข้าสู่ระดับอุตสาหกรรม พัฒนาเป็นสินค้าใหม่ในพื้นที่หรือสินค้า OTOP

คำสำคัญ: ขนมกลีบลำดวน แป้งข้าวเบายอดมวง

ABSTRACT

The objectives of this research were to study the physical and chemical properties of Khao Bou Yod Mung rice flour and study the suitability substitution level of Khao Bou Yod Mung rice flour for wheat flour in Gleeblum-Duan. Analysis of Khao Bou Yod Mung rice flour revealed L^* , a^* , and b^* values of 70.64, 7.43, and 12.47 respectively, with a water activity of 0.64. Its chemical composition Khao Bou Yod Mung rice flour showed higher levels of fat, ash, carbohydrates, and dietary fiber, while its protein and moisture contents were lower than those of wheat flour. Energy 372.74 kcal. Antioxidant activity was 23.25% and total phenolic content was 0.38 mg/g. The results suitability substitution level of Khao Bou Yod Mung rice flour for wheat flour in Gleeblum-Duan with 5 different levels. Panelists accepted Gleeblum-Duan with 40% Bou Yod rice flour substitution showed no significant difference from the control. Increasing the replacement of Khao Bou Yod Mung rice flour resulted in decreased L^* and b^* values but increased a^* values, reflecting the inherent color characteristics of the rice flour, with water activity of 0.15, with a hardness of 161.88. Its chemical composition per 100 g was 24.79 g fat, 5.94 g protein, 1.04 g moisture, 0.85 g ash, 67.38 g carbohydrates, and 2.08 g dietary fiber, energy 516.39 kcal. Antioxidant activity was 18.37% and total phenolic content was 0.16 mg/g. This product serves as a healthy alternative for health-conscious consumers. It possesses the potential for industrial-scale production and further development into a local specialty or an OTOP brand.

Keywords: Gleeblum-Duan, Thai Shortbread Cookies, Khao Bou Yod Mung rice flour

*Corresponding author e-mail: vuschapuk-ta@rmutp.ac.th

¹ สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

³ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทนำ

กลีบลำดวนเป็นขนมไทยโบราณที่ผลิตโดยกรรมวิธีการอบขนมจึงสามารถเก็บไว้ได้นาน ลักษณะภายในหนึ่งชิ้น ประกอบด้วยกลีบดอกด้านนอก 3 กลีบ และกลีบดอกด้านใน 3 กลีบคล้ายเกสร ชื่นพอดีคำ มีความกรอบเล็กน้อย รสชาติหวาน กลิ่นหอมจากการอบควันเทียน เป็นขนมมงคลที่นิยมใช้ในงานแต่งงาน เนื่องจากมีความเชื่อว่าช่วยให้มีชีวิตคู่ที่งดงาม [1] มีวัตถุดิบหลัก คือ แป้งสาลี น้ำตาลทราย และน้ำมัน ซึ่งไม่ตรงกับความต้องการของกระแสที่คนมีแนวโน้มบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น จึงมีการพัฒนาขนมกลีบลำดวนจากแป้งชนิดอื่นๆ เพื่อลดต้นทุนสำหรับคนที่แพ้กลูเตนในแป้งสาลี และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการด้วยการเสริมสารอาหารจากวัตถุดิบต่างๆ เช่น การเสริมผงคาร์โบไฮเดรตในขนมกลีบลำดวน[2] การทำขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตนจากลูกเดือย[3] การทำขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว และเสริมงาดำ[4] การเสริมคุณค่าทางสารอาหารจากบัวหลวงในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน[5] เป็นต้น ซึ่งการเสริมหรือทดแทนผลิตภัณฑ์ต่างๆ จะส่งผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส คุณภาพทางกายภาพ และเคมีของขนมกลีบลำดวนในด้านต่างๆ เช่น แป้งสาลีมีกลูเตนิน (glutenin) และ ไกลอะดีน (gliadin) จะรวมตัวกันเมื่อได้รับน้ำและถูกนวดหรือผสม ทำให้เกิดโครงสร้างที่เหนียว ยืดหยุ่น และช่วยให้แป้งคงรูป เมื่อมีการทดแทนแป้งสาลี [6] หรือเสริมวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์จึงส่งผลถึงโครงสร้าง และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ สีที่เปลี่ยนแปลงตามวัตถุดิบที่ใช้ คือ สารรงควัตถุในอาหาร เช่น แอนโทไซยานิน แคโรทีนอยด์ คลอโรฟิลล์ และเบตาเลน ฯ ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติในอาหาร [7] ซึ่งมีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ และเคมีในผลิตภัณฑ์

ข้าวเบายอดม่วงเป็นพันธุ์ข้าวดั้งเดิมในจังหวัดตรังได้รับการรับรองสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ หรือสินค้า GI ในปี พ.ศ.2566 และเป็นสินค้าทางเลือกใหม่ หรืออาหารแห่งอนาคต (future food) จากหน่วยงานในสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ทุกภาคส่วนในจังหวัดตรัง ในข้าวกล้องเบายอดม่วง 100 กรัม พบปริมาณเส้นใยร้อยละ 1.75 ซึ่งสูงกว่าปริมาณเส้นใยของข้าวกล้องทั่วไปที่อยู่ในช่วงร้อยละ 1.0 – 1.5 ปริมาณไขมันร้อยละ 2.41 โดยไขมันที่อยู่ในข้าวส่วนใหญ่ คือ กลุ่มของไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟลิพิด ไกลโคลิพิด และเทอร์ปีนอยด์จัดเป็นไขมันที่มีคุณภาพดีเนื่องจากมีปริมาณกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูง ปริมาณความชื้นร้อยละ 11.97 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถเก็บได้นานเกินกว่า 3 เดือน ที่ความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 [8] ปริมาณโปรตีนร้อยละ 8.45 ซึ่งสูงกว่าข้าวทั่วไปที่มีโปรตีนร้อยละ 7.1- 8.3 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 75.42 ในรูปของแป้ง (starch) ซูโครส (sucrose) และเดกซ์ตริน (dextrin) ตามลำดับ มีวิตามินบี 1 วิตามินอี แคลเซียม เหล็ก ปริมาณฟีนอลิกและค่าการต้านอนุมูลอิสระ ที่ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคเรื้อรัง เช่น โรคเบาหวาน โรคหัวใจ และโรคหลอดเลือด [9] การบริโภคพบเฉพาะร้านอาหาร หรือคนในท้องถิ่นจังหวัดตรัง เช่น แปรรูปเป็นพาสต้า หุงรับประทานในครัวเรือน ซึ่งการศึกษาวิจัยแป้งข้าวเบายอดม่วงไม่มาก เนื่องจากเป็นข้าวสายพันธุ์ท้องถิ่นที่มีการประชาสัมพันธ์จากทางจังหวัดได้ไม่นาน

จากข้อมูลข้างต้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และเคมีของแป้งข้าวเบายอดม่วง และศึกษาปริมาณแป้งข้าวเบายอดม่วงทดแทนแป้งสาลีที่เหมาะสมในการผลิตขนมกลีบลำดวน จากนั้นศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และเคมีของขนมกลีบลำดวนแป้งข้าวเบายอดม่วง ซึ่งเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของขนมกลีบลำดวน พร้อมกับเพิ่มมูลค่า และช่องทางในการใช้ข้าวเบายอดม่วง อีกทั้งได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ เพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่สนใจอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น ตามกระแสโลกและแนวโน้มการเติบโตของตลาดในอนาคต

*Corresponding author e-mail: vuschapuk-ta@rmutp.ac.th

¹Home Economics, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

²Faculty of Agricultural Product Innovation and Technology, Srinakharinwirot University

³Foods and Nutrition, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

1. ศึกษาสูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวน

การศึกษาสูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวนจำนวน 3 สูตร (Table 1) ซึ่งมีวิธีการเตรียมแตกต่างกันโดยสูตรที่หนึ่ง ผสมแป้งสาลี น้ำตาลทรายป่น และน้ำมันในอ่างผสม ขึ้นรูปขนมกลีบลำดวน เข้าอบอุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส 10 นาที [10] สูตรที่สอง ผสมแป้งสาลี น้ำตาลไอซิ่ง เกลือ ร่อนส่วนผสมใส่น้ำมันพืช นวดให้เป็นก้อนเดียวกัน พักแบ่งไว้ 2 ชั่วโมง ขึ้นรูปขนมกลีบลำดวน เข้าอบอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส 40 นาที [11] สูตรที่สาม ผสมแป้งสาลี และน้ำตาลทรายป่น นำไปร่อน ใส่น้ำมัน และน้ำมันพืชจนจับตัวเป็นก้อน แล้วพักแบ่ง 1 ชั่วโมง ขึ้นรูปขนมกลีบลำดวน เข้าอบอุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส 15 นาที [12] ทุกสูตรควบคุมขนาดขนมกลีบลำดวน 6 กรัม (กลีบดอก 5 กรัม เกสร 1 กรัม) ใช้อุปกรณ์ตัดกลีบนมกลีบลำดวน และหลังการอบ นำมาพักให้เย็นบนตะแกรงและอบควันเทียน 20 นาที

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐาน (การทดสอบการยอมรับ) โดยใช้ 9-point hedonic scale เพื่อหาคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 50 คน เป็นอาจารย์ และนักศึกษา สาขาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร นำเสนอตัวอย่างในการทดสอบสูตรละ 1 ชิ้น บรรจุในซองพลาสติก วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) สุ่มลำดับการชิม และใช้เลขรหัสตัวอย่าง 3 หลัก และให้ผู้ทดสอบชิมน้ำเปล่าก่อนเปลี่ยนตัวอย่างทดสอบ วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Analysis of Variances (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

Table 1 Basic formulation of Kanom Gleep Lamduan

Ingredient	Formulation 1		Formulation 2		Formulation 3	
	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
All-purpose flour	285	50.44	450	54.08	200	50.89
Powdered sugar	130	23.01	-	-	120	30.54
Icing sugar	-	-	180	21.64	-	-
Soybean oil	150	26.55	200	24.04	70	17.81
Salt	-	-	2	0.24	3	0.76
Total	565	100	832	100	393	100

Remark: Formulation 1 [10], Formulation 2 [11], Formulation 3 [12]

2. ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และเคมีของแป้งข้าวเบายอดม่วง

ตัวอย่างที่ใช้ศึกษา เป็นแป้งข้าวสายพันธุ์เบายอดม่วง จากเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนผลิตและแปรรูปข้าวตรัง โดยการวัด 5 ค่า นำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เปรียบเทียบกับแป้งสาลีอเนกประสงค์

2.1 ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ทำการวัดค่าสี และค่าปริมาณน้ำอิสระ โดยนำตัวอย่างเข้าเครื่องวิเคราะห์ค่าสี (Spectrophotometer Konica Minolta รุ่น CM-3500d) และเครื่องวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ (Aqua Lab)

*Corresponding author e-mail: vuschapuk-ta@rmutp.ac.th

¹ สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

³ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2.2 ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณพลังงาน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า ความชื้น โยอาหาร สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยอ้างอิงวิธีการของ AOAC ดังนี้ โปรตีน (AOAC, 2023, 992.15) ไขมัน (AOAC, 2021, Am5-04) เถ้า

(AOAC, 2023, 930.30) ความชื้น (AOAC, 2023, 950.46) โยอาหาร (AOAC, 985.29) สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (in-house method based on AOAC, 2023, 2017.73) ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (in-house method based on AOAC, 2023, 2012.04)

คำนวณพลังงานจาก Carbohydrate available ด้วยสูตร

$$\text{Energy} = (\text{Protein} \times 4) + (\text{Fat} \times 9) + (\text{Total Carbohydrate} \times 4)$$

คำนวณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด Total Carbohydrate ด้วยสูตร

$$\text{Total Carbohydrate (g)} = 100 - (\text{Water} + \text{Protein} + \text{Fat} + \text{Ash})$$

3. ศึกษาปริมาณแป้งข้าวเบายอดม่วงทดแทนแป้งสาลีในขนมกลีบลำดวน

คัดเลือกขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐานที่ได้รับ การยอมรับมากที่สุด จากข้อ 1 มาศึกษาโดยสูตรมีสัดส่วนแป้งข้าวเบายอดม่วงทดแทนแป้งสาลี 5 ระดับ ได้แก่ 0:100, 20:80, 40:60, 60:40 และ 80:20 ส่วนผสมอื่นๆ ได้แก่ น้ำตาลไอซิ่ง น้ำมันพืช และเกลือ ใช้ในปริมาณเท่ากันทุกสูตร (Table 2) การผลิตเริ่มจากผสมแป้งสาลี น้ำตาลไอซิ่ง เกลือ ร่อนส่วนผสมใส่น้ำมันพืช นวดให้เป็นก้อนเดียวกัน พักแป้งไว้ 2 ชั่วโมง ขึ้นรูปขนมกลีบลำดวนชิ้นละ 6 กรัม (กลีบดอก 5 กรัม เกสร 1 กรัม) ใช้อุปกรณ์ตัดกลีบนม กลีบลำดวน เข้าอบอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส 40 นาที นำมาพักให้เย็นบนตะแกรงและอบควันเทียน 20 นาที บรรจุผลิตภัณฑ์ในถุงซิปล็อคเพื่อคงคุณภาพก่อนการทดสอบคุณสมบัติด้านต่างๆ

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมกลีบลำดวนแป้งข้าวเบายอดม่วงที่ต่างกัน 5 ระดับ

(การทดสอบการยอมรับ) โดยใช้ 9-point hedonic scale เพื่อหาคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 50 คน เป็นอาจารย์ และนักศึกษา สาขาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร นำเสนอตัวอย่างในการทดสอบสูตรละ 1 ชิ้น บรรจุในซองพลาสติก วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) สุ่มลำดับการชิม และใช้เลขรหัสตัวอย่าง 3 หลัก และให้ผู้ทดสอบดื่ม น้ำเปล่าก่อนเปลี่ยนตัวอย่างทดสอบ วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Analysis of Variances (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics เพื่อคัดเลือกสูตรที่ผู้ชิมให้การยอมรับระดับสูงที่สุด เปรียบเทียบกับขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐานไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

*Corresponding author e-mail: vuschapuk-ta@rmutp.ac.th

¹Home Economics, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

²Faculty of Agricultural Product Innovation and Technology, Srinakharinwirot University

³Foods and Nutrition, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

Table 2 Basic formulation of Kanom GleeB-Lum-Duan with different Khao Bou Yod Mung Rice flour and All-purpose flour.

Formulation	Khao Bou Yod Mung Rice flour		All-purpose flour		Constant Ingredients
	(%)	(g)	(%)	(g)	
1	0	-	100	450	
2	20	90	80	360	Icing sugar 180 g.
3	40	180	60	270	Soybean oil 200 g.
4	60	270	40	180	Salt 2 g.
5	80	360	20	90	

4. ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และเคมีของขนมกลีบลำดวนแป้งข้าวเบายอดmung

4.1 ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ทำการวัดค่าสี และค่าปริมาณน้ำอิสระ โดยทำการบดตัวอย่าง และนำตัวอย่างเข้าเครื่องวิเคราะห์ค่าสี (Spectrophotometer Konica Minolta รุ่น CM-3500d) และเครื่องวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ (Aqua Lab) ทำการวัดค่าความแข็ง (hardness) โดยนำตัวอย่างเข้าเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer รุ่น TA-XT Plus) หัววัด P/2 (2 mm. cylinder probe p/2) หัวกดเคลื่อนที่ ด้วยความเร็ว 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที Pre-Test Speed 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที Test speed 0.5 มิลลิเมตร/วินาที Post-Test Speed 10.0 มิลลิเมตร/วินาที ขนาดตัวอย่าง 3x3 เซนติเมตร จำนวน 5 ตัวอย่าง วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Analysis of Variances (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี

Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.2 ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณพลังงาน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า ความชื้น โยอาหาร สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยอ้างอิงวิธีการของ AOAC ดังนี้ โปรตีน (AOAC, 2023, 992.15) ไขมัน (AOAC, 2021, Am5-04) เถ้า (AOAC, 2023, 930.30) ความชื้น (AOAC, 2023, 950.46) โยอาหาร (AOAC, 985.29) สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (in-house method based on AOAC, 2023, 2017.73) ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (in-house method based on AOAC, 2023, 2012.04)

คำนวณพลังงานจาก Carbohydrate available ด้วยสูตร

$$\text{Energy} = (\text{Protein} \times 4) + (\text{Fat} \times 9) + (\text{Total Carbohydrate} \times 4)$$

คำนวณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด Total Carbohydrate ด้วยสูตร

$$\text{Total Carbohydrate (g)} = 100 - (\text{Water} + \text{Protein} + \text{Fat} + \text{Ash})$$

โดยการวิเคราะห์ทั้งหมดทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 5 ซ้ำ เปรียบเทียบกับขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐาน

*Corresponding author e-mail: vuschapuk-ta@rmutp.ac.th

¹ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

³ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวน

การศึกษาสูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวนเป็นการศึกษาสูตรผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณส่วนผสมต่างกันทั้งหมด 3 สูตร (Table 1) ผู้วิจัยพบว่า สูตรที่ 1 ลักษณะแป้งก่อนอบค่อนข้างเหลว จากส่วนผสมน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 26.55 ของปริมาณส่วนผสมทั้งหมด ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงกว่า สูตรที่ 2 และ 3 ที่ใช้น้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 24.04 และ 17.81 ตามลำดับ ส่งผลให้ขึ้นรูปยาก หลังการอบกลีบดอกติดกัน ไม่แตกหักง่าย สี

โดยรวมมีความเข้มมากที่สุดจากทั้ง 3 สูตร สีไม่เสมอกัน มีจุดสีขาวเล็กน้อยจากน้ำตาล เนื้อสัมผัสกรอบแข็ง รสชาติหวานไม่มีรสเค็มติด สูตรที่ 2 ลักษณะขึ้นรูปง่าย หลังการอบกลีบดอกติดกัน ไม่แตกหักง่าย สีขาวนวลเสมอกัน เนื้อสัมผัสกรอบร่วน รสชาติมีความเค็มติดหวานเล็กน้อย สูตรที่ 3 ลักษณะแป้งก่อนอบค่อนข้างแห้ง หลังการอบสีนวลชัดเจน กลีบตั้งสวย แตกกลีบดอกแตกหักง่าย สีปลายกลีบจะเข้มกว่าโคนกลีบเล็กน้อย เนื้อสัมผัสกรอบร่วน รสชาติหวานและเค็ม



Formulation 1

Formulation 2

Formulation 3

Figure 1 Basic formulation of Kanom Gleeblum-Duan

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐาน พบว่า สูตรที่ 2 ซึ่งมีส่วนผสม แป้งสาลี น้ำตาลไอซิ่ง น้ำมันถั่วเหลือง และเกลือป่นร้อยละ 54.08 , 21.64 , 24.04 และ 0.24 ตามลำดับ ได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุดด้าน

ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความชอบโดยรวม โดยมีค่าคะแนน 7-8 ซึ่งอยู่ในระดับความชอบปานกลางถึงมากในทุกด้าน (Table 3) จึงใช้สูตรขนมกลีบลำดวนสูตรที่ 2 ศึกษาในขั้นตอนต่อไป

Table 3 Sensory Quality Scores of Basic Kanom Gleeblum-Duan products.

Attributes	Basic Kanom Kleep Lamduan		
	Formulation 1	Formulation 2	Formulation 3
Appearance	7.2 ^b ±0.9	7.8 ^a ±1.0	7.6 ^a ±0.9
Color	7.1 ^b ±1.0	7.8 ^a ±1.0	7.6 ^a ±0.9
Smell	7.2 ^b ±1.0	7.7 ^a ±1.0	7.4 ^{ab} ±1.0
Taste	7.4 ^b ±1.0	8.0 ^a ±1.0	7.5 ^b ±1.0
Texture	7.5 ^b ±1.0	8.1 ^a ±0.9	7.5 ^b ±1.0
Flavor	7.4 ^b ±1.1	7.9 ^a ±1.1	7.3 ^b ±1.1
Overall	7.3 ^b ±0.9	8.1 ^a ±0.9	7.5 ^b ±1.0

Remark: The data are presented in means ± standard deviation (n=50).

Different superscript letters in the same row indicate significant differences at the 95% confidence level.

*Corresponding author e-mail: vuschapuk-ta@rmutp.ac.th

¹ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

³ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2. ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และเคมีของแป้งข้าวเบายอดม่วง

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของแป้งข้าวเบายอดม่วง พบว่า ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลอ่อน โดยมีค่า L^* a^* b^* และ ค่าน้ำอิสระ (a_w) เท่ากับ 70.64 7.43 12.47 และ 0.64 (Table 4) ด้านค่าสีของแป้งข้าวเบายอดม่วง เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งสาลีอเนกประสงค์มีความต่างอย่างชัดเจน และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ค่าสี L^* แป้งข้าวเบายอดม่วงมีค่าน้อยกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ a^* และ b^* แป้งข้าวเบายอดม่วงมีค่ามากกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ เนื่องจากข้าวเบายอดม่วงมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีชาขุ่น และสีแดงรวมอยู่ในรวงเดียวกัน นำมาแปรรูปเป็นแป้งจึงมีสีที่

เข้มขึ้นจากเยื่อหุ้มเมล็ดผสมอยู่ในแป้ง [9] ค่าน้ำอิสระ (a_w) ของแป้งข้าวเบายอดม่วง อยู่ในเกณฑ์อาหารกึ่งแห้ง (intermediate moisture food) ซึ่งมีค่าระหว่าง 0.6 - 0.85 [13]



Figure 2 Khao Bou Yod Mung Rice flour

Table 4 color and water activity of Khao Bou Yod Mung Rice flour

Attributes	All-purpose flour* n=3	Khao Bou Yod Mung Rice flour n=5	Dif.**	T-test	P-value (Sig.)
L^*	92.45±0.00	70.64±0.12	-21.81	308.19	< .001
a^*	0.37±0.10	7.43±0.02	+7.06	-540.73	< .001
b^*	7.62±0.02	12.47±0.04	+4.85	-200.83	< .001
water activity	0.58±0.00	0.64±0.00	+0.06	N/A	N/A

Remark: * L^* , a^* , b^* and water activity of All-purpose flour [14] Analyze 3 replicates of each sample.

** Dif. (Difference) shows whether the value for the Khao Bou Yod Mung Rice flour is higher (+) or lower (-) than the All-purpose flour.

จากการศึกษาคุณภาพทางเคมีของแป้งข้าวเบายอดม่วง พบว่า แป้งข้าวเบายอดม่วงให้ไขมัน โปรตีน ความชื้น เถ้า คาร์โบไฮเดรต และใยอาหาร 3.02, 8.02, 10.79, 1.36, 76.81 และ 3.12 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ มีปริมาณพลังงาน 372.74 กิโลแคลอรี/100 กรัม ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระร้อยละ 23.25 และ total phenolic contents 0.38 มิลลิกรัม/กรัม สอดคล้องกับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตของข้าวเบายอดม่วง ร้อยละ 8.99, 1.61 และ 76.51 ตามลำดับ ค่าไขมันมีความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยแต่ยังคงใกล้เคียงกับตัวอย่างข้าวเบายอดม่วงที่มีไขมันร้อยละ 3.82 [15] เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งสาลี

อเนกประสงค์ จะเห็นได้ว่าปริมาณไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และใยอาหารซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีแร่ธาตุต่างๆ ของแป้งข้าวเบายอดม่วงสูงกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ 2.04, 0.89, 0.50 และ 0.42 กรัม ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนและความชื้นของแป้งข้าวเบายอดม่วง น้อยกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ 2.30 และ 1.13 กรัม ตามลำดับ เนื่องจากแป้งข้าวเบายอดม่วง เป็นการแปรรูปจากข้าวกล้องเบายอดม่วง ซึ่งอยู่ในกลุ่มข้าวกล้องที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงไม่ผ่านการขัดสี ส่งผลให้มีสารสีแดงเป็นรงควัตถุประเภทฟลาโวนอยด์ชนิดมิสแรนโทไซยานิน ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ชะลอความชรา และลดความเสี่ยงการเป็นโรคต่างๆ เช่น โรคหัวใจ และ

*Corresponding author e-mail: vuschapuk-ta@rmutp.ac.th

¹ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

³ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

โรกระบบภูมิคุ้มกันทำงานผิดปกติ [16] ปริมาณโปรตีนน้อยลงเนื่องจากในข้าวกล้องไม่พบกลูเตน ทั้งหมดจึงส่งผลให้ค่าพลังงานของแป้งข้าวเบายอดม่วงสูงกว่าแป้งสาลี 8.74 กิโลแคลอรี/100 กรัม สอดคล้องกับ [17] ที่กล่าวว่าข้าวกล้องมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องจากข้าวกล้องไม่ผ่านการขัดสี ส่งผลให้ข้าว เยื่อหุ้มเมล็ด คัพพะ ซึ่งเป็นส่วนที่มีใยอาหาร วิตามิน และแร่ธาตุต่างๆคงอยู่ ดังนั้นสารอาหารของแป้งข้าวเบา

ยอดม่วงจึงพบมากกว่าแป้งสาลีเนกประสงค์ เมื่อแป้งข้าวเบายอดม่วงไม่มีกลูเตนและมีใยอาหารสูง จะส่งผลให้โครงสร้างของผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงลดลงในเชิงโครงสร้างหลัก แต่ในขณะเดียวกันอาจทำให้ค่าความแข็ง (hardness) เพิ่มขึ้นจากคุณสมบัติในการจับกับน้ำได้ดี (water binding capacity) ทำให้ได้มีความหนืดสูงขึ้น [18] (Table 5)

Table 5 Chemical composition of Khao Bou Yod Mung Rice flour (100 g)

Chemical composition	All-purpose flour*	Khao Bou Yod Mung Rice flour	Dif.**
Fat (g)	0.98	3.02	+ 2.04
Protein (g)	10.32	8.02	- 2.3
Moisture (g)	11.92	10.79	- 1.13
Ash (g)	0.47	1.36	+ 0.89
Carbohydrate (g)	76.31	76.81	+ 0.5
Fiber (g)	2.7	3.12	+ 0.42
Energy (kcal.)	364	372.74	+ 8.74
Antioxidant activity, DPPH (%)	-	23.25	-
Total Phenolic contents, as Gallic acid (mg./g)	-	0.38	-

Remark: * Chemical composition of All-purpose flour [14] Analyze 3 replicates of each sample.

** Dif. (Difference) shows whether the value for the Khao Bou Yod Mung Rice flour is higher (+) or lower (-) than the All-purpose flour.

3. ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวเบายอดม่วงทดแทนแป้งสาลีในขนมกลีบลำดวน

ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวเบายอดม่วงทดแทนแป้งสาลีในขนมกลีบลำดวน โดยใช้แป้งข้าวเบายอดม่วงทดแทนแป้งสาลีในสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจากข้อ 1 แตกต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ 0:100, 20:80, 40:60, 60:40 และ 80:20 ส่วนผสมอื่นๆ ได้แก่ น้ำตาลไอซิ่ง น้ำมันพืช และเกลือ ใช้ในปริมาณเท่ากันทุกสูตร (Table 2) พบว่า ปริมาณ แป้งข้าวเบายอดม่วงทดแทนแป้งสาลีในขนมกลีบลำดวนที่มากที่สุด และ

ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคระดับเดียวกับสูตรแป้งข้าวเบายอดม่วงทดแทนแป้งสาลีในขนมกลีบลำดวน ร้อยละ 0 (สูตรมาตรฐาน) คือ ปริมาณแป้งข้าวเบายอดม่วงทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 40 ซึ่งได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความชอบโดยรวม โดยมีค่าคะแนน 7 ซึ่งอยู่ในระดับความชอบปานกลางในทุกด้าน (Table 6) จึงใช้สูตรขนมกลีบลำดวนทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 40 ศึกษาในขั้นตอนต่อไป

*Corresponding author e-mail: vuschapuk-ta@rmutp.ac.th

¹Home Economics, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

²Faculty of Agricultural Product Innovation and Technology, Srinakharinwirot University

³Foods and Nutrition, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

Table 6 Sensory Quality Scores of Kanom Gleeab-Lum-Duan with different Khao Bou Yod Mung Rice flour and All-purpose flour

Attributes	Khao Bou Yod Mung Rice flour and All-purpose flour				
	Formulation	Formulation	Formulation	Formulation	Formulation
	1	2	3	4	5
	0 : 100	20 : 80	40 : 60	60 : 40	80 : 20
Appearance	7.9 ^a ±1.0	8.0 ^a ±0.9	7.7 ^{ab} ±0.8	7.4 ^b ±1.0	7.4 ^b ±0.9
Color	7.9 ^a ±0.8	7.9 ^a ±0.8	7.7 ^{ab} ±0.7	7.5 ^{bc} ±1.0	7.3 ^c ±0.9
Smell	7.8 ^a ±1.0	7.6 ^{ab} ±1.0	7.5 ^{ab} ±0.8	7.4 ^b ±1.0	7.0 ^c ±1.1
Taste	7.8 ^a ±1.0	7.8 ^a ±1.1	7.5 ^a ±0.7	7.1 ^b ±1.0	7.1 ^b ±1.1
Texture	7.8 ^a ±0.8	7.7 ^a ±1.0	7.5 ^a ±0.8	7.1 ^b ±1.1	7.0 ^b ±1.0
Flavor	7.8 ^a ±0.9	7.7 ^a ±1.0	7.5 ^a ±0.6	7.2 ^b ±1.0	7.0 ^b ±1.0
Overall	7.9 ^a ±0.9	7.7 ^a ±1.1	7.6 ^{ab} ±0.7	7.3 ^{bc} ±1.1	7.1 ^c ±1.1

Remark: The data are presented in means ± standard deviation (n=50).

Different superscript letters in the same row indicate significant differences at the 95% confidence level.

4. ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และเคมีของขนมกลีบลำดวนแป้งข้าวเบายอดม่วง

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของขนมกลีบลำดวนแป้งข้าวเบายอดม่วงทั้ง 5 ระดับ ได้แก่ 0:100, 20:80, 40:60, 60:40 และ 80:20 (Table 7) พบว่า หลังการอบค่าสี L^* , a^* และ b^* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยค่าสี L^* และค่าสี b^* มีแนวโน้มลดลง และค่าสี a^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้แป้งข้าวเบายอดม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งค่า L^* มีแนวโน้มลดลง ค่า a^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับค่าสี L^* ของแป้งข้าวเบายอดม่วงที่น้อยกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ ค่า a^* ของแป้งข้าวเบายอดม่วงที่มากกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ จากการที่ข้าวกล้องเบายอดม่วงมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง เมื่อแปรรูปเป็นแป้งจึงมีสีแดงเช่นเดียวกัน ค่าสี b^* มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) เกิดขึ้นระหว่างการอบ ส่งผลให้เกิดสีน้ำตาลเข้มขึ้น ค่า b^* จะลดลง [13] ค่าน้ำอิสระ (a_w) และค่าความชื้น มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้ข้าวเบายอดม่วงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่เพิ่มขึ้น

ตามลำดับ สอดคล้องกับการเติมโปรตีนทำให้ค่าน้ำอิสระ (a_w) ค่าน้ำหนักที่สูญเสียหลังการอบ และปริมาตรจำเพาะมีแนวโน้มลดลง ในผลิตภัณฑ์ขนมปังปลอดกลูเตนทั้งทางเคมีและกายภาพ [19] เนื่องจากขาดโครงสร้างกลูเตนในผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้ข้าวเบายอดม่วงทดแทนมากขึ้น ส่งผลให้ไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ดีเท่าที่ควร ค่าน้ำอิสระ (a_w) จึงสูงขึ้น ค่าความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด สอดคล้องกับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ปราศจากกลูเตนจะมีเนื้อสัมผัสที่แน่น เนื้อ และมีความชื้น รวมถึงการคินตัว มากกว่าผลิตภัณฑ์จากแป้งสาลีธรรมดา [20] ลักษณะของสูตรพื้นฐานก่อนอบสามารถปั้นก้อน และขึ้นรูปง่าย หลังการอบ กลีบลดกติดกัน ไม่แตกหักง่าย สีขาวนวลเสมอกันทั้งชิ้น เนื้อสัมผัสกรอบร่วน รสชาติมีความเค็มตัดหวานเล็กน้อย เมื่อมีการทดแทนด้วยแป้งของเบายอดม่วงในปริมาณที่สูงขึ้น ลักษณะแป้งก่อนอบจะมีความเหลวมากขึ้น แต่ยังสามารถปั้นขึ้นรูปได้ หลังการอบ กลีบลดกติดกัน แต่สันกลีบล้มไม่ชัดเจน สีเข้มขึ้น และเนื้อสัมผัสมีความกรอบแข็งมากขึ้น เมื่อมีการทดแทนมากยิ่งขึ้น

*Corresponding author e-mail: vuschapuk-ta@rmutp.ac.th

¹ สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

³ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

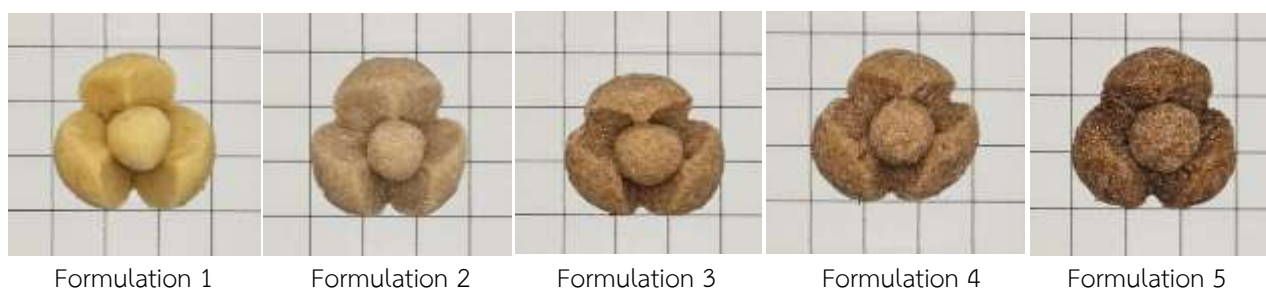


Figure 3 Kanom Gleep Lamduan with different Khao Bou Yod Mung Rice flour and All-purpose flour.

Table 7 Color, water activity and Texture of Kanom Gleep-Lum-Duan with different Khao Bou Yod Mung Rice flour and All-purpose flour.

Attributes	Khao Bou Yod Mung Rice flour and All-purpose flour				
	Formulation 1 0 : 100	Formulation 2 20 : 80	Formulation 3 40 : 60	Formulation 4 60 : 40	Formulation 5 80 : 20
L*	77.57 ^a ±0.11	68.50 ^b ±0.17	58.46 ^c ±0.07	57.80 ^d ±0.09	41.45 ^e ±0.06
a*	5.06 ^d ±0.06	6.87 ^c ±0.05	10.18 ^b ±0.04	10.20 ^b ±0.12	11.95 ^a ±0.07
b*	23.44 ^a ±0.14	19.05 ^b ±0.07	19.13 ^b ±0.09	18.34 ^c ±0.17	15.70 ^d ±0.21
Water activity	0.10 ^d ±0.00	0.15 ^c ±0.00	0.15 ^c ±0.00	0.23 ^b ±0.00	0.33 ^a ±0.00
Hardness (gf.)	62.11 ^d ±6.96	64.12 ^d ±3.52	161.88 ^c ±17.09	192.20 ^b ±19.87	341.96 ^a ±17.87

Remark: The data are presented in means ± standard deviation (n=5).

Different superscript letters in the same row indicate significant differences at the 95% confidence level.

จากการศึกษาคุณภาพทางเคมีของขนมกลีบลำดวนแป้งข้าวเบายอดม่วงทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 40 (Table 8) พบว่า มีไขมัน โปรตีน ความชื้น แล็กคาร์โไฮเดรต และใยอาหาร 24.79, 5.94, 1.04, 0.85, 67.38 และ 2.08 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ มีปริมาณพลังงาน 516.39 กิโลแคลอรี/100 กรัม ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระร้อยละ 18.37 และ total phenolic contents 0.16 มิลลิกรัม/กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรแป้งข้าวเบายอดม่วงทดแทนแป้งสาลีใน

ขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐาน จะเห็นได้ว่าคุณภาพทางเคมีของขนมกลีบลำดวนแป้งข้าวเบายอดม่วงทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 40 สูงกว่าสูตรพื้นฐาน ด้านปริมาณความชื้น แล็กคาร์โไฮเดรต ใยอาหาร เท่ากับ 0.01, 0.27, 1.16, 1.62 กรัม ตามลำดับ ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระร้อยละ 4.41 และ total phenolic contents 0.03 มิลลิกรัม/กรัม และต่ำกว่าในด้านไขมัน โปรตีน 0.84 และ 0.6 กรัม ตามลำดับ และพลังงาน 5.32 กิโลแคลอรี

*Corresponding author e-mail: vuschapuk-ta@rmutp.ac.th

¹Home Economics, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

²Faculty of Agricultural Product Innovation and Technology, Srinakharinwirot University

³Foods and Nutrition, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

Table 8 Chemical composition of Kanom Gleeab-Lum-Duan with different Khao Bou Yod Mung Rice flour (100 g)

Chemical composition	Khao Bou Yod Mung Rice flour and All-purpose flour		Dif.
	0 : 100	40 : 60	
Fat (g)	25.63	24.79	- 0.84
Protein (g)	6.54	5.94	- 0.6
Moisture (g)	1.03	1.04	+ 0.01
Ash (g)	0.58	0.85	+ 0.27
Carbohydrate (g)	66.22	67.38	+ 1.16
Fiber (g)	0.46	2.08	+ 1.62
Energy (kcal.)	521.71	516.39	- 5.32
Antioxidant activity, DPPH (%)	13.96	18.37	+ 4.41
Total Phenolic contents, as Gallic acid (mg./g)	0.13	0.16	+ 0.03

สรุปผล

สูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวนที่ได้รับการยอมรับจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีส่วนผสม ได้แก่ แป้งสาลี น้ำตาลไอซิ่ง น้ำมันถั่วเหลือง และเกลือป่น ร้อยละ 54.08, 21.64, 24.04 และ 0.24 ตามลำดับ ขนมกลีบลำดวนขึ้นรูปง่าย มีลักษณะหลังการอบ กลีบลดกติดกัน ไม่แตกหักง่าย สีขาวนวลเสมอกันทั้งชิ้น เนื้อสัมผัสกรอบร่วน รสชาติมีความเค็มตัดหวานเล็กน้อย

คุณภาพทางกายภาพ ด้านสีของแป้งข้าวเบายอดม่วงมีค่า L* a* และ b* เท่ากับ 70.64 7.43 และ 12.47 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งสาลีเนกประสงค์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณเม็ดสีตามธรรมชาติของแป้งข้าวเบายอดม่วง ค่า a_w ของแป้งข้าวเบายอดม่วงมีค่า 0.64 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวเบายอดม่วงมีไขมัน โปรตีน ความชื้น เถ้า คาร์โบไฮเดรต และใยอาหาร 3.02, 8.02, 10.79, 1.36, 76.81 และ 3.12 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ มีปริมาณพลังงาน 372.74 แคลอรี/100 กรัม ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระร้อยละ 23.25 และ total phenolic contents 0.38 มิลลิกรัม/กรัม

การศึกษาปริมาณแป้งข้าวเบายอดม่วงทดแทนแป้งสาลีในขนมกลีบลำดวน พบว่า ขนมกลีบลำดวนแป้งข้าวเบายอดม่วงทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 40 ได้รับการยอมรับจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสระดับเดียวกับสูตรพื้นฐาน ลักษณะแป้งก่อนอบจะมีความนิ่ม เหลวเล็กน้อย สามารถปั้นขึ้นรูปได้ หลังการอบ กลีบลดกติดกัน สันกลีบล่อนข้างชัดเจน สีเข้มขึ้นเห็นจุดแป้งขาวเล็กน้อย และเนื้อสัมผัสมีความกรอบแข็งเพิ่มขึ้น

องค์ประกอบทางเคมีของขนมกลีบลำดวนแป้งข้าวเบายอดม่วงให้ไขมัน โปรตีน ความชื้น เถ้า คาร์โบไฮเดรต และใยอาหาร 24.79, 5.94, 1.04, 0.85, 67.38 และ 2.08 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ มีปริมาณพลังงาน 516.39 กิโลแคลอรี/100 กรัม ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระร้อยละ 18.37 และ total phenolic contents 0.16 มิลลิกรัม/กรัม ปริมาณไขมัน โปรตีน และพลังงานน้อยกว่าสูตรพื้นฐานเล็กน้อย ปริมาณความชื้น เถ้า คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ (DPPH) และ total phenolic contents สูงกว่าสูตรมาตรฐาน สังเกตได้ว่าขนมกลีบลำดวนมีความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับสูตรมาตรฐาน เนื่องจากกลไกปฏิกิริยสัมพันธ์

*Corresponding author e-mail: vuschapuk-ta@rmutp.ac.th

¹ สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

³ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

(starch-protein-fiber interaction) ที่ผลิตภัณฑ์มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และใยอาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงส่งผลให้ขาดโครงสร้างกลูเตน (gluten network) เพราะแป้งข้าวเบายอดม่วงเป็นแป้งปราศจากกลูเตน (gluten-free) ซึ่งประกอบด้วยโปรตีนกลุ่มโอไรเซนิน (oryzenin) ร้อยละ 60 – 80 ในเมล็ดข้าว ซึ่งไม่มีสมบัติในการสร้างโครงสร้างที่ยืดหยุ่นเหมือนกลูเตนินและไกลอะดินในแป้งสาลี ที่เมื่อผ่านกระบวนการผสมจะเกิดกลูเตนที่มีส่วนช่วยให้เกิดการสร้างพันธะไดซัลไฟด์เพื่อเกิดโครงร่างแหที่ยืดหยุ่นช่วยเก็บอากาศไว้ในโครงสร้างผลิตภัณฑ์ ส่งผลให้ขนมที่ใช้แป้งสาลีมีลักษณะที่ฟู ไม่แน่นเกินไป [21-22] นอกจากนี้ปริมาณใยอาหาร (fiber) ที่พบมากในแป้งข้าวเบายอดม่วง ทำหน้าที่เป็นสารรบกวน (interfering agent) เข้าไปขัดขวางการเกาะตัวของโครงสร้างแป้งสาลี และทำหน้าที่ดูดซับน้ำมันในส่วนผสม (oil absorption) ส่งผลให้น้ำมันที่จะไปทำหน้าที่เป็นสารหล่อลื่นและสร้างความร่วน (tenderizing effect) ลดลง เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีการจัดเรียงตัวที่หนาแน่น กรอบแข็ง และความพรุนต่ำลง [23] เมื่ออบมีการขยายตัวสูงจนไม่สามารถกำหนดรูปร่างตามต้องการ ส่งผลให้การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวเบายอดม่วงไม่สามารถทดแทนได้ทั้งหมด สอดคล้องกับ [24] การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ถั่วแดงผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่าการใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่สูงขึ้นส่งผลต่อค่าความแข็งที่เพิ่มขึ้น รวมถึงมีค่าการขยายตัวที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากในข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่มีโปรตีนที่ทำให้เกิดโครงสร้างกลูเตน จึงส่งผลให้โครงสร้างขนมหลังอบไม่แข็งแรง เกิดการแผ่ขยายตัวได้มากขึ้น ค่าสีที่เข้มขึ้น เกิดจากกลไกสองส่วน คือเม็ดสีตามธรรมชาติกลุ่มแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ในแป้งข้าวเบายอดม่วง และการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard Reaction) ระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับโปรตีนในข้าวที่มีปริมาณสูงภายใต้การใช้อุณหภูมิสูงในการอบทำให้เกิดสารประกอบเมลานอยดิน (melanoidins) และความร้อนจากการอบจะไปทำลายพันธะเอสเทอร์ (ester bonds) ที่สารต้านอนุมูลอิสระมักจับตัวอยู่กับ

ผนังเซลล์หรือใยอาหารในรูปของ "bound form" ทำให้สารเหล่านี้หลุดออกมาอยู่ในรูปอิสระ ซึ่งตรวจวัดฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระได้สูงขึ้น แต่ต้องระวังเรื่องการใช้ความร้อนสูงเป็นเวลานาน เนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระบางกลุ่ม เช่น วิตามินซี วิตามินอี และแอนโทไซยานิน มักสลายตัวเมื่อได้รับความร้อนสูงเป็นเวลานาน และเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารฟีนอลิก ทำให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระลดลง [25] ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มกว่าสูตรมาตรฐาน หากต้องการพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์อาจมีการศึกษาสารเสริมคุณภาพเพื่อทดแทนโครงสร้างกลูเตนที่หายไปเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ปราศจากกลูเตน ศึกษาอายุการเก็บรักษา (shelf-life) เพื่อนำผลิตภัณฑ์เข้าสู่ระดับอุตสาหกรรม

เอกสารอ้างอิง

- [1] Suweero, K., Timayoonk, D. and Rimkeeree, H. (2022). Development of gluten free Thai Cookie “Kleeb Lum Duan” Powder. Journal of Engineering, RMUTT. 18(2): 23-33. (In Thai).
- [2] Wangsob, S., Polin, S., Saengrungrueang, T., Ruchikachorn, N. and Poonnakasem, N. (2022). Development of Thai shortbread cookies with activated charcoal. Journal of Thai Food Culture. 4(1): 6-15. (In Thai).
- [3] Nimeplum, S. (2021). Product development of gluten-free Khanom Gleebe-Lamduan (Thai shortbread cookies) from job's tears flour. Unpublished master's thesis, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. Thailand.
- [4] Apaisan, T. (2017). Gluten-free Gleebe-Lum-Duan mixed black sesame. Unpublished master's thesis, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. Thailand.
- [5] Steinrut, L., Kamdaeng, O. and Srisawat, K. (2017). Antioxidant activity of Nelumbo

*Corresponding author e-mail: vuschapuk-ta@rmutp.ac.th

¹Home Economics, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

²Faculty of Agricultural Product Innovation and Technology, Srinakharinwirot University

³Foods and Nutrition, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

- nucifera and Lotus Part Fortified in Kleep Lumduan. ASTC2017: The 5th Academic Science and Technology Conference 2017. 448-453. (In Thai).
- [6] Hong, T., Xu, D., Jin, Y., Wu, F., Huang, G., Zhong, X., Zhang, J., and Xu, X. (2025). Gluten protein transformations during bread processing: Molecular and microstructural analysis. *LWT - Food Science and Technology*. 217: 117341.
- [7] Magalhães, D., Gonçalves, R., Rodrigues, C.V., Rocha, H.R., Pintado, M. and Coelho, M.C. (2024). Natural pigments recovery from food by-products: Health benefits towards the food industry. *Foods*. 13(14): 2276. doi: 10.3390/foods13142276
- [8] Rice department. (2016). Rice knowledge Bank. [Online] Available from <https://webold.ricethailand.go.th/rkb3/title-index.php-file=content.php&id=3-5.htm>. [Accessed January 27, 2024].
- [9] Chooklin, S., Muadsri, T. and Purintrapibal, P. (2020). Nutritional values of trang indigenous brown rice. *University of Technology Srivijaya Research Journal*. 12(2): 285-296. (In Thai).
- [10] Kongphan, S. (2010). Ahan Kaw Wan (6th ed.). P. Printing, (In Thai).
- [11] Praesiri, S. (2013). Khanom Thai. M.I.S. Publishing Co., Ltd. (In Thai).
- [12] Hongwiwat, N. (2010). Khanom Thai. Sangdad Publishing Co., Ltd. (In Thai).
- [13] Pornchaloempong, P. and Ratanaporn, N. (2022). Dried food. [Online] Available from <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0551/Water-activity-แอกติวิตี้ของน้ำ>. [Accessed January 27, 2024].
- [14] Sangsayunh, K. (2020). Quality characteristics of gluten-free brownies from Hom-nin rice flours produced by dry milling, wet milling, and extrusion. Master of Science in Food System Management for Nutrition School of Human Ecology Sukhothai Thammathirat Open University. Thailand.
- [15] Cleveland clinic health essentials. (2022). 4 Health benefits of anthocyanins. [Online] Available from <https://health.clevelandclinic.org/anthocyanins>. [Accessed December 25, 2025].
- [16] Krualee, S., Liamnimitr, N., Unjan, R. and Wongpisal, P. (2025). Line through pure line selection Bao Yod Muang rice in nutritional values. *YRU Journal of Science and Technology*. 10(1): 30-37. (In Thai).
- [17] Corey Whelan. (2561). Brown rice vs. white rice: Which Is better for you? [Online] Available from <https://www.healthline.com/health/food-nutrition/brown-rice-vs-white-rice>. [Accessed December 25, 2025].
- [18] Huangthong, A. (2021). Development of gluten-free bread products from Burzupolo flour and Burzupopie flour on physical and sensory quality of products. Master of Science, Silpakorn University. Thailand.
- [19] Natepakdeetrakoon, D. Khlangpha, A. Siriwongwilaichat, P. and Nongtaodum, S. (2020). Influence of protein addition on the quality of gluten-free bread.

*Corresponding author e-mail: vuschapuk-ta@rmutp.ac.th

¹ สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

³ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

- Proceedings of 4th KU SRC Annual Conference. The 4th National Academic Conference, Kasetsart University, Sriracha Campus., pp 220-225, August 28, 2020 Bangkok. Thailand. (In Thai).
- [20] Satmalee, P. (2018). Household rice-based gluten free bakery. Food Journal. 48(2): 57-60. (In Thai).
- [21] Gallagher, E., Gormley, T.R. and Arendt, E.K. (2004). Recent advances in the formulations of gluten-free cereal-based products. Trends in Food Science and Technology. 15(3-4): 143-152.
- [22] ElShamey, E., Yang, X., Yang, J., Xia, L. and Zeng, Y. (2025). A systems review of grain proteins in rice and barley: biosynthesis, regulation, and impact on end-use quality. Frontiers in Plant Science. 16: 01-17. doi:10.3389/fpls.2025.1658144
- [23] Nguyen, T.M.H., Nguyen, N.T.T., Nguyen, T.L.P., Phan, N.H. and Pham, V.H. (2025). Quality and digestibility of gluten-free cookies made from rice flour substituted with highly enzyme-resistant mung bean starch. International Journal of Food Science. 2025(1): 1-11. doi: 10.1155/ijfo/7689819
- [24] Homhual, N. and Puangphet, N. (2024). Development of Lum-Duan cookies mixed with riceberry rice. Burapha Science Journal. 29(3): 978-997. (In Thai).
- [25] Qi, Y., Wang, W., Yang, T., Ding, W. and Xu, B. (2025). Maillard reaction in flour product processing: mechanism and impact on quality, and mitigation strategies of harmful products. Foods (MDPI). 14(15): 1-26. doi: 10.3390/foods14152721

*Corresponding author e-mail: vuschapuk-ta@rmutp.ac.th

¹Home Economics, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

²Faculty of Agricultural Product Innovation and Technology, Srinakharinwirot University

³Foods and Nutrition, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon