

การพัฒนาแกงพะแนงก้อนพร้อมปรุงที่ทดแทนกะทิมะพร้าวบางส่วน ด้วยกะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าว

Development of ready-to-cook Panang curry cubes using partial replacement of coconut milk with rice bran oil-based cereal milk

กมลทิพย์ เอกธรรมสุทธิ์*, พรณภักดิ์ ถิ่นถ้อย, และ รัชณี ไสยประจง

Kamontip Ekthamasut*, Pannapak Thinthoy, and Ratchanee Saiprajong

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย เขตดินแดง จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10400

School of Science and Technology, University of the Thai Chamber of Commerce, Din Daeng, Bangkok 10400

*Corresponding author: kamontip_ekt@utcc.ac.th

Received: 30 May 2026; Revised: 18 July 2026; Accepted: 27 July 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแกงพะแนงก้อนพร้อมปรุงที่ทดแทนกะทิมะพร้าวบางส่วนด้วยกะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าว เพื่อลดการใช้กะทิมะพร้าวที่มีกรดไขมันอิ่มตัวสูง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค โดยการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ศึกษาการทดแทนกะทิมะพร้าวด้วยกะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าวที่ระดับร้อยละ 0, 50 และ 100 (2) ศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 9 และ 12 ชั่วโมง เพื่อลดปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยการทดสอบความชอบแบบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) การประเมินความพอดีของคุณลักษณะ (Just-About-Right; JAR) และการวิเคราะห์ผลกระทบของคุณลักษณะต่อความชอบของผู้บริโภค (penalty analysis) รวมถึงวิเคราะห์ค่ากิจกรรมของน้ำ (water activity; a_w) และค่าสีของผลิตภัณฑ์

ผลการทดลองพบว่า การทดแทนกะทิมะพร้าวด้วยกะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าวไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ($P>0.05$) แต่มีผลต่อความชอบด้านสี ($P<0.05$) โดยสูตรทดแทนร้อยละ 50 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ($P>0.05$) และมีความพอดีด้านกลิ่นและรสชาติมากที่สุด อีกทั้งสูตรดังกล่าวมีค่าผลกระทบของคุณลักษณะต่อความชอบของผู้บริโภคต่ำที่สุด สำหรับการศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งพบว่า การอบแห้งเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่ากิจกรรมของน้ำต่ำที่สุด ในขณะที่มีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ ความชอบโดยรวม และความพอดีของคุณลักษณะสูงที่สุด ($P<0.05$) อย่างไรก็ตามระยะเวลาในการอบที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่างและค่า Hue angle ลดลง ขณะที่ค่าความแตกต่างของสีเพิ่มขึ้นจากสูตรควบคุม (0 ชั่วโมง) อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ดังนั้น การทดแทนกะทิมะพร้าวด้วยกะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าวร้อยละ 50 ร่วมกับการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแกงพะแนงก้อนพร้อมปรุง เนื่องจาก

สามารถคงคุณภาพทางประสาทสัมผัสและเพิ่มศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมปรุงเพื่อสุขภาพในเชิงพาณิชย์ได้

คำสำคัญ: แอ่งพะเนง การทดแทนกะทิมะพร้าว กะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าว การอบแห้ง อาหารพร้อมปรุง

ABSTRACT

This study aimed to develop ready-to-cook Panang curry cubes by partially substituting coconut milk with rice bran oil-based cereal milk to reduce the use of coconut milk, which is high in saturated fatty acids, while maintaining consumer acceptance and developing a healthier product. The experiment consisted of two stages. The first stage investigated the effects of substituting coconut milk with cereal-based milk at 0%, 50%, and 100%. The second stage evaluated the effects of drying at 70°C for 0, 9, and 12 hours to reduce the moisture content of the product. Product quality was assessed using a 9-point hedonic scale, Just-About-Right (JAR) analysis, and penalty analysis, together with measurements of water activity (a_w) and color characteristics.

The results showed that substituting coconut milk with rice bran oil-based cereal milk had no significant effects on aroma, taste, texture, or overall liking ($P > 0.05$), whereas color liking was significantly affected ($P < 0.05$). The formulation containing 50% substitution achieved an overall liking score comparable to that of the control ($P > 0.05$) and exhibited the most desirable balance of aroma and flavor according to JAR analysis. In addition, this formulation showed the lowest penalty values, indicating the least negative impact of sensory attributes on consumer acceptance. Regarding the drying process, samples dried for 12 hours exhibited the lowest a_w , while receiving the highest scores for color, aroma, taste, overall liking, and JAR evaluation ($P < 0.05$). Increasing drying time significantly decreased lightness (L^*) and hue angle, whereas the overall color difference (ΔE) increased significantly compared with the undried control (0 h) ($P < 0.05$). Therefore, 50% substitution of coconut milk with rice bran oil-based cereal milk, combined with drying at 70°C for 12 hours, was identified as the optimum processing condition for producing ready-to-cook Panang curry cubes. This formulation maintained desirable sensory quality while offering the potential to develop a healthier ready-to-cook product with promising commercial applications.

Keywords: Panang curry, coconut milk substitution, rice bran oil-based cereal milk, drying, ready-to-cook food

บทนำ

อาหารไทยเป็นหนึ่งในอาหารที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในระดับนานาชาติ เนื่องจากมีเอกลักษณ์ด้านรสชาติและการใช้สมุนไพรและเครื่องเทศที่หลากหลายเป็นส่วนประกอบ โดยเฉพาะ “แกงพะเนียง” (Panang curry) ซึ่งเป็นอาหารไทยที่มีลักษณะเด่นด้านรสชาติกลมกล่อม มีกลิ่นหอมของสมุนไพรและเครื่องเทศ รวมถึงมีลักษณะเนื้อแกงที่มีความเข้มข้นและความมันจากกะทิและถั่วลิสงที่เป็นส่วนประกอบสำคัญ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นถั่ว (nutty flavor) และรสชาติที่นุ่มนวล อีกทั้งยังมีระดับความเผ็ดน้อยกว่าแกงเผ็ดไทยชนิดอื่น (ณัฐรินทร์ และคณะ, 2568) ส่วนประกอบสำคัญของพริกแกงพะเนียง ได้แก่ พริกแห้ง ตะไคร้ ข่า หอมแดง กระเทียม และเครื่องเทศต่างๆ ซึ่งล้วนเป็นวัตถุดิบที่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและให้กลิ่นรสอันเป็นเอกลักษณ์ของอาหารไทย โดยนอกจากคุณค่าด้านรสชาติและกลิ่นเฉพาะตัวแล้ว แกงพะเนียงยังมียุทธศาสตร์ด้านสุขภาพจากองค์ประกอบของสมุนไพรและเครื่องเทศ โดยมีรายงานว่าเครื่องแกงพะเนียงมีสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) และฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ที่สำคัญ ได้แก่ quercetin, kaempferol, luteolin และ apigenin ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบ อีกทั้งยังอาจช่วยลดความเสี่ยงของโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (non-communicable diseases; NCDs) เช่น โรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูง (Siripongvutikorn et al., 2024) นอกจากนี้ สมุนไพรที่เป็นองค์ประกอบของเครื่องแกง เช่น กระเทียมและข่า ยังมีรายงานฤทธิ์ต้านจุลชีพ ต้านเชื้อแบคทีเรีย และช่วยขับลม ซึ่งสะท้อนถึงศักยภาพของอาหารไทยในเชิงอาหารเพื่อสุขภาพและอาหารฟังก์ชัน (functional foods)

อย่างไรก็ตาม แม้ว่ากะทิจะมีประโยชน์จะเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยเสริมรสชาติ กลิ่นหอม และเนื้อสัมผัสของแกงพะเนียง แต่กะทิมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acids) สูงถึงประมาณร้อยละ 92 ของปริมาณไขมันทั้งหมด โดยมีกรด ลอริก (lauric acid) และกรดไมริสติก (myristic acid) เป็นองค์ประกอบหลัก (Teng et al., 2020) ซึ่งมีรายงานว่าส่งผลต่อการเพิ่มระดับคอเลสเตอรอลรวม (total cholesterol) และคอเลสเตอรอลชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDL-C) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ไขมันพืชชนิดไม่อิ่มตัว (Eyres et al., 2016) สอดคล้องกับคำแนะนำของสมาคมโรคหัวใจแห่งสหรัฐอเมริกา (American Heart Association; AHA) ที่แนะนำให้จำกัดการบริโภคไขมันอิ่มตัวเพื่อลดความเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งในช่วงหลายปีที่ผ่านมา มีการศึกษาการใช้วัตถุดิบจากพืชเพื่อทดแทนกะทิในอาหารพื้นถิ่นเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากสามารถลดปริมาณไขมันอิ่มตัวและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ได้ โดย Zulkifli et al. (2024) ศึกษาการทดแทนกะทิด้วยกะทิพาล์มในผลิตภัณฑ์ Nasi Dagang พบว่าการทดแทนบางส่วนช่วยลดปริมาณไขมัน เพิ่มอายุการเก็บรักษา และยังคงการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยสูตรที่ทดแทนร้อยละ 25 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด ขณะที่การทดแทนในระดับสูงเกินไปส่งผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัสและคุณภาพด้านประสาทสัมผัสลดลง แสดงให้เห็นว่าระดับการทดแทนแหล่งไขมันมีผลต่อความสมดุลของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค

กะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าว (rice bran-based milk) เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกที่ได้รับความนิยมเนื่องจากมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว วิตามินอี และสารแกมมา-ออริซานอล (γ -oryzanol) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด ลดระดับคอเลสเตอรอล และช่วยควบคุมน้ำหนัก (Sirajuddin et al., 2021) จึง

เหมาะสำหรับใช้พัฒนาอาหารเพื่อสุขภาพ นอกจากนี้ งานวิจัยของ อรรถ และคณะ (2569) พบว่า การใช้ไขมันธัญชาติจากข้าวโพด ถั่วเหลือง และถั่วลิสง ทดแทนกะทิเมะพร้าวในแกงพะแนงสามารถลดปริมาณไขมันได้มากกว่าร้อยละ 70 โดยใช้น้ำมันข้าวโพดที่ระดับการทดแทนร้อยละ 75 ยังคงได้รับคะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากสูตรกะทิ ซึ่งสะท้อนถึงศักยภาพของการใช้ผลิตภัณฑ์จากพืชทดแทนกะทิในอาหารไทย ทั้งนี้ ยังไม่พบรายงานการใช้กะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าวในผลิตภัณฑ์แกงพะแนง จึงเป็นประเด็นที่ควรศึกษาเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกเพื่อสุขภาพสำหรับผู้บริโภคยุคใหม่ ประกอบกับในปัจจุบันวิถีชีวิตของผู้บริโภคที่ต้องการความสะดวก รวดเร็ว และลดขั้นตอนในการประกอบอาหาร ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมปรุงได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์แกงพะแนงให้อยู่ในรูปแบบ “แกงพะแนงก้อนพร้อมปรุง” (ready-to-cook Panang curry cubes) จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับอาหารไทยและตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ โดยแนวคิดของผลิตภัณฑ์นี้ดัดแปรจากกระบวนการปรุงแกงพะแนงแบบดั้งเดิม และเพิ่มขั้นตอนการทำให้เกิดเจลและการขึ้นรูปเป็นก้อนด้วยคาร์ราจีแนน (carrageenan) ซึ่งเป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากมีคุณสมบัติในการสร้างเจล สามารถในการกักเก็บน้ำได้ดี ช่วยเพิ่มความคงตัวและช่วยในประสานอิมัลชันได้ (Sanprasert, et al., 2025) การทำผลิตภัณฑ์ให้เป็นก้อนจะสะดวกต่อการพกพา การจัดเก็บ และการใช้งาน โดยผู้บริโภคสามารถนำผลิตภัณฑ์ไปประกอบอาหารได้ง่ายเพียงเติมน้ำ เติมน้ำสต็อกหรือผักตามต้องการ และให้ความร้อนจนเดือดก็สามารถรับประทานได้ทันที

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 129/2546 น้ำพริกแกง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเครื่องเทศและสมุนไพรต่างๆ เช่น พริกสด พริกแห้ง หัวหอม กระเทียม ข่า ตะไคร้ ผิวมะกรูด บดผสมให้เข้ากัน อาจมีส่วนประกอบอื่น เช่น กะปิ น้ำตาล น้ำปลา เกลือ แล้วอาจผสมกับกะทิหรือน้ำมันบริโภคตามส่วนประกอบของน้ำพริกแกงแต่ละชนิด และอาจนำไปให้ความร้อนหรือไม่ก็ได้ นำไปประกอบอาหารได้ทันที และกำหนดให้ผู้ผลิตควบคุมสุขลักษณะการผลิต คุณภาพวัตถุดิบ และกระบวนการแปรรูปให้เหมาะสม รวมถึงควบคุมค่ากิจกรรมของน้ำ (a_w) และคุณภาพทางจุลชีววิทยา เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยและสามารถเก็บรักษาได้อย่างเหมาะสม ดังนั้น สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องแกงและเครื่องแกงพร้อมปรุง การลดปริมาณความชื้นและ a_w เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตาม การให้ความร้อนเป็นเวลานานอาจส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์ (non-enzymatic browning) การสูญเสียสารให้สีธรรมชาติ และการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นรส (Lee and Shin, 2023) นอกจากนี้ นงลักษณ์ และคณะ (2561) รายงานว่า การอบแห้งผลิตภัณฑ์พริกแกงเขียวหวาน พริกแกงเผ็ด และพริกแกงส้มที่อุณหภูมิประมาณ 65–70°C สามารถลดความชื้นและค่า a_w ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม พร้อมทั้งยังคงคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ได้ จึงเป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องแกงพะแนงก้อนในการทดลองนี้

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนกะทิเมะพร้าวด้วยกะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าวในระดับต่างๆ ต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม และเพื่อศึกษาผลของระยะเวลาในการอบแห้งต่อค่ากิจกรรมของน้ำ คุณภาพด้านสี และการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ของผลิตภัณฑ์แกงพะแนงก่อนพร้อมปรุง เพื่อกำหนดสภาวะการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์

อุปกรณ์และวิธีการ

1) วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ได้แก่ พริกแห้งเม็ดใหญ่ พริกแห้งเม็ดเล็ก รากผักชี ข่า ตะไคร้ ผิวมะกรูด ลูกผักชี ลูกยี่หระ กระเทียมไทย หอมแดง ถั่วลิสง (ซื้อจากตลาดท้องถิ่น) เกลือหิมาลายัน (ตรามือที่ 1) กะปิ (ตรากุ้งไทย) กะทิ มะพร้าว (ตราพร้าวหอม) กะทิธัญพืช (ตราเทสตีฟิต) น้ำปลา (ตราเมกาเซฟ) น้ำตาลมะพร้าว (ตราขวัญเมือง) และ คาร์ราจีแนน (กรุงเทพเคมี)

2) การทำแกงพะแนงก่อนพร้อมปรุง

ส่วนผสมสำหรับเครื่องแกงพะแนงเป็นดัง Table 1 และมีขั้นตอนการทำแกงพะแนงก่อนพร้อมปรุงโดยการตัดแปรรูปจากการทำพะแนงปกติ และเพิ่มขึ้นขั้นตอนของการทำให้เกิดเจลและขึ้นรูปเป็นก้อนด้วยคาร์ราจีแนนดัง Figure 1 โดยมีรายละเอียดดังนี้ เริ่มจากการทำเครื่องแกงโดยคัดเลือกและเตรียมวัตถุดิบต่างๆ ทำการล้างและหั่นซอยให้มีชิ้นเล็กๆ จากนั้นนำไปคั่วในเครื่องบดสมุนไพร (บริษัทสปริงกรีนอีโวลูชั่น, รุ่น PG-ECO) จนได้เครื่องแกงที่มีเนื้อเนียนละเอียด จากนั้นนำเครื่องแกงพะแนง 60 กรัม มาผัดเบาๆ กับกะทิ 100 กรัม (ควบคุมอุณหภูมิประมาณ 60–70 องศาเซลเซียส) จากนั้นเพิ่มปริมาณกะทิอีก 150 กรัม และเพิ่มความร้อนให้สูงขึ้น (70–80 องศาเซลเซียส) แล้วใส่เครื่องปรุงรสที่ประกอบไปด้วย น้ำปลา 22 กรัม น้ำตาลมะพร้าว 30 กรัม ต้มต่อจนเดือดอ่อนๆ จากนั้นทำการเติมคาร์ราจีแนน 1.5 กรัม (ประมาณร้อยละ 0.4 ของส่วนผสมทั้งหมด) เพื่อช่วยในการขึ้นรูปและเพิ่มความสามารถในการคงตัวของผลิตภัณฑ์ก่อนนำไปอบแห้งในขั้นตอนต่อไป เทส่วนผสม 75 กรัม ลงในแม่พิมพ์ขนาด 5x5 เซนติเมตร ทิ้งให้เย็นตัวเพื่อเซตตัวเป็นก้อนโดยแช่ตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) แยกออกจากพิมพ์

3) การศึกษาผลของการแทนที่กะทิมะพร้าวด้วยกะทิธัญพืช

ศึกษาผลของการแทนที่กะทิมะพร้าวด้วยกะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าว โดยทำพะแนงก่อนพร้อมปรุงตามวิธีในข้อ 2 และแปรปริมาณการทดแทนกะทิมะพร้าวด้วยกะทิธัญพืชเป็นร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) 50 และ 100 และนำแกงพะแนงก่อนพร้อมปรุงไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 24 คน ทั้งนี้ก่อนการทดสอบจะนำก้อนพะแนงพร้อมปรุงจำนวน 3 ก้อน (น้ำหนักรวม 225 กรัม) มาเติมน้ำเปล่า 225 กรัม และนำไปต้มให้เดือด 3 นาที เติมน้ำเกลือ 200 กรัม ต้มต่ออีก 6–7 นาที จนเนื้อไก่สุก เสิร์ฟพร้อมข้าวสวยร้อน

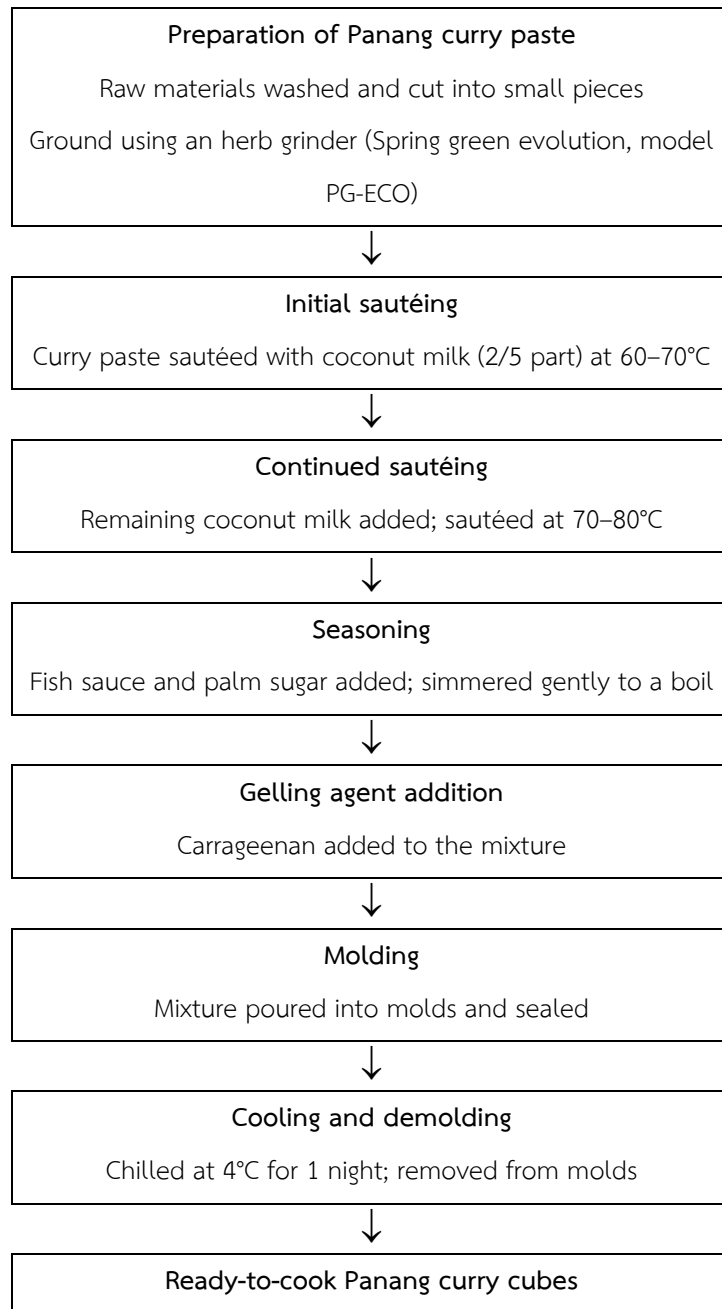


Figure 1 Production process of ready-to-cook Panang curry cubes

Table 1 Ingredients and percentage composition of Panang curry paste formulation

Ingredient	Percentage (%)
Dried large chili	9.01
Dried small chili	2.25
Coriander root	4.50
Sliced galangal	6.76
Sliced lemongrass	22.52
Kaffir lime peel	2.25
Salt	1.35
Cumin seeds	2.70
Coriander seeds	1.35
Garlic	9.01
Shallot	22.52
Roasted peanuts	11.26
Shrimp paste	4.50
Total	100.00

Source: Modified from AroiFin. (n.d.). Panang curry with pork.

4) การศึกษาผลของเวลาการอบแห้งต่อคุณภาพของแกงพะแนงก้อนพร้อมปรุง

ศึกษาผลของเวลาการอบแห้งต่อคุณภาพของแกงพะแนงก้อนพร้อมปรุง โดยนำแกงพะแนงก้อนมาทำการอบที่เวลา 0 (ไม่อบ) 9 และ 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่อง Tray dryer (กลัวยน้ำไทเตาอบ) และทดสอบคุณภาพของพะแนงก้อนพร้อมปรุง ได้แก่ ค่าสี a_w และคำนวณ %Yield รวมถึงการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนที่ชอบรับประทานแกงพะแนง จำนวน 10 คน ซึ่งจะนำพะแนงก้อนที่ไม่อบแห้ง อบแห้ง 9 และ 12 ชั่วโมง จำนวน 2 ก้อน (น้ำหนักรวม 150, 86 และ 84 กรัม ตามลำดับ) มาเติมน้ำเปล่า 150 กรัม (เพื่อคืนรูป โดยคงอัตราส่วนของน้ำหนักสูตรควบคุม (ไม่อบแห้ง) ต่อน้ำหนักน้ำเป็น 1:1) และนำไปต้มให้เดือด 3 นาที เติมน้ำเกลือ 125 กรัม ต้มต่ออีก 5–6 นาที จนเนื้อไก่สุก เสิร์ฟพร้อมข้าวสวยร้อน เช่นเดียวกับข้อ 3

5) การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

วัดค่าสีของพะแนงก้อนพร้อมปรุง ทั้งแบบก้อนก่อนการปรุงสุก (วัดค่าสีภายนอก) และหลังการปรุงสุก (นำพะแนงก้อน 2 ก้อน เติมน้ำเปล่า 150 กรัม ต้มให้เดือด 3 นาที) โดยใช้เครื่อง Hunter Lab รุ่น Miniscan

EZ รายงานผลเป็นค่า L^* a^* b^* และคำนวณค่า Chroma ค่า Hue และค่า ΔE โดย L^* คือ ความสว่าง a^* คือ ค่าสีแดง/สีเขียว (+ = สีแดง, - = สีเขียว) b^* คือ สีเหลือง/สีน้ำเงิน (+ = สีเหลือง, - = สีน้ำเงิน) ค่า Chroma = $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ ค่า Hue = $\tan^{-1} \times (b^*/a^*)$ และค่า $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$

วัดค่า A_w ของพะแนงก่อนด้วยเครื่อง Water activity meter (AquaLab LITE)

6) การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบทางประสาทสัมผัสของพะแนงด้วยวิธีทดสอบความชอบ 9 ระดับ (9 - point hedonic scale) ในด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นของพะแนง เนื้อสัมผัสของพะแนง และความชอบโดยรวม (1 = ไม่ชอบมากที่สุด 5 = เฉยๆ และ 9 = ชอบมากที่สุด) และการวัดความพอดี (Just about right scale, JAR) โดยใช้สเกลระดับ 5 (5 - point hedonic scale) ในด้านความเค็ม ความข้นหนืดของเครื่องแกง และกลิ่นของเครื่องแกง วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความชอบโดยรวม กับความพอดีของผลิตภัณฑ์ โดยการวิเคราะห์ Penalty analysis ผ่านการคำนวณค่า Mean drop และ Total penalty

7) การวิเคราะห์ทางสถิติ

สำหรับการประเมินทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ RCBD (Randomized Completely Block Design) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพใช้การวางแผนและวิเคราะห์ข้อมูล ทางสถิติแบบ CRD (Completely Randomized Design) และ Independent sample t-test ทำการทดลองอย่างน้อย 3 ซ้ำ และวิเคราะห์ค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการศึกษาผลของการแทนที่กะทิมะพร้าวด้วยกะทิธัญพืช

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แกงพะแนงก่อนพร้อมปรุงที่ทดแทนกะทิมะพร้าวด้วยกะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าวในระดับร้อยละ 0, 50 และ 100 แสดงดัง Table 2 จากผลการทดสอบพบว่า ระดับการทดแทนกะทิมะพร้าวด้วยกะทิธัญพืชไม่มีผลต่อคุณลักษณะด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่คุณลักษณะด้านสีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยสูตรควบคุม (ทดแทนร้อยละ 0) ได้รับคะแนนความชอบด้านสีสูงที่สุด (6.96 ± 1.37) ขณะที่สูตรที่ทดแทนกะทิมะพร้าวด้วยกะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าวร้อยละ 100 ได้คะแนนต่ำที่สุด (6.33 ± 1.40) ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากกะทิมะพร้าวมีปริมาณไขมันสูง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะสีที่อ่อนและมีความครีมมีมากกว่า ในขณะที่กะทิธัญพืชอาจทำให้สีของผลิตภัณฑ์มีความเข้มและความขุ่นแตกต่างจากสูตรควบคุม จึงส่งผลต่อการยอมรับด้านสีของผู้บริโภค สอดคล้องกับการศึกษาของ อรรถ และคณะ (2569) ซึ่งรายงานว่า การทดแทนกะทิมะพร้าวด้วยนมจากพืช ได้แก่ น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันถั่วลิสง ในระดับร้อยละ 25-100 ส่งผลต่อค่าสี L^* , a^* และ b^* รวมถึงคะแนนความชอบด้านสีของผลิตภัณฑ์แกงพะแนงอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจาก

องค์ประกอบและสีตามธรรมชาติของนมจากพืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน นอกจากนี้ Zulkifli et al. (2024) ยังรายงานว่ากรดแทนนิกและโพลีฟีนอลในผลิตภัณฑ์ Nasi Dagang ส่งผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์เช่นกัน เนื่องจากความแตกต่างของสีระหว่างกะทิและกะทิน้ำมันปาล์ม รวมถึงการมีสารให้สีตามธรรมชาติในกลุ่มแคโรทีนอยด์ (carotene pigments)

การไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม แสดงให้เห็นว่ากะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าวสามารถใช้ทดแทนกะทิและพรวัวได้โดยไม่ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค อาจเนื่องจากกลิ่นรสที่โดดเด่นของสมุนไพรและเครื่องเทศในเครื่องแกงไทยช่วยลดการรับรู้ความแตกต่างของแหล่งไขมัน (Siripongvutikorn et al., 2024) ขณะที่คาร์ราจินช่วยเพิ่มความคงตัวและคงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ให้ใกล้เคียงกันในทุกสูตร (Sanprasert et al., 2025)

Table 2 Sensory evaluation scores of Panang curry cubes formulated with varying levels of coconut milk substitution

Sensory Attributes	Control (0%)	50% Substitution	100% Substitution
Color	6.96±1.37 ^a	6.54±1.38 ^{ab}	6.33±1.40 ^b
Odor	6.54±1.38 ^{ns}	6.83±1.01 ^{ns}	6.37±1.61 ^{ns}
Taste	6.79±1.28 ^{ns}	6.96±1.00 ^{ns}	6.38±1.27 ^{ns}
Texture	6.38±1.24 ^{ns}	6.33±1.27 ^{ns}	6.08±1.35 ^{ns}
Overall Liking	6.83±1.12 ^{ns}	6.69±1.52 ^{ns}	6.29±1.23 ^{ns}

Note: Values are expressed as mean ± standard deviation (n=24).
^{a,b} Different superscript letters within the same row indicate significant differences (P<0.05).
^{ns} = no significant difference (P>0.05).

เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส (Table 2) พบว่าแกงพะแนงก้อนพร้อมปรุงสูตรที่ทดแทนกะทิและพรวัวด้วยกะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าวร้อยละ 50 มีคะแนนความชอบในทุกด้านไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม แสดงให้เห็นว่าสามารถทดแทนกะทิและพรวัวบางส่วนได้โดยยังคงการยอมรับของผู้บริโภคไว้ในระดับที่เหมาะสม ดังนั้น สูตรดังกล่าวจึงเหมาะสมสำหรับนำไปพัฒนาต่อ เนื่องจากสามารถคงลักษณะทางประสาทสัมผัสของแกงพะแนงไว้ได้ใกล้เคียงสูตรดั้งเดิม พร้อมทั้งช่วยลดปริมาณกะทิและพรวัวในสูตรลงได้ถึงร้อยละ 50

จากการประเมินความพอดี (JAR) ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร ในด้านความเค็ม ความข้นหนืดของเครื่องแกง และกลิ่นของเครื่องแกง (Figure 2) พบว่าสูตรที่ทดแทนกะทิและพรวัวด้วยกะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าวร้อยละ 50 มีแนวโน้มได้รับการยอมรับมากที่สุด โดยเฉพาะด้านกลิ่นของเครื่องแกง ซึ่งมีผู้ประเมินให้คะแนนระดับ “พอดี” สูงถึงร้อยละ 66.7 แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความสมดุลของกลิ่นและรสชาติที่เหมาะสม ขณะที่สูตรควบคุมมีค่า net score (too strong – too weak) เป็นบวกในหลายคุณลักษณะ สะท้อนว่าผู้บริโภครับรู้ถึงความเข้มข้น

ของกะทิและเครื่องแกงในระดับสูงเกินความพอดี ในทางตรงกันข้าม สูตรที่ทดแทนด้วยกะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าวร้อยละ 100 มีค่า net score ตีลบในด้านกลิ่นของเครื่องแกง แสดงว่าผู้บริโภครับรู้ว่ากลิ่นเครื่องแกงอ่อนเกินไป

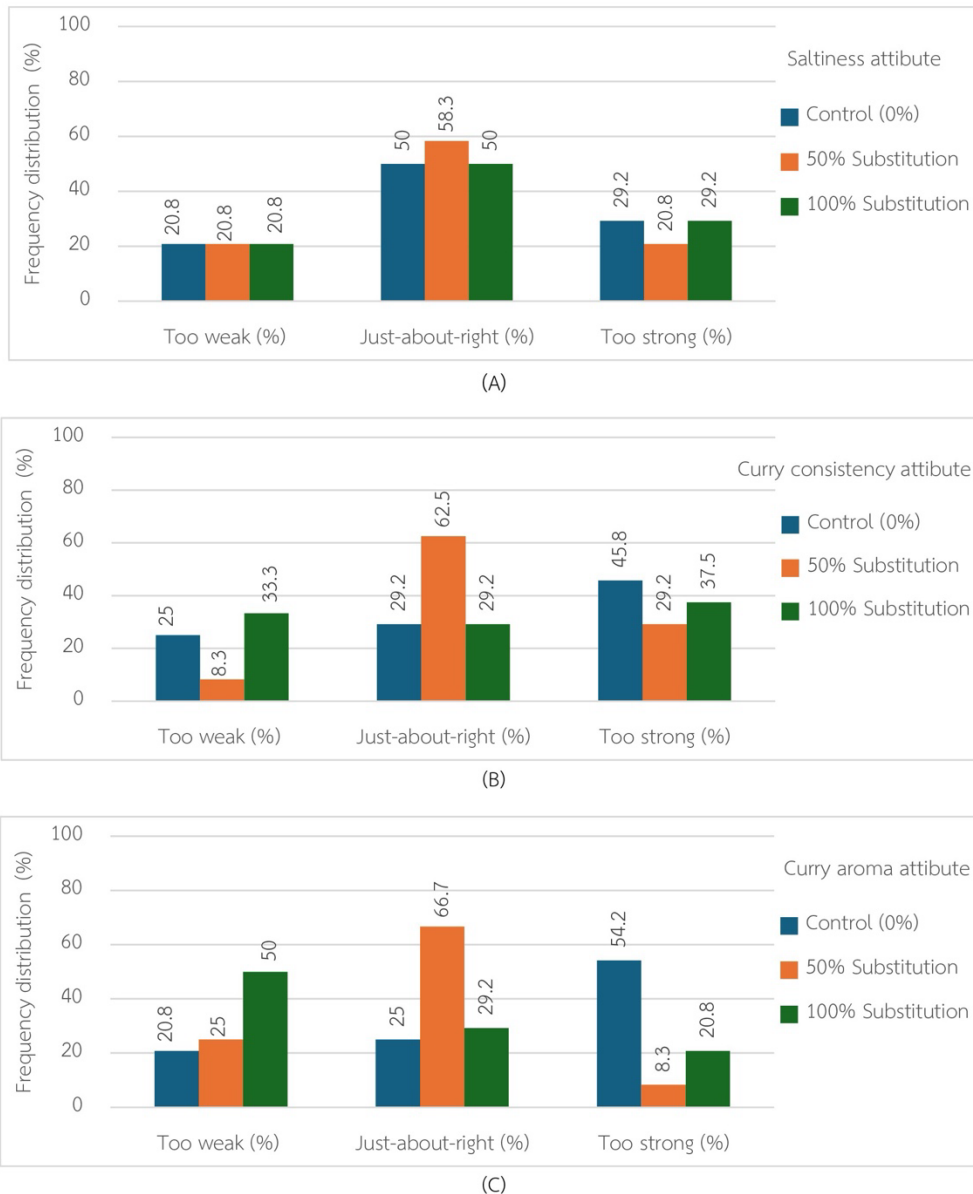


Figure 2 Percentage distribution of Just-About-Right (JAR) responses for (A) saltiness, (B) curry consistency, and (C) curry aroma of Panang curry cubes prepared with different levels of coconut milk substitution by cereal-based milk

Table 3 Penalty analysis of ready-to-cook Panang curry cubes substituted with cereal-based milk

Formula	Attribute	Category	Overall liking mean	JAR mean	Mean drop	Total penalty
0% substitution	Saltiness	Too weak	5.80	7.58	1.78	0.372
		Too strong	6.29	7.58	1.30	0.378
	Curry consistency	Too weak	5.83	8.00	2.17	0.542
		Too strong	6.73	8.00	1.27	0.583
	Curry aroma	Too weak	5.80	8.17	2.37	0.493
		Too strong	6.62	8.17	1.55	0.840
50% substitution	Saltiness	Too weak	5.25	6.80	1.55	0.258
		Too strong	6.10	6.80	0.70	0.146
	Curry consistency	Too weak	5.00	7.54	2.54	0.212
		Too strong	5.79	7.54	1.75	0.511
	Curry aroma	Too weak	5.50	7.09	1.59	0.398
		Too strong	7.00	7.09	0.09	0.008
100% substitution	Saltiness	Too weak	4.60	7.50	2.90	0.604
		Too strong	5.43	7.50	2.07	0.604
	Curry consistency	Too weak	4.75	8.33	3.58	1.194
		Too strong	6.30	8.33	2.03	0.847
	Curry aroma	Too weak	5.67	8.14	2.48	1.238
		Too strong	5.20	8.14	2.94	0.613

Note: Mean drop = JAR mean – overall liking mean of non-JAR group.

Total penalty = (% consumer frequency × mean drop)/100.

ในทางตรงกันข้าม สูตรทดแทนกะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าวร้อยละ 50 มีค่า total penalty โดยรวมต่ำกว่าสูตรอื่น แสดงถึงความสมดุลของกลิ่นและความข้นหนืดที่ใกล้เคียงกับความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด ขณะที่สูตรควบคุม (ทดแทนร้อยละ 0) มีค่า total penalty ค่อนข้างสูงในด้านกลิ่นเครื่องแกงและความข้นหนืดสะท้อนว่าผู้บริโภคบางส่วนรับรู้ว่ามีกลิ่นที่มีความเข้มข้นและกลิ่นเครื่องแกงมากเกินไป ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับการประเมินแบบ 9-point hedonic scale และ JAR ที่พบว่าสูตรทดแทนกะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าวร้อยละ 50 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงและไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม อาจเนื่องมาจากการใช้กะทิธัญพืชบางส่วนช่วยลดความมันของกะทิมะพร้าวและเพิ่มความสมดุลของกลิ่นรส ในขณะที่การทดแทนทั้งหมดอาจลดลักษณะความมันและกลิ่นเฉพาะของกะทิมะพร้าว ดังนั้น การทดแทนกะทิมะพร้าวด้วยกะทิ

ัญชีพิจจากน้ำมันรำข้าวร้อยละ 50 จึงเป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากสามารถรักษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและลดผลกระทบต่อความชอบโดยรวมของผู้บริโภคได้ดีที่สุด

ผลการศึกษาผลของเวลาการอบแห้งต่อคุณภาพของแกงพะแนงก้อนพร้อมปรุง

แกงพะแนงก้อนพร้อมปรุงเมื่อผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 0 (control), 9 และ 12 ชั่วโมง มีลักษณะเป็นดัง Figure 3 และมีค่า a_w เท่ากับ 0.95 ± 0.01 , 0.92 ± 0.01 และ 0.88 ± 0.33 ตามลำดับ แสดงว่าการอบแห้งส่งผลให้ปริมาณน้ำอิสระลดลง ทำให้อายุการเก็บยาวนานขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม เมื่ออบนานถึง 12 ชั่วโมง ค่า a_w ยังคงสูงกว่า 0.8 ซึ่งจัดเป็นอาหารที่เสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้ง่าย ดังนั้นกระบวนการเก็บรักษาจึงต้องใช้ความเย็นร่วมด้วย เพื่อชะลอการเจริญของจุลินทรีย์



(A)

(B)

(C)

Figure 3 Appearance of ready-to-cook Panang curry cubes subjected to different drying times: (A) 0 hours (Control), (B) 9 hours, and (C) 12 hours

พะแนงก้อนพร้อมปรุงเมื่อผ่านการอบแห้ง น้ำหนักจะหายไปจากเริ่มต้น โดยสูตรที่อบแห้ง 9 ชั่วโมงมีค่า %Yield เท่ากับร้อยละ 58.88 และลดลงเล็กน้อยเป็นร้อยละ 57.64 เมื่ออบแห้งนาน 12 ชั่วโมง เนื่องจากการสูญเสียในผลิตภัณฑ์ผ่านกระบวนการอบแห้ง และเมื่อนำมาคั้นรูปด้วยน้ำและปรุงสุกด้วยความร้อนจะมีลักษณะดัง Figure 4

ผลการทดสอบค่าสีของพะแนงก้อนพร้อมปรุงทั้งก่อนและหลังการปรุงสุก แสดงดัง Table 4 พบว่า เมื่อระยะเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้น ค่าความสว่าง (L^*) และค่า Hue angle ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ทั้งก่อนและหลังการปรุงสุก แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้นและเปลี่ยนโทนสีจาก yellow-orange ไปเป็น brownish-orange ซึ่งอาจเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์ (non-enzymatic browning) ได้แก่ Maillard reaction และ caramelization ระหว่างการอบแห้ง สอดคล้องกับ Lee and Shin (2023) ที่พบว่า การให้ความร้อนกับผลิตภัณฑ์หมูสแกนไก่ (chicken curry mousse) ด้วยกระบวนการฆ่าเชื้อแบบรีทอร์ต (retort sterilization) ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าค่าความสว่าง (L^*) ลดลงและค่าความเป็นสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีสาเหตุหลักมาจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction)

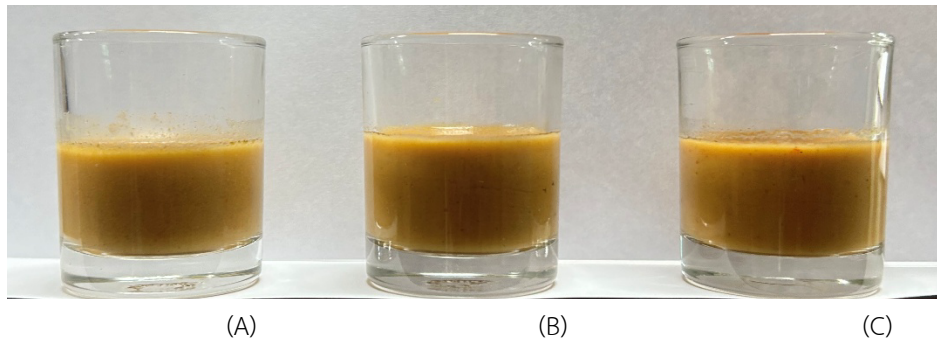


Figure 4 Visual comparison of rehydrate and cooked Panang curry cubes subjected to different drying times: (A) 0 hours (Control), (B) 9 hours, and (C) 12 hours

Table 4 Color characteristics of Panang curry cubes before and after cooking at different drying times

Sample	Color	0 hrs (Control)	9 hrs	12 hrs
Before cooking	L*	63.17±0.54 ^a	39.15±1.29 ^b	35.94±0.48 ^c
	a*	17.49±0.36 ^{ns}	18.88±1.05 ^{ns}	17.48±0.78 ^{ns}
	b*	34.08±1.36 ^a	30.55±3.51 ^a	25.16±1.58 ^b
	Chroma (C*)	38.31±1.37 ^a	35.92±3.53 ^a	30.64±1.70 ^b
	Hue angle (h°)	62.81±0.47 ^a	58.18±1.51 ^b	55.18±0.87 ^c
	ΔE	0	24.08±1.46 ^b	27.61±0.37 ^a
After cooking	L*	53.88±1.47 ^a	46.57±0.22 ^b	41.54±0.33 ^c
	a*	14.12±0.14 ^c	14.91±0.07 ^b	16.40±0.03 ^a
	b*	35.33±0.22 ^b	33.63±0.36 ^c	35.96±0.09 ^a
	Chroma (C*)	38.05±0.15 ^b	36.79±0.36 ^c	39.52±0.08 ^a
	Hue angle (h°)	68.22±0.33 ^a	66.08±0.17 ^b	65.48±0.07 ^c
	ΔE	0	7.56±0.14 ^b	12.57±0.33 ^a

Note: Values are expressed as mean ± standard deviation (n=3).

^{a,b} Different superscript letters within the same row indicate significant differences (P<0.05).

^{ns} = no significant difference (P>0.05).

ก่อนการปรุงสุก ค่า b* และ Chroma มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาในการอบ (P<0.05) โดยสูตรอบแห้ง 12 ชั่วโมงมีค่าต่ำที่สุด สะท้อนถึงการลดลงของความสดและความเป็นสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจเกิด

จากการเสื่อมสลายของรงควัตถุธรรมชาติจากพริกและเครื่องเทศเมื่อได้รับความร้อนเป็นเวลานาน อย่างไรก็ตาม หลังการคั้นรูปและปรุงสุก สูตรอบแห้ง 12 ชั่วโมงกลับมีค่า b^* และ Chroma สูงที่สุด ($P < 0.05$) แสดงว่าการเติมน้ำและการให้ความร้อนระหว่างการปรุงสุกช่วยให้สีเหลืองของผลิตภัณฑ์กลับมาปรากฏเด่นชัดขึ้น ขณะที่ค่า a^* หลังการปรุงสุกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการอบแห้ง โดยสูตรที่อบแห้ง 12 ชั่วโมงมีค่าสูงที่สุด สะท้อนการเพิ่มขึ้นของโทนสีแดง-น้ำตาลจากการเข้มข้นของสารสีจากพริกและการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลระหว่างกระบวนการอบแห้ง

นอกจากนี้การวิเคราะห์ค่า ΔE ที่วัดความแตกต่างระหว่างค่าสีของตัวอย่างเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (ไม่อบแห้ง) พบว่า ค่า ΔE ทั้งก่อนและหลังการปรุงสุกเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการอบแห้ง โดยสูตรที่อบแห้ง 12 ชั่วโมงมีค่า ΔE สูงที่สุด แสดงว่าการอบแห้งส่งผลต่อความแตกต่างของสีจากสูตรควบคุมอย่างชัดเจนและสามารถสังเกตได้ด้วยสายตา (Table 5) อย่างไรก็ตาม หลังการปรุงสุกค่า ΔE มีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับก่อนปรุงสุก ซึ่งอาจเกิดจากการคั้นรูปด้วยน้ำที่ช่วยลดความเข้มข้นของสีและทำให้ลักษณะสีของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกับแกงพะแนงทั่วไปมากขึ้น อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าเมื่อเวลาการอบแห้งนานขึ้น สีของผลิตภัณฑ์จะคล้ำขึ้น แต่ผู้บริโภคกลับชอบสีของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแห้งมากกว่า สีของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการอบแห้ง (Table 5)

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แกงพะแนงก่อนพร้อมปรุงที่ผ่านระยะเวลาการอบแห้งแตกต่างกัน แสดงดัง Table 5 พบว่าระยะเวลาในการอบแห้งส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่คะแนนด้านเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแห้งเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ได้รับคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงที่สุด ($P < 0.05$) รองลงมาคือสูตรที่อบแห้ง 9 ชั่วโมง ในขณะที่สูตรที่ไม่ผ่านการอบแห้งได้รับคะแนนต่ำที่สุดในทุกคุณลักษณะ ทั้งนี้อาจเนื่องจากการอบแห้งช่วยลดปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ ส่งผลให้สารต่างๆ ในเครื่องแกงมีความเข้มข้นมากขึ้น รวมถึงการให้ความร้อนช่วยเร่งให้สารให้กลิ่นรสจากสมุนไพรและเครื่องเทศ มีการพัฒนากลิ่นรสที่เป็นเอกลักษณ์ ซึ่งแม้ความร้อนจะทำให้สารบางอย่างลดลง แต่ในทางกลับกัน ความร้อนก็สามารถสร้างสารที่ให้กลิ่นรส (aroma compounds) ที่หลากหลายขึ้นมาใหม่ ช่วยให้ผลิตภัณฑ์เครื่องแกงมีกลิ่นรสที่เฉพาะตัว (unique flavor) ได้ (Lee and Shin, 2023)

ดังนั้น จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสสามารถสรุปได้ว่าการอบแห้งผลิตภัณฑ์แกงพะแนงก่อนพร้อมปรุงที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด และสามารถคงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ผู้บริโภคยอมรับได้ในระดับดี เหมาะสำหรับการนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับการประเมินด้วย JAR (Figure 5) ที่พบว่า พะแนงก่อนพร้อมปรุงที่อบแห้ง 12 ชั่วโมง มีคะแนนประเมินระดับ “พอดี” สูงเกินกว่าร้อยละ 80 ในทุกๆ ด้าน และสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างชัดเจน

Table 5 Sensory evaluation scores of Panang curry cubes subjected to different drying durations

Sensory Attributes	0 hrs (Control)	9 hrs	12 hrs
Color	6.20±0.92 ^b	7.70±0.48 ^a	8.00±0.67 ^a
Odor	6.70±0.95 ^b	7.60±0.84 ^a	7.90±0.32 ^a
Taste	6.70±1.06 ^b	7.20±1.03 ^b	8.00±0.82 ^a
Texture	6.70±1.16 ^{ns}	7.50±0.97 ^{ns}	6.80±1.32 ^{ns}
Overall Liking	6.30±1.16 ^b	7.70±1.06 ^a	8.10±0.88 ^a

Note: Values are expressed as mean ± standard deviation (n=10).

^{a,b} Different superscript letters within the same row indicate significant differences (P<0.05).

^{ns} = no significant difference (P>0.05).

ผลการวิเคราะห์ Penalty analysis ของแกงพะแนงก้อนพร้อมปรุงที่ผ่านระยะเวลาอบแห้งแตกต่างกัน แสดงดัง Table 6 พบว่า ผลลัพธ์ที่อบแห้งเป็นเวลา 12 ชั่วโมง มีค่า mean drop และ total penalty เท่ากับ 0 ในทุกคุณลักษณะ ได้แก่ ความเค็ม (saltiness) ความข้นหนืดของเครื่องแกง (curry consistency) และกลิ่นของเครื่องแกง (curry aroma) แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภครับรู้คุณลักษณะต่างๆ อยู่ในระดับที่เหมาะสม (Just-About-Right; JAR) และไม่ส่งผลต่อการลดลงของคะแนนความชอบโดยรวม ในขณะที่ผลลัพธ์ที่อบแห้ง 9 ชั่วโมง พบค่า total penalty สูงที่สุดในด้านความข้นหนืดของเครื่องแกงในกลุ่มผู้บริโภคที่รับรู้ว่ามีผลผลิตที่มีความเข้มข้นมากเกินไป (too strong) โดยมีค่าเท่ากับ 0.350 รองลงมาคือด้านกลิ่นของเครื่องแกงในกลุ่ม too weak และ too strong ซึ่งมีค่า total penalty เท่ากับ 0.260 และ 0.240 ตามลำดับ สะท้อนว่าผู้บริโภคบางส่วนยังรับรู้ถึงความไม่สมดุลปานกลางด้านความข้นหนืดและกลิ่นเครื่องแกงในผลลัพธ์ที่อบ 9 ชั่วโมง

สำหรับสูตรควบคุมที่ไม่ผ่านการอบแห้ง (0 ชั่วโมง) พบว่า total penalty อยู่ในระดับต่ำ โดยพบเฉพาะด้านกลิ่นของเครื่องแกงในกลุ่ม too weak และด้านความข้นหนืดของเครื่องแกงในกลุ่ม too weak ซึ่งมีค่า total penalty เท่ากับ 0.175 และ 0.080 ตามลำดับ แสดงว่าผู้บริโภคบางส่วนรับรู้กลิ่นและความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์ยังไม่เด่นชัดเพียงพอ

เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale พบว่าผลลัพธ์ที่อบแห้ง 12 ชั่วโมง ได้รับคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงที่สุด และไม่พบค่า total penalty ในคุณลักษณะที่ประเมิน สะท้อนว่าระยะเวลาอบแห้งดังกล่าวสามารถช่วยรักษาสมาดุลของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการลดปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์อย่างเพียงพอ ส่งผลให้โครงสร้างของพะแนงก้อนมีความคงตัว และช่วยคงกลิ่นรสของเครื่องเทศและสมุนไพรไว้ได้ดี ในขณะที่การอบแห้งระยะเวลายาวนานกว่าอาจทำให้ผลิตภัณฑ์ยังคงมีความชื้นสูง ส่งผลต่อความเข้มข้นและความเด่นชัดของกลิ่นเครื่องแกงในระดับปานกลาง

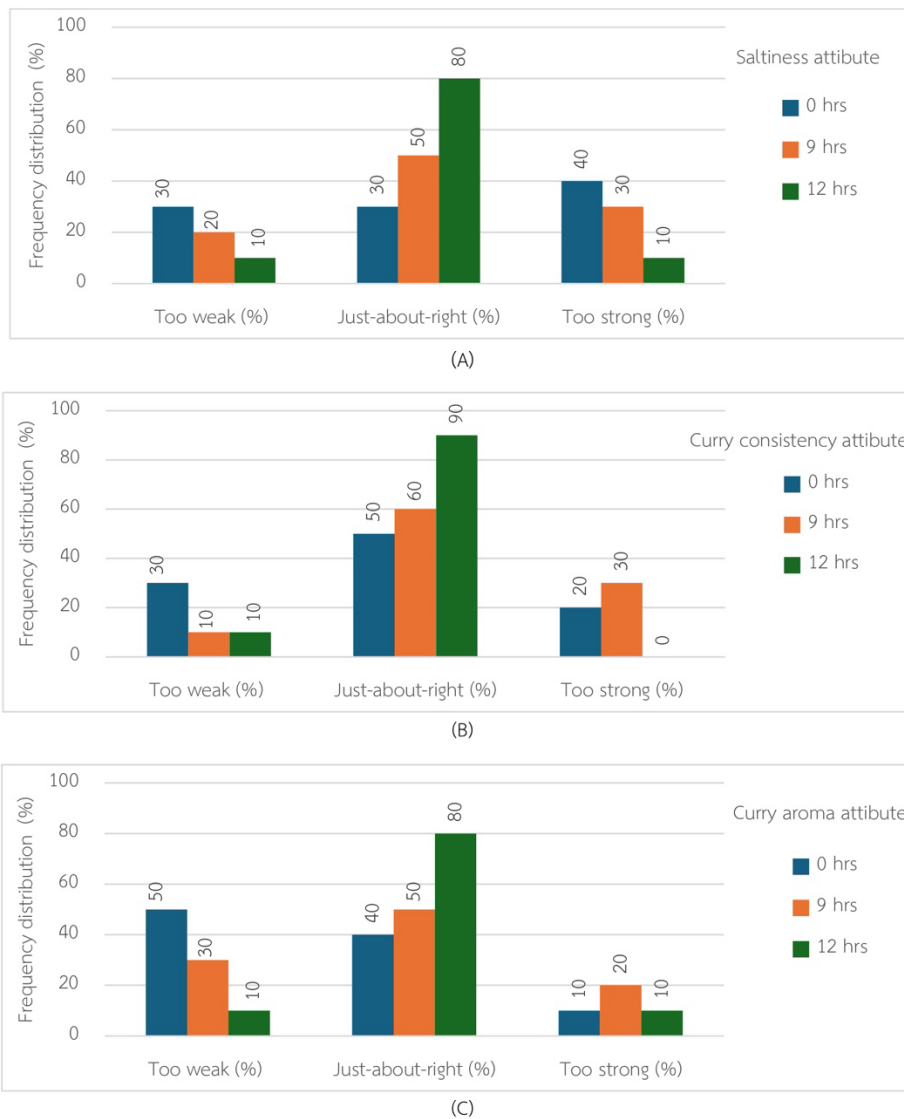


Figure 5 Percentage distribution of Just-About-Right (JAR) responses for (A) saltiness, (B) curry consistency, and (C) curry aroma of Panang curry cubes subjected to different drying times

ดังนั้น ผลการวิเคราะห์ Penalty analysis สนับสนุนว่าการอบแห้งพะแนงก่อนพร้อมปรุงเป็นเวลา 12 ชั่วโมง เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสมดุลของความเค็ม ความข้นหนืด และกลิ่นของเครื่องแกงใกล้เคียงกับระดับที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุด และไม่ส่งผลต่อการลดลงของคะแนนความชอบโดยรวม การอบแห้งพะแนงก่อนพร้อมปรุงเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จึงเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด

Table 6 Penalty analysis of ready-to-cook Panang curry cubes subjected to different drying times

Drying time	Attribute	Category	Overall liking mean	JAR mean	Mean drop	Total penalty
0 hrs (Control)	Saltiness	Too weak	6.67	6.67	0	0
		Too strong	6.75	6.67	0	0
	Curry consistency	Too weak	6.33	6.60	0.27	0.080
		Too strong	7.50	6.60	0	0
	Curry aroma	Too weak	6.40	6.75	0.35	0.175
		Too strong	8.00	6.75	0	0
9 hrs	Saltiness	Too weak	7.50	7.20	0	0
		Too strong	8.67	7.20	0	0
	Curry consistency	Too weak	7.00	8.17	1.17	0.117
		Too strong	7.00	8.17	1.17	0.350
	Curry aroma	Too weak	7.33	8.20	0.87	0.260
		Too strong	7.00	8.20	1.20	0.240
12 hrs	Saltiness	Too weak	8.00	8.00	0	0
		Too strong	9.00	8.00	0	0
	Curry consistency	Too weak	9.00	8.00	0	0
		Too strong	8.00	8.00	0	0
	Curry aroma	Too weak	9.00	8.00	0	0
		Too strong	8.00	8.00	0	0

Note: Mean drop = JAR mean – mean overall liking of non-JAR group.

Negative mean drop values were adjusted to zero before total penalty calculation.

Total penalty = (% consumers × mean drop)/100.

บทสรุป

การพัฒนาแกงพะแนงก้อนพร้อมปรุงจากการทดแทนกะทิมะพร้าวด้วยกะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าว พบว่าสูตรที่ทดแทนกะทิมะพร้าวด้วยกะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าวร้อยละ 50 ได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับสูตรควบคุม และมีความเหมาะสมด้านกลิ่นและรสชาติจากการประเมินแบบ JAR แสดงให้เห็นว่ากะทิธัญพืชจากน้ำมันรำข้าวสามารถใช้ทดแทนกะทิมะพร้าวบางส่วนได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อกรยอมรับของผู้บริโภค สำหรับการศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งนั้น พบว่าการอบแห้งเป็นเวลา 12 ชั่วโมงให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ดีที่สุด โดยได้รับคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงที่สุด

อีกทั้งยังมีค่า a_w ต่ำกว่าสูตรอื่น ซึ่งเหมาะสมต่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ JAR และ penalty analysis แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่อบแห้ง 12 ชั่วโมงมีความสมดุลของความเค็ม ความชื้นหนืด และ กลิ่นเครื่องแกงอยู่ในระดับที่ผู้บริโภคยอมรับได้มากที่สุด อย่างไรก็ตาม เนื่องจากผลิตภัณฑ์ยังคงมีค่า a_w สูงกว่า 0.8 ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาลดค่า a_w ให้ต่ำกว่า 0.8 เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น รวมถึงการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เพื่อประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐรินทร์ ปริวงศ์กุลธร, กัญญาพัชร พัฒนาโกคินสกุล, กฤต พันธุ์ปัญญา, และศรัณญ์กร สรรค์ศุภกิจ. 2568. การพัฒนาเรื่องราวของแกงไทยในฐานะสัญลักษณ์ของ 'วิถีไทย'. วารสารบริหารธุรกิจและสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง 8: 181-193.
- นงลักษณ์ สุธิบุตร, ดวงใจ แซ่ตั้ง, และ กัญญาพัชร พิจักขณา. 2561. การพัฒนาผลิตภัณฑ์พริกแกงก้นเพื่อการผลิตในเชิงพาณิชย์ (รายงานวิจัย). คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2546. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพข. 129/2546 เรื่อง น้ำพริกแกง. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร.
- อรรถ ชันสี, สังวาล ชมพูจา, จรรยา โทะนาบุตร, รัชฎาพร ใจมัน, และอัศพงษ์ อุประวรรณ. 2569. การทดแทนกะทิด้วยน้ำมันธัญชาติในแกงพะเนียง. Science and Technology for Emerging Innovations in Praxis. 21: e273543.
- AroiFin. 2568. วิธีทำ พะเนียงหมู สูตรพริกแกงตัวเอง อร่อย หอมเครื่องเทศ. <https://aroifin.com/recipes/panang-curry-with-pork/>. ค้นเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2569.
- Eyres, L., Eyres, M. F., Chisholm, A., and Brown, R. C. 2016. Coconut oil consumption and cardiovascular risk factors in humans. Nutrition Reviews. 74: 267–280.
- Lee, E.-B., and Shin, W.-S. 2023. Physicochemical and sensory properties of retort chicken curry mousse fortified with branched-chain amino acids for the elderly. LWT - Food Science and Technology. 185: 115133.
- Sanprasert, S., Kumnerdsiri, P., Seubsai, A., Lueangjaroenkit, P., Pongsetkul, J., Petcharat, T., Kaewprachu, P., Sai-ut, S., Rawdkuen, S., Teerapattarakon, N., Zhang, W., Jung, Y. H., and Kingwascharapong, P. 2025. Techno-functional gelling mechanism and rheological properties of gelatin capsule-waste gel modified with kappa-carrageenan for future functional food applications. Future Foods. 12: 100723.

- Sirajuddin, S., Masni, M., and Salam, A. 2021. The level of preference of instant rice bran milk products innovation with various flavor variants as functional food. *Open Access Maced J Med Sci.* 9: 567–571.
- Siripongvutikorn, S., Pumethakul, K., Yupanqui, C. T., Seechamnaturakit, V., Detarun, P., Utaipan, T., Sirinupong, N., Chansuwan, W., Wittaya, T., and Samakradhamrongthai, R. S. 2024. Antioxidant and nitric oxide inhibitory activity of the six most popular instant Thai curries. *Foods.* 13: 178.
- Teng, M., Zhao, Y. J., Khoo, A. L., Yeo, T. C., Yong, Q. W., and Lim, B. P. 2020. Impact of coconut oil consumption on cardiovascular health: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition Reviews.* 78: 249–259.
- Wang, Y., Gao, W., Zhao, Y., Zhang, S., Yang, Z., Zhang, H., Li, C., Li, J., Wang, C., and Sun, B. 2023. Unveiling innovation in aroma attribute evaluation of Niulanshan Baijiu by integrating Just-About-Right (JAR), penalty analysis, and correspondence analysis. *Food Chemistry: X.* 20: 100969.
- Zulkifli, N. A., Othman, A., Seow, L. J., and Seow, E. K. 2024. Effect of substituting coconut milk with palm milk on shelf life, physicochemical and sensory properties of Nasi Dagang. *Indonesian Food Science and Technology Journal.* 7: 91–102.