

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งขนมจากสำเร็จรูป

Development of Instant Khanom Chak Mixed Powder Product

สิราพา อินมาสม¹, โสรยา เกตพิบูลย์^{1*}, ปาจารย์ อิงคะสุภัทร¹, พงษ์เสรีฐ ศรีพรหม¹,
ณัฐพร โชติกาวิรินทร์¹ และธงชัย พุดทองศิริ¹Sirapa Inmasom¹, Soraya Kerdpi boon^{1*}, Pajaree Ingkasupart¹, Pongsert Sriprom¹,
Natthaporn Chotigavin¹ and Tongchai Puttongsiri¹

Received date: 27 ต.ค. 66 Revised date: 7 มี.ค. 67 Accepted date: 20 มี.ค. 67

DOI: <https://doi.org/10.55003/kmaj.2025.05.28.005>

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการผลิตแป้งขนมจากสำเร็จรูป จากการศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมจากพบว่า ชนิดและส่วนประกอบของแป้ง ส่งผลต่อค่าความสว่าง และความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งพบว่าการใช้แป้งข้าวเหนียวดำผสมแป้งข้าวเหนียวขาวเป็นสูตรพื้นฐานในการผลิตขนมจากได้รับคะแนนความชอบที่ไม่แตกต่างจากสูตรที่มีการใช้แป้งข้าวเหนียวดำผสมแป้งมันสำปะหลัง ยกเว้นคะแนนความชอบด้านกลิ่น เมื่อนำสูตรพื้นฐานที่ใช้แป้งข้าวเหนียวดำผสมแป้งข้าวเหนียวขาวมาปรับปรุง โดยปรับสัดส่วนของน้ำต่อแป้งที่ใช้ มีการใช้น้ำตาลมะพร้าวแทนการใช้น้ำตาลผสม และผลิตขนมจากตามวิธีการดั้งเดิม ส่งผลให้ขนมจากสูตรปรับปรุงได้รับคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะมีค่าระหว่าง 7.00-7.40 คะแนน จากนั้นจึงนำเฉพาะส่วนของแป้งผสมที่ได้จากสูตรที่ปรับปรุง ไปผลิตแป้งที่มีกลิ่นควันใบจาก โดยการเผาใบจากที่ 100-130 องศาเซลเซียส และรมควันแป้งนาน 15 นาที จะได้แป้งที่มีกลิ่นควันใบจากเพื่อใช้ในการผลิตแป้งขนมจากสำเร็จรูป โดยคิดคำนวณส่วนผสมที่ได้จากสูตรปรับปรุง เป็นร้อยละของแห้งของส่วนผสม ซึ่งประกอบด้วยแป้งผสมที่มีกลิ่นควันใบจากต่อน้ำตาลมะพร้าวผงและเกลือ เท่ากับ 63.02: 36.48: 0.50 โดยน้ำหนัก และมีอัตราส่วนของแป้งขนมจากสำเร็จรูปต่อน้ำ เท่ากับ 63.07: 36.93 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ เมื่อผลิตขนมจากสำเร็จรูปในกระทะเปรียบเทียบกับขนมจากสูตรปรับปรุงที่มีการผลิตแบบดั้งเดิม พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบของขนมจากสำเร็จรูประหว่าง 7.33-7.63 คะแนน และไม่แตกต่างจากสูตรที่มีการรมวิธีการผลิตแบบดั้งเดิมในทุกคุณลักษณะ แต่มีค่าความสว่าง และความแน่นเนื้อและปริมาณน้ำอิสระแตกต่างกัน

คำสำคัญ : ควัน ขนมจาก ใบจาก แป้งขนมจาก

Abstract

The objective of this research was to develop instant Khanom Chak mixed powder product. From studying the basic formulas for Khanom Chak production, it was found that types and compositions of flour affected lightness and firmness of products with significant difference. Moreover, using black waxy rice flour mixed with white waxy rice flour to produce Khanom Chak was not different from using black waxy rice mixed with tapioca flour in all sensory attributes except the smell of the dessert. Khanom Chak produced by using black waxy rice flour mixed with white waxy rice flour-based formula was developed by adjusting ratios of mixed flour to water as well as using coconut sugar instead of mixed sugar. The dessert was then cooked by traditional method and received sensory score in the range of 7.00-7.40 for all attributes. After that, the desired mixed flour from the developed formula was then smoked by grilling Nila palm leaves at 100-130°C, and maintained smoking for 15 mins. Instant Khanom Chak mixed powder was produced by calculating the ratios of ingredients from the developed formula in dry basis. The ratio for smoked mixed flour: dried coconut sugar: salt was 63.02: 36.48: 0.50 by weight. Before cooking, mixed instant Khanom Chak was added with water in the ratio of 63.07: 36.93 by weight, respectively. The dessert was then cooked by pan frying and compared to developed formula with traditional process. Results were found that preference scores of instant dessert were in the range of 7.33-7.63, which were not different from the traditional process for all attributes. However, the lightness and firmness of the dessert was significantly different.

Keywords: smoke, Khanom Chak, Nila palm leave, Khanom Chak mixed flour

¹ คณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

¹ School of Food Industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

* Corresponding author: soraya.ke@kmitl.ac.th

คำนำ

ขนมจาก (Khanom Chak) เป็นขนมไทยพื้นบ้านที่มีกลิ่นและรสชาติเป็นเอกลักษณ์ กรรมวิธีการผลิตที่ถ่ายทอดสืบต่อกันมา โดยเฉพาะในชุมชนที่อยู่บริเวณใกล้กับป่าชายเลนซึ่งมีต้นจากเป็นจำนวนมาก ขนมจากมีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์ แต่ถึงแม้ว่าจะเป็นขนมที่มีขั้นตอนการทำที่ไม่ซับซ้อน แต่การขาดส่วนประกอบที่สำคัญในบางอย่าง ทำให้ไม่สามารถผลิต หรือสร้างอัตลักษณ์แก่ขนมไทยชนิดนี้ได้ โดยเฉพาะใบจากที่มีลักษณะของใบที่เหนียว หนา และมีกลิ่นของใบที่เมื่อนำมาอย่างหรือเผาให้กลิ่นหอม ขนมจากจึงเป็นขนมที่นิยมทำสดวันต่อวัน และจะไม่นำขนมออกจากใบจากที่ห่อ จนกว่าจะบริโภค นิยมจำหน่ายพร้อมใบจากที่ห่อขนมไว้เป็นเอกลักษณ์ของขนมจาก ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคในการรับประทาน อายุการเก็บรักษา การขนส่ง รวมถึงการผลิตในระดับอุตสาหกรรม ทำให้ขนมจากกลายเป็นขนมไทยพื้นบ้านที่หารับประทานได้ยาก

ใบจาก ได้จากต้นจาก ซึ่งเป็นพืชจำพวกปาล์ม โดยจัดอยู่ในวงศ์ Nypoidae และเป็นปาล์มเพียงชนิดเดียวที่อยู่ในบริเวณป่าชายเลน วัตถุดิบหลักที่สำคัญในการผลิตขนมจากมีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ แป้ง น้ำตาล และเกลือ โดยแป้งที่ใช้สามารถเลือกใช้แป้งได้หลากหลายตามคุณลักษณะที่ต้องการ เช่น การใช้แป้งข้าวเหนียว แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า เป็นต้น ชนิดและสัดส่วนของแป้งที่ใช้ส่งผลต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากแป้งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติต่างๆ เช่น การดูดซับน้ำ การพองตัว ความแข็งแรงของโครงสร้าง ที่แตกต่างกัน (Honda et al., 2023; Lapcikova, 2021) นอกจากนี้แป้งชนิดต่างๆ อาจมีส่วนของรงควัตถุ ซึ่งส่งผลให้ตัวแป้งและผลิตภัณฑ์จากแป้งมีสีที่แตกต่างกันได้ ดังเช่น แป้งข้าวเหนียวดำ มีสีม่วงเข้ม เนื่องจากรงควัตถุแอนโทไซยานิน (Zhang et al., 2021; Samyor et al., 2017) อีกทั้งมีส่วนของอะไมโลเพคตินที่สูง เมื่อแป้งสุกจะมีลักษณะที่เหนียว เกาะกันแน่น ในขณะที่แป้งข้าวเจ้ามีสีขาวนวล เมื่อแป้งสุกจะมีความนุ่ม เมื่อทิ้งให้เย็นจะอยู่ตัวเป็นก้อน ร่วน ไม่เหนียว ส่วนแป้งมันสำปะหลังผลิตจากรากของต้นมันสำปะหลัง ผงแป้งละเอียด สีขาว เมื่อนำไปทำให้สุก มีความเหนียว หนืด สีใส จึงนิยมนำแป้งชนิดอื่นผสม เพื่อให้มีความเหนียวมากขึ้น (Sriroth and Piyachomkwan, 2007) โดยส่วนผสมของแป้ง มีส่วนสำคัญต่อสี และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

สำหรับการผลิตขนมจากมีการนำส่วนผสมไปห่อด้วยใบจากก่อนการย่างเพื่อรมควันให้กลิ่นควันติดอยู่ที่ขนมจาก ทั้งนี้ควันเกิดจากการเผาไหม้ของไม้หรือใบไม้ด้วยความร้อนจนเกิดเป็นควัน ความร้อนจากการเผาไหม้จะเกิดสารให้กลิ่น ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน เกิดเป็นสารให้กลิ่นหลายชนิด เช่น สารประกอบฟีนอล สารประกอบอะโรมาติก เป็นต้น (Faisal et al., 2023) จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่มีการศึกษาการใช้แป้งชนิดต่างๆ ในการทำขนมชนิดต่างๆ เช่น บิสกิต ขนมโมจิ ขนมปัง ขนมชั้น เป็นต้น (Honda et al., 2023; Mhatre et al., 2021) โดยแป้งแต่ละชนิดให้คุณลักษณะเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกัน ตามองค์ประกอบ และสัดส่วนขององค์ประกอบที่มีอยู่ในแป้ง โดยเฉพาะ อะไมโลสและอะไมโลเพคติน และส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากแป้งแต่ละชนิด หรือแม้แต่แป้งผสม มีคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกันด้วย

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งขนมจากสำเร็จรูป โดยการศึกษาสูตรพื้นฐานการผลิตขนมจากที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ชนิดของแป้งที่จะนำมาใช้ในการผลิตแป้งที่มีกลิ่นควันใบจาก การผลิตแป้งที่มีกลิ่นควันใบจากทดแทนการใช้ใบจากสด รวมถึงการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และการยอมรับของผู้บริโภค โดยผลจากการวิจัย สามารถช่วยลดปัญหาข้อจำกัดของแหล่งวัตถุดิบ เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งขนมจากสำเร็จรูปที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ เพิ่มมูลค่าให้กับขนมไทยพื้นบ้าน เพื่อเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคให้สามารถใช้แป้งขนมจากสำเร็จรูปในการผลิตได้เองตามบ้านเรือน รวมถึงมีประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรม และธุรกิจการจัดบริการอาหาร

วิธีการศึกษา

การศึกษาสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตขนมจาก

งานวิจัยนี้คัดเลือกสูตรการผลิตขนมจากที่ได้รับการยอมรับจากแหล่งอ้างอิง 3 แหล่ง (Yamsuan, 2014; Charoenjit, 2015; Paengyuth and Sitthipakdee, 2017) โดยสูตรที่ใช้ในการผลิตแสดงรายละเอียดใน Table 1 มาผลิตโดยนำส่วนผสมทั้งหมดมาผสมให้มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำมาห่อโดยใช้ใบจากสด ให้ส่วนผสมมีความหนาประมาณ 1.5 เซนติเมตร แล้วให้ความร้อนโดยการย่างในเตาถ่านให้สุกโดยใช้อุณหภูมิประมาณ 120 องศาเซลเซียส นานประมาณ 5 นาที และประเมินคุณลักษณะทางกายภาพ ประกอบด้วย ค่าสีของผิวตัวอย่างด้วยเครื่องวัดสี (CR-400 Chroma meter, Konica Minolta, Japan) รายงานเป็นค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีเขียว/สีแดง (a^*) และค่าสีน้ำเงิน/เหลือง (b^*) การตรวจวัดลักษณะเนื้อสัมผัส ((TA-Xt plus, Stable Micro Systems, England) รายงานเป็นค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) ของตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (Yu et al., 2010) ค่า water activity (Series 4 TE, Aqua Lab, United States) ทำการทดลอง 3 ซ้ำการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ CRD และการประเมินทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนในการประเมินทางประสาทสัมผัสจำนวน 80 คน โดย

วิธี 9-point hedonic scale วางแผนการทดลองแบบ RCBD วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วย Analysis of Variance และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan Multiple Range's Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อหาสูตรพื้นฐานที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิม และจะใช้ในการผลิตขนมจากสำเร็จรูปในการทดลองขั้นต่อไป

Table 1 Compositions of Khanom Chak

Ingredients	Formula 1 ¹	Formula 2 ²	Formula 3 ³
Black waxy rice flour	17.59	28.76	31.06
White waxy rice flour	17.59	-	-
Rice flour	-	9.57	-
Tapioca flour	-	-	6.36
Coconut sugar	21.66	23.62	22.95
Sugar	19.71	21.47	20.95
Salt	0.28	0.31	0.29
Water	22.98	16.36	18.38

¹Yamsuan, 2014; ²Charoenjit, 2015; ³Paengyuth and Sitthipakdee, 2017.

การผลิตแป้งที่มีกลิ่นควันใบจาก

โดยคัดเลือกใบจากสดที่มีลักษณะใบสมบูรณ์ สีเขียวเข้มเป็นมัน มาล้างทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง จากนั้นตัดใบจากส่วนกลางของใบ ให้มีขนาดความยาวประมาณ 20 เซนติเมตร นำมาเผาให้เกิดกลิ่นควันที่อุณหภูมิ 100-130 องศาเซลเซียส และใช้ผงแป้งปริมาณ 100 กรัมต่อใบจากสด 150 กรัม ร่มควันที่ระยะเวลา 15 นาที จากนั้นนำแป้งที่มีกลิ่นควันใบจากไปเก็บในโถสุญญากาศความชื้นจนผงแป้งมีอุณหภูมิห้อง แล้วจึงนำมาบรรจุในสภาวะสุญญากาศ นำผงแป้งที่มีกลิ่นควันมาตรวจสอบคุณสมบัติของผงแป้งที่ไม่มีกลิ่นควัน โดยการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope (SEM); Model Quanta 250, FEI, USA) ทำการโปรยตัวอย่างให้แผ่บางๆ เป็นชั้นเดียวบน Stub ทองเหลือง ซึ่งปิดด้วยเทปกาวยสองหน้า แล้วเคลือบผิวอนุภาคด้วยทองคำ ความหนาประมาณ 15-20 nm จากนั้นทำการส่องกล้อง SEM ที่ กำลังขยาย 35,000 เท่า

การเปรียบเทียบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

ทำการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ขนมที่ผลิตจากแป้งสำเร็จรูปด้วยวิธีการย่างบนกระทะ และแป้งขนมที่ปรับปรุงด้วยวิธีการดั้งเดิม (ตัวอย่างควบคุม) โดยคำนวณสูตรแป้งขนมจากสำเร็จรูป จากสูตรพื้นฐานที่คัดเลือกได้จากขั้นตอนการศึกษาสูตรที่ปรับปรุงเป็นร้อยละโดยน้ำหนักแห้งของส่วนผสม แต่เปลี่ยนส่วนของแป้งที่ใช้ เป็นแป้งที่มีกลิ่นควันใบจาก โดยการผลิตขนมจาก จากแป้งขนมจากสำเร็จรูป โดยทำการผสมแป้งกับน้ำสะอาดตามอัตราส่วนที่ได้จากการคำนวณ ให้เป็นเนื้อเดียวกัน และนำส่วนผสม 25-27 กรัม ใส่พิมพ์ทรงสี่เหลี่ยมกำหนดขนาด 3x10.5x0.5 เซนติเมตร เพื่อกำหนดความหนาให้ขนมสุกสม่ำเสมอบนกระทะเทพลอนทรงแบน เป็นเวลาประมาณ 5-10 นาที อุณหภูมิใจกลางขนมอยู่ที่ 85 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยมีผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนในการประเมินทางประสาทสัมผัสจำนวน 80 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale และทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ความแน่นเนื้อ ค่า water activity ของขนมทั้ง 2 สูตร วิเคราะห์ความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ โดยใช้ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการศึกษาและวิจารณ์

สูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการผลิตขนมจาก

จากการผลิตขนมจากตามสูตรและกระบวนการผลิตโดยขนมจากแต่ละสูตร โดยจากรายละเอียดของสูตรที่ใช้ แสดงให้เห็นว่า องค์ประกอบและกระบวนการที่ส่งผลต่อคะแนนการประเมินทางประสาทสัมผัสของขนมจากในแต่ละสูตร ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนของแป้ง ส่วนที่ให้กลิ่นรส และส่วนที่ทำให้เกิดกลิ่นควันจากใบจาก โดยเมื่อพิจารณาส่วนของแป้งที่ใช้ในการผลิตขนมจาก ที่มีสี และองค์ประกอบของอะไมโลส และอะไมโลเพคตินที่แตกต่างกัน (Hansawasdi, 2008) ส่งผลต่อลักษณะปรากฏ สีและลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยขนมจากทั้ง 3 สูตร มีแป้งข้าวเหนียวดำเป็นองค์ประกอบหลัก ส่วนอื่นๆ มีความแตกต่างกันที่มีการใช้แป้งข้าวเหนียวขาว (สูตรที่ 1) แป้งข้าวเจ้า (สูตรที่ 2) และแป้งมันสำปะหลัง (สูตรที่ 3) สำหรับ

ส่วนประกอบที่ให้กลิ่นรสชาติของผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย น้ำตาลชนิดต่างๆ เกลือ และส่วนสุดท้ายคือส่วนของกลั่น ซึ่งเกิดจากน้ำตาลที่ใช้ และควันจากใบจาก

จากการผลิตผลิตภัณฑ์จากทั้ง 3 สูตร ได้ขนมจากแสดงดัง Figure 1 พบว่าการใช้แป้งในการผลิตขนมที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อคุณลักษณะของขนมจากที่ต่างกัน เนื่องจากแป้งที่ใช้จะมีลักษณะ ขนาด สี และรูปร่างของเม็ดแป้งที่ต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดของแป้ง (Hansawasdi, 2008) แป้งข้าวเหนียวดำ เป็นแป้งที่มีสีออกทางม่วงเข้ม ส่วนแป้งข้าวเหนียวขาว แป้งข้าวจ้าว และแป้งมันสำปะหลัง จะมีสีขาวนวล (Soinam and Suteebut, 2019) นอกจากนี้ แป้งข้าวเหนียวดำและข้าวเหนียวขาว ซึ่งเป็นแป้งที่มีอะไมโลเพคตินสูงกว่าแป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวจ้าว (Zhang et al., 2021) ขนมจากสูตรที่ 1 จะใช้ส่วนผสมแป้งข้าวเหนียวดำ ซึ่งมีสีม่วงเข้ม และผสมแป้งข้าวเหนียวขาว ในอัตราส่วน 1:1 อีกทั้งปริมาณของแป้งข้าวเหนียวดำมีน้อยกว่าสูตรอื่น เมื่อเทียบกับน้ำหนักส่วนผสมที่เท่ากัน ทำให้ลักษณะปรากฏ และสีของขนมจากอ่อนกว่าขนมจากสูตรที่ 2 และ 3 เห็นได้จาก Figure 1 และมีแนวโน้มการได้รับคะแนนความชอบทั้งในด้านลักษณะปรากฏ และสี ที่สูงกว่าสูตรที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากสูตรที่ 3 ($p > 0.05$) ดังแสดงใน Table 2 อย่างไรก็ตามปริมาณของแป้งที่ใช้ในการทำขนมในสูตรที่ 3 มีมากกว่าในสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ตามลำดับ ส่งผลต่อคะแนนความชอบในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ดังจะเห็นได้ว่าคะแนนความชอบในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของสูตรที่ 3 มีแนวโน้มที่สูงกว่าสูตรที่ 2 ($p \leq 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากสูตรที่ 1 ($p > 0.05$)



Figure 1 Khanom Chak from traditional process.

Table 2 Sensory evaluation of Khanom Chak

Attributes	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Appearance	7.23±1.33 ^a	6.70±1.24 ^b	6.97±1.10 ^{ab}
Color	7.13±1.22 ^a	6.43±1.19 ^b	6.77±1.01 ^{ab}
Smell (Nipa Palm leave smoke)	6.63±1.96 ^a	6.90±1.56 ^a	6.47±1.55 ^b
Firmness	6.53±1.98 ^{ab}	6.10±1.97 ^b	7.17±1.56 ^a
Flavor	6.60±1.63 ^a	6.13±1.87 ^b	6.43±1.81 ^{ab}
Sweetness	6.87±1.61 ^a	5.90±1.99 ^b	6.80±1.32 ^{ab}
Overall	7.00±1.44 ^a	6.17±1.82 ^b	6.80±1.86 ^{ab}

^{a-c} Different superscript letters within each row are significantly different ($p \leq 0.05$). Formula 1 consists of black sticky rice flour and white sticky rice flour; Formula 2 consists of black sticky rice flour and rice flour; Formula 3 consists of black sticky rice flour and tapioca flour.

จากผลการประเมินทางประสาทสัมผัสใน Table 2 พบว่าผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1 มีคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสหวาน และการยอมรับรวมที่ไม่แตกต่างจากสูตรที่ 3 (ยกเว้นด้านกลิ่น) แต่มีแนวโน้มของค่าคะแนนในทุกคุณลักษณะที่ประเมิน ที่สูงกว่าสูตรที่ 3 และสูตรที่ 2 (ยกเว้นในด้านความแน่นเนื้อ และกลิ่น) สำหรับในด้านกลิ่นรส และรสชาติ ที่มีความแตกต่างกันของขนมจากในแต่ละสูตร มาจากชนิดของน้ำตาล รวมถึงสัดส่วนของน้ำตาลและเกลือที่ใช้ในส่วนผสม อีกทั้งยังมีกลิ่นควันใบจาก ซึ่งส่งผลให้ขนมจากมีกลิ่นรส และรสชาติที่ต่างกัน โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบในด้านกลิ่นรสใน

สูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ที่ไม่แตกต่างกัน แต่สูตร 1 มีคะแนนความชอบในด้านกลิ่นและกลิ่นรสที่สูงกว่าสูตร 2 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สำหรับการตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ค่าความแน่นเนื้อ และค่า a_w แสดงดัง Table 3 โดยจากการทดลองพบว่า ชนิดและสัดส่วนของแป้งที่ใช้ในการทำขนมจากส่งผลต่อค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ ($p \leq 0.05$) และความแน่นเนื้อของขนมจาก ($p \leq 0.05$) แต่ไม่ส่งผลต่อค่าสีเขียว/สีแดง (a^*) ค่าสีน้ำเงิน/เหลือง (b^*) และ a_w ของผลิตภัณฑ์ ($p > 0.05$) ผลิตภัณฑ์จากสูตรที่ 1 มีค่าความสว่าง เท่ากับ 24.63 ซึ่งมีความแตกต่างจากสูตรอื่น ($p \leq 0.05$) อีกทั้งยังสอดคล้องกับลักษณะปรากฏที่เห็นได้ใน Figure 1 นอกจากนี้ขนมจากสูตร 1 ยังมีค่า a^* และค่า b^* เท่ากับ 2.32 และ 0.59 ตามลำดับ ส่วนขนมจากสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีส่วนผสมที่ใช้แป้งข้าวเหนียวดำในอัตราส่วนที่มากกว่าขนมจากสูตรที่ 1 จึงทำให้สีของขนมจากมีสีม่วงเข้มจากแป้งข้าวเหนียวดำ ส่งผลให้ค่าความสว่างลดลง

Table 3 Physical properties of Khanom Chak

Khanom Chak	Physical properties				
	L*	a* ^{ns}	b* ^{ns}	Firmness (N)	a_w ^{ns}
Formula 1	24.63±0.40 ^a	2.32±0.49	0.59±0.11	164.21±3.86 ^b	0.78±0.03
Formula 2	23.16±0.47 ^b	2.20±0.64	0.82±0.34	111.86±9.31 ^c	0.71±0.08
Formula 3	22.92±0.41 ^b	2.56±0.55	0.88±0.29	248.36±7.68 ^a	0.73±0.04

^{a-c} Different superscript letters within each column are significantly different ($p \leq 0.05$). ^{ns} means not significantly different ($p > 0.05$) in the same column.

ผลการทดลองสอดคล้องกับการพัฒนาแป้งผสมสำเร็จรูปสำหรับขนมขอม่วงที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ และแป้งข้าวเหนียวดำพันธุ์ลิ้มผิวซึ่งเป็นแป้งที่มีรควัตถุเป็นสีม่วง เมื่อนำมาทำผลิตภัณฑ์จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่างที่ลดลง และค่าความเป็นสีน้ำเงินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับสูตรพื้นฐานที่ใช้แป้งข้าวเจ้า และแป้งข้าวเหนียวที่มีสีขาว (Soinam and Suteebut, 2019) ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีส่วนผสมของคาร์โบไฮเดรตและโพลีแซคคาไรด์ จะมีโครงสร้างและคุณลักษณะที่แตกต่างกันไปเนื่องจากองค์ประกอบของโพลีแซคคาไรด์ การจัดเรียงโครงสร้าง พฤติกรรมการไหล รวมถึงการสูญเสียรูปร่างของอาหารจากแรงกลจากการบด เคี้ยว หรือการกดทับของแรงจากเครื่องมือ เป็นต้น (Yang et al., 2020) ซึ่งจากการทดลองใน Table 3 พบว่าค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) ของขนมจากสูตรที่ 3 สูงที่สุด รองลงมาได้แก่สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ตามลำดับ โดยขนมจากสูตรที่ 3 มีค่าความแน่นเนื้อ เท่ากับ 248.36 N ส่วนสูตรที่ 1 และ 2 มีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 164.21 N และ 111.86 N ตามลำดับ ผลการทดลองในด้านค่าความแน่นเนื้อของขนมจาก เมื่อพิจารณาาร่วมกันกับคะแนนประเมินความชอบของผลิตภัณฑ์ใน Table 2 ซึ่งพบว่าผู้ทดสอบหรือประเมินผลทางประสาทสัมผัส มีความชอบขนมจากในสูตรที่ 3 สูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากสูตรที่ 1 ($p > 0.05$) จึงอาจสรุปได้ว่าผู้ทดสอบมีความชอบขนมจากที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แน่น ทั้งนี้การที่ขนมจากมีความแน่นของเนื้อขนม เนื่องจากขนมจากมีส่วนผสมของแป้งข้าวเหนียวดำ ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีโครงสร้างส่วนใหญ่เป็นอะไมโลเพกติน จะมีคุณสมบัติที่ข้นหนืดเมื่อได้รับความชื้น และความร้อน ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้านเนื้อสัมผัสทำให้ความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น (Zhang et al., 2021)

สำหรับค่า a_w ของขนมจากจากทุกสูตร ซึ่งอยู่ระหว่าง 0.71-0.78 โดยผลการวัดค่า a_w ไม่ได้มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ผลิตภัณฑ์ขนมจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ถูกจัดอยู่ในอาหารกึ่งแห้ง (Intermediate Moisture Food, IMF) หมายถึง อาหารที่มีน้ำปานกลาง มีปริมาณมีค่า a_w ระหว่าง 0.60-0.85 (Jay et al., 2005) แนวทางในการผลิต เพื่อเก็บรักษาขนมจากสดจึงมีความจำเป็นต้องแช่เย็น หรือแช่เยือกแข็ง จะสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บไว้ได้นาน

กล่าวโดยสรุปในด้านความชอบโดยรวม สอดคล้องกับคะแนนความชอบของขนมจากในแต่ละคุณลักษณะ กล่าวคือ ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความหวาน ของสูตรที่ 1 และ 3 สูงกว่าสูตรที่ 2 ($p \leq 0.05$) ยกเว้นในประเด็นด้านกลิ่น ที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ที่ได้รับคะแนนความชอบสูงกว่าสูตรที่ 3 ($p \leq 0.05$) จึงส่งผลให้คะแนนความชอบโดยรวม ของสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 สูงกว่าสูตรที่ 2 โดยสูตรที่ 1 มีแนวโน้มการได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับความชอบปานกลาง ดังแสดงรายละเอียดใน Table 2 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสมีความสอดคล้องกับการตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพกล่าวคือ ในด้านสี พบว่า สูตรที่ 1 ซึ่งมีความสว่างสูงกว่าสูตรอื่น มีความแน่นที่น้อยกว่าสูตรที่ 3 แต่ยังอยู่ในช่วงคะแนนความชอบที่ไม่แตกต่างจากสูตรที่ 3 ผลิตภัณฑ์ขนมจากมีค่า a_w ระหว่าง 0-71-

0.78 ซึ่งจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถเสื่อมเสียได้ง่าย ดังนั้นการดำเนินการทดลองขั้นต่อไป จึงเลือกสูตรพื้นฐานเป็นสูตรที่ 1 มาปรับปรุง ก่อนนำเฉพาะส่วนของแป้ง ไปผลิตแป้งที่มีกลิ่นควันใบจาก และผสมส่วนผสมที่ให้รสชาติ ในรูปของแห้ง เพื่อสามารถผลิตแป้งขนมจากสำเร็จรูป ในรูปของแห้ง ในการทดลองขั้นต่อไป

สถานะที่ใช้ในการผลิตแป้งที่มีกลิ่นควันใบจาก

จากการศึกษากระบวนการที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแป้งที่มีกลิ่นควันใบจาก ใช้ใบจากสด 150 กรัม และนำเฉพาะส่วนของแป้งผสมปริมาณ 100 กรัม ที่ได้จากการคัดเลือกในสูตรพื้นฐานและผ่านการปรับปรุงจนได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิมไม่ต่ำกว่า 7 คะแนน จาก 9 คะแนน มาจัดใส่ในอุปกรณ์สำหรับการผลิตแป้งที่มีกลิ่นควันใบจาก ทำการให้ความร้อนโดยควบคุมอุณหภูมิการให้ความร้อนอยู่ในช่วง 100-130 องศาเซลเซียส อบรมควันแป้งผสม เป็นเวลา 15 นาที จะได้เป็นแป้งสำเร็จรูปกลิ่นควันใบจาก (Figure 2)



Figure 2 Nipa Palm smoke mixed flour.

การศึกษาลักษณะของเม็ดแป้ง ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด SEM (Model Quanta 250, FEI, USA) เพื่อสังเกตเบื้องต้นถึงการปนเปื้อนของเขม่าควัน และลักษณะโครงสร้างของเม็ดแป้ง ที่อาจมีโอกาสดเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นได้ในขั้นตอนการผลิตแป้งที่มีกลิ่นควันใบจาก โดยจาก Figure 3 แสดงให้เห็นว่า ลักษณะโครงสร้างของเม็ดแป้งที่ไม่ได้ผ่านการรมควัน (Figure 3a) และผ่านการรมควัน (Figure 3b) ที่ถ่ายจากกล้อง SEM มีรูปร่างทรงหลายเหลี่ยม (Polygonal) และมีขนาดประมาณ 3-6 ไมครอน (ดูจากกำลังขยายได้ภาพ) สอดคล้องกับ Olubunmi et al. (2008) ที่อธิบายลักษณะโครงสร้างของเม็ดแป้งจากข้าวว่ามีรูปร่างทรงหลายเหลี่ยม (Polygonal) มีขนาด 3-8 ไมครอนเมตร ซึ่งผลจากการตรวจสอบด้วยกล้อง SEM ไม่สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะของเม็ดแป้ง และโครงสร้างของเม็ดแป้งในขั้นตอนการผลิตแป้งที่มีกลิ่นควันใบจาก อย่างไรก็ตามจากการสังเกตภาพด้านขวาของ Figure 3 จะเห็นว่ามีส่วนประกอบที่เกาะอยู่บริเวณผิวของเม็ดแป้ง ซึ่งอาจเกิดจากควันที่เกิดจากการเผาไหม้ของไม้หรือใบไม้ ซึ่งมีองค์ประกอบหลักได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน (Zhang et al., 2020) เมื่อไม้หรือใบไม้เกิดการเผาไหม้จะเกิดเป็นไอ หยดของเหลว อนุภาคของแข็ง และก๊าซ (Yang et al., 2007) โดยองค์ประกอบดังกล่าวส่งผลต่อการเกิดกลิ่นรสที่ดีให้กับผลิตภัณฑ์อาหาร

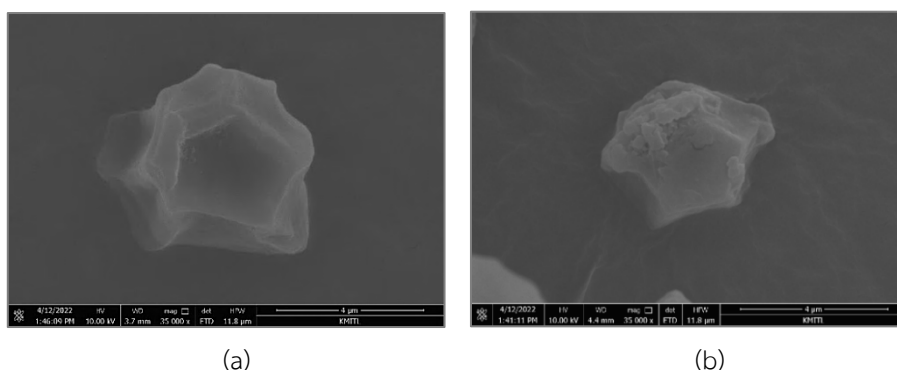


Figure 3 Scanning Electron Microscope (SEM) images at 35,000x. a: originated mixed flour; b: Nipa Palm smoke mixed flour.

การผลิตแป้งขนมจากสำเร็จรูป

จากการศึกษาสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตขนมจากในส่วนแรก โดยการเลือกใช้สูตรที่ 1 ที่มีการใช้แป้งข้าวเหนียวดำและแป้งข้าวเหนียวขาว มีการปรับสัดส่วนของแป้งและน้ำเพื่อเพิ่มความแน่นเนื้อ การปรับรสชาติโดยใช้น้ำตาลมะพร้าวทั้งหมด เพื่อให้มีคะแนนในด้านกลิ่นรส รสชาติที่สูงขึ้น ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ที่ได้รับคะแนนการประเมินทางประสาทสัมผัส อย่างน้อย 7 คะแนน จาก 9 คะแนน ในทุกคุณลักษณะที่ทำการประเมินทางประสาทสัมผัส จากนั้นนำสูตรพื้นฐานที่ได้ปรับปรุงแล้วมาใช้ในการคำนวณปริมาณร้อยละโดยน้ำหนักแห้งของส่วนผสมขนมจากสูตรต้นแบบ เพื่อให้ได้ปริมาณของส่วนผสมแห้งในผลิตภัณฑ์แป้งขนมจากสำเร็จรูป โดยมีการใช้น้ำตาลมะพร้าวผง การใช้แป้งผสม (แป้งข้าวเหนียวดำ และแป้งข้าวเหนียวขาว ตามสูตรต้นแบบ) ที่มีกลิ่นควั่นใบจาก เพื่อให้ได้แป้งขนมจากสำเร็จรูปที่มีองค์ประกอบแสดงดัง Table 4

Table 4 Compositions of instant Khanom Chak mixed powder

Ingredients	Amount (%)
Nipa Palm smoke mixed flour	63.02
Dried coconut sugar	36.47
Salt	0.50

สำหรับการผลิตขนมจากจากแป้งขนมจากสำเร็จรูปนั้น จะนำแป้งขนมจากตามสูตรใน Table 3 มาผสมกับน้ำสะอาด ในอัตราส่วน 63.07: 36.93 โดยน้ำหนัก ผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน และนำส่วนผสมที่ได้ประมาณ 25-27 กรัม เทลงพิมพ์ทรงสี่เหลี่ยมขนาด 3x10.5x0.5 เซนติเมตร และทำให้สุกบนกระทะเทพลอนทรงแบนเป็นเวลาประมาณ 5-10 นาที หรือจนกว่าขนมจะสุก และเปรียบเทียบคุณภาพขนมจากที่ใช้แป้งขนมจากสำเร็จรูป และขนมจากแบบสดที่ใช้ใบจากสดห่อแบบดั้งเดิมที่เป็นตัวอย่างควบคุม โดยการประเมินทางประสาทสัมผัส และการประเมินคุณลักษณะทางกายภาพ ผลการทดลองแสดงดัง Tables 4 and 5

Table 4 Sensory evaluation of Khanom Chak produced from improved formula and instant mixed powder

Attribute	Improved formula	Instant mixed powder
Appearance ^{ns}	7.40±0.89	7.57±0.97
Color ^{ns}	7.27±0.74	7.53±1.01
Smell (Nipa Palm leave smoke) ^{ns}	7.30±0.99	7.33±0.92
Firmness ^{ns}	7.17±0.87	7.43±0.90
Flavor ^{ns}	7.33±0.88	7.57±0.97
Sweetness ^{ns}	7.00±0.91	7.63±0.81
Overall ^{ns}	7.33±0.99	7.40±0.97

^{ns} means not significantly different ($p>0.05$) in the same row.

การประเมินทางประสาทสัมผัส โดยเปรียบเทียบขนมจากสูตรต้นแบบและขนมจากสูตรแป้งสำเร็จรูป พบว่า คุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ ด้านสี ด้านกลิ่น (ใบจาก) ด้านเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) ด้านกลิ่นรส ด้านรสหวาน และผลคะแนนความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กลุ่มผู้บริโภคประเมินความชอบในตัวอย่างขนมจากด้วยคะแนนมากกว่า 7 อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก โดยเฉพาะลักษณะปรากฏ ด้านสี ด้านกลิ่น และเนื้อสัมผัสของขนมจากสูตรแป้งสำเร็จรูป มีคะแนนความชอบมากกว่าอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากขนมจากสูตรแป้งสำเร็จรูปนั้นจะขึ้นตอนการผลิตที่แตกต่างกับขนมจากสูตรดั้งเดิมที่ห่อด้วยใบจากสด และใช้แป้งที่มีกลิ่นควั่นใบจาก ทำให้ขนมมีลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และเนื้อสัมผัสที่มีความสม่ำเสมอ ไม่มีเนื้อขนมส่วนที่ไหม้ติดใบจาก ที่มักเกิดขึ้นกับการปั้นขนมแบบดั้งเดิม ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ขนมจากได้อย่างเหมาะสม

สำหรับการประเมินคุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ค่าความแน่นเนื้อ และค่า a_w แสดงดัง Table 5

Table 5 Physical properties of Khanom Chak produced from improved formula and instant mixed powder

Khanom Chak	Physical properties				
	L*	a* ^{ns}	b* ^{ns}	Firmness (N)	a_w
Improved formula	24.93±0.37 ^a	2.83±0.40	0.89±0.72	169.13±1.73 ^a	0.79±0.03 ^b
Instant mixed powder	23.23±0.73 ^b	2.27±0.43	0.69±0.25	142.01±0.31 ^b	0.91±0.01 ^a

^{a-c} Different superscript letters within each column are significantly different ($p \leq 0.05$). ^{ns} means not significantly different ($p > 0.05$) in the same column.

ผลการประเมินคุณลักษณะทางกายภาพของขนมจากสูตรต้นแบบและขนมจากสูตรปรับปรุงสำเร็จรูป พบว่าขนมจากสูตรปรับปรุงสำเร็จรูปมีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 23.23 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กับขนมจากสูตรต้นแบบ จะเห็นได้จาก Figure 4 ขนมจากสูตรปรับปรุงสำเร็จรูปมีสีที่สว่างกว่าขนมจากต้นแบบอาจเนื่องมาจากสูตรปรับปรุงสำเร็จรูปมีควันทิ้งจากใบจากผสม นอกจากนี้ขนมจากสูตรปรับปรุงสำเร็จรูปมีค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) ต่ำกว่าค่าความแน่นเนื้อของขนมจากสูตรต้นแบบอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงถึงลักษณะเนื้อสัมผัสที่ความนุ่มของขนมจาก สอดคล้องกับผลการประเมินทางประสาทสัมผัสตามตารางที่ 4 ปัจจัยคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสได้รับคะแนนความชอบสูงมากกว่า 7 อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ขนมจากสูตรปรับปรุงสำเร็จรูปที่ผลิตแล้ว มีค่า a_w มากกว่า 0.70 มีโอกาสเกิดการเสื่อมเสียและเกิดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มที่ก่อให้เกิดโรค (Igo and Schaffner, 2021) อีกทั้งเสื่อมเสียง่าย มีอายุการเก็บรักษาสั้น การเก็บรักษาในสภาวะของแห้ง และนำมาดูดคืนน้ำกลับ ก่อนการให้ความร้อน และการบริโภค จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมต่อผู้ผลิตและผู้บริโภคได้



Figure 4 Khanom Chak produced from improved formula (left) and instant mixed powder (right).

สรุปผลการศึกษา

จากการทดลองพบว่าสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการผลิตแป้งขนมจากมีส่วนประกอบหลักของแป้ง ประกอบด้วยแป้งข้าวเหนียวขาวและแป้งข้าวเหนียวดำ เมื่อมีการปรับปรุงองค์ประกอบที่ส่งผลต่อกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ โดยการใช้ น้ำตาลมะพร้าว ทดแทนการใช้น้ำตาลมะพร้าวผสมน้ำตาลทราย ส่งผลให้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบ ไม่ต่ำกว่า 7 คะแนน จาก 9 คะแนน ในทุกคุณลักษณะ เมื่อนำส่วนผสมหลักของแป้งจากสูตรปรับปรุง ไปผ่านกระบวนการผลิตเป็นแป้งที่มีกลิ่นควันทิ้งจาก ใบจากสดต่อแป้งผสมที่อัตราส่วน 150:100 โดยน้ำหนัก มาจัดใส่ในอุปกรณ์สำหรับการผลิตแป้งที่มีกลิ่นควันทิ้งจาก ให้ความร้อนอยู่ในช่วง 100-130 องศาเซลเซียส 15 นาที และผลิตแป้งขนมจากสำเร็จรูปที่มีสัดส่วนของแป้งผสม: น้ำตาลมะพร้าว: เกลือ เท่ากับ 63.02:36.47:0.5 โดยน้ำหนัก และผสมน้ำที่อัตราส่วน แป้งสำเร็จรูป:น้ำ เท่ากับ 63.07:36.93 โดยน้ำหนัก และประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเทียบกับสูตรปรับปรุงที่มีกรรมวิธีการผลิตดั้งเดิม พบว่า คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะที่ประเมินไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยได้รับคะแนนความชอบไม่ต่ำกว่า 7 คะแนน จาก 9 คะแนน ในทุกคุณลักษณะ ดังนั้นผลิตภัณฑ์แป้งขนมจากสำเร็จรูปจึงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับผู้บริโภค เนื่องจากมีกรรมวิธีการผลิตที่ไม่ยุ่งยาก และสามารถทำได้ในครัวเรือน

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ผู้เขียนขอประกาศว่าบทความนี้ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการทำการกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ”

การมีส่วนร่วมในการเขียนบทความของผู้เขียน

ความคิดริเริ่ม สมมุติฐาน การปฏิบัติการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผล: สิริพา อินมาสม, การมีส่วนร่วมในความคิดริเริ่ม การวิเคราะห์และแปลผลการทดลอง การสรุปผลการทดลอง จัดหาแหล่งทุนวิจัย การมีส่วนร่วมในการเขียนบทความ และแก้ไขบทความ: โสรยา เกิดพิบูลย์, การมีส่วนร่วมในการนำเสนอรูปแบบผลการทดลอง การวิเคราะห์และแปลผลการทดลอง การสรุปผลการทดลอง การมีส่วนร่วมในการแก้ไขบทความ: ปาจริย์ อิงคะสุภัทร, การวิพากษ์วิจารณ์ผล: พงษ์เสรีฐ ศรีพรหม, การวิพากษ์วิจารณ์ผล: ณัฐพร โชติกาวิรินทร์, การวิพากษ์วิจารณ์ผล: ธงชัย พุฒทองศิริ

เอกสารอ้างอิง

- Charoenjit, P. (2015). **Khanom Chak is Available**. Retrieved from: http://www.matichonacademy.com/content/article_34918. (in Thai).
- Faisal, M., Kamaruzzaman, S., & Mukhilshien. (2023). Application of durian rind smoke powder to preserve chicken meatballs at room temperature. **Heliyon**, 9(9), e19576.
- Hansawasdi, C. (2008). **Chemistry of Starch and Modified Starch**. Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University. (in Thai).
- Honda, Y., Saito, Y., Katsumi, N., Nishikawa, M., & Takagi, H. (2023). Physicochemical properties of starch in rice flour with different hardening rates of glutinous rice cake (mochi). **Journal of Cereal Science**, 112(1), 103687.
- Igo, M. J., & Schaffner, D. W. (2021). Models for factors influencing pathogen survival in low water activity foods from literature data are highly significant but show large. **Food Microbiology**, 98(1), 103783.
- Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2005). **Modern food microbiology**. 7th Ed. Springer.
- Lapcikova, B., Lapcik, L., Valenda, T., Majar, P., & Ondroškova, K. (2021). Effect of the rice flour particle size and variety type on water holding capacity and water diffusivity in aqueous dispersions. **LWT-Food Science and Technology**, 142(1), 111082.
- Mhatre, R., Thankamani, M., Sonawane, S. K., & Bhushette, P. (2021). Comparative study of ice-cream cones developed from refined wheat, ragi, buckwheat, baira, amaranth, and composite flour. **Measurement: Food**, 6(1), 100033.
- Olubunmi, O., Oyi, A. R., & Allagh, T. S. (2008). Comparative evaluation of maize, rice and wheat starch powers as pharmaceutical excipients. **Nigerian Journal of Pharmaceutical Sciences**, 1(7), 131-138.
- Paengyuth, S., & Sitthipakdee, S. (2017). **Community Products- Khanom Chak**. Retrieved from: http://www.bangluek.go.th/otops/otop.php?salb_id=2. (in Thai).
- Samyot, D., Das, A. B., & Deka, S. C. (2017). Pigmented rice a potential source of bioactive compounds: A review. **International Journal of Food Science and Technology**, 52(5), 1073-1081.
- Soinam, P., & Suteebut, N. (2019). Development of instant mixed Chormuang powder. In **Proceedings of National Conference, Rangsit University 2019**, pp. 592-600. Rangsit University. (in Thai).
- Sriroth, K., & Piyachomkwan, K. (2007). Technology of starch. 4th Ed. Kasetsart University. (in Thai).
- Yamsuan, C. (2014). **Dessert from Young Coconut**. Retrieved from: <http://www.gotoknow.org/posts/131664>. (in Thai).
- Yang, X., Li, A., Li, X., Sun, L., & Guo, Y. (2020). An overview of classifications, properties of food polysaccharides and their links to applications in improving food textures. **Trends in Food Science and Technology**, 102(1), 1-15.
- Yang, H., Yan, R., Chen, H., Lee, D. H., & Zheng, C. (2007). Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis. **Fuel**, 89 (12-13), 1781-1788.
- Yu., S., Ma, Y., & Sun, D. W. (2010). Effects of freezing rates on starch retrogradation and textural properties of cooked rice during storage. **LWT - Food Science and Technology**, 43(7), 1138-1143.
- Zhang, Y., Silcock, P., Jones, J. R., & Eyres, G. (2020). Changes in wood smoke volatile composition by manipulating the smoke generation conditions. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, 148(1), 104769.
- Zhang, Y., Dong, J., Deng, C., Qian, Y., Zhou, Y., Wang, N. F., & Zhang, Q. (2021). Effect of glutinous rice flour supplementation on the properties of wheat flour and salted noodles. **Journal of Food Processing and Preservation**, 45(11), 15856.