

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนโดยใช้แป้งรำข้าวปกาอำปูล สกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลี

Development of Kha Nom Tong Muan by using Paka-umpoul Defatted Rice Bran Flour Substituted Wheat Flour (*Oryza sativa* L.)

ภัทรารณณ์ แก้วกูล^{1*}, อภิชากร ดวงแซ่เพ็ญศิริกุล¹ และ ณัฐปภัสร ฉลาดมาก²

Phattaraporn Kaewkool^{1*}, Apichargorn Dangkhapensirikul¹ and Nutpaphat Chaladmak²

¹สาขาวิชาธุรกิจการแปรรูปอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ประเทศไทย และ

²สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ประเทศไทย

¹Department of Food Processing Business Faculty of Science and Technology Surindra Rajabhat University Surin, Thailand and

²Academic Promotion and Registration Office, Surindra Rajabhat University, Surin, Thailand

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งรำข้าวปกาอำปูลสกัดน้ำมันที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน เพื่อพัฒนาเป็นขนมขบเคี้ยวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้น ทำการศึกษาโดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design: CRD) ใช้แป้งรำข้าวปกาอำปูลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลี 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 (สูตรที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ) นำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale scoring test ใช้ผู้ทดสอบทั้งฝึกฝน จำนวน 30 คน พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนสูตรที่ 3 ซึ่งใช้แป้งรำข้าวปกาอำปูลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีในอัตราร้อยละ 20 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด (7.82 คะแนน) และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยากับสูตรพื้นฐาน (สูตรที่ 1) พบว่า ค่าสีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยการเพิ่มปริมาณแป้งรำข้าวปกาอำปูลสกัดน้ำมันมีผลทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลง ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มเพิ่มขึ้น และค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.389 เป็น 0.429 จากการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีพบว่า ปริมาณไขมัน เถ้า และใยอาหารสูงขึ้น ร้อยละ 23.01 2.18 และ 2.16 ตามลำดับ และจากการตรวจวิเคราะห์สารแอมไมโอไรซานอล และกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH พบว่า ไม่สามารถตรวจพบในสูตรพื้นฐาน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนสูตรที่ 3 พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.031 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และ 19.05 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ เมื่อตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่า มีเชื้อโคลิฟอร์ม <3.0 เอ็มพีเอ็น/ กรัม และ ยีสต์และรา <10 โคโลนี/ กรัม อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมไทย (มผช.1/2552)

คำสำคัญ: การทดแทนแป้งสาลี, ขนมทองม้วน, แป้งรำข้าวปกาอำปูลสกัดน้ำมัน

ABSTRACT

The objective of this research is to develop the appropriate formula of kha nom tong muan from paka-umpoul defatted rice bran flour to develop as a snack with higher nutritional value. This study was done by planning a complete randomized design (CRD). The amount of paka-umpoul defatted rice bran flour substituted at 5 levels of 0, 10, 20, 30, and 40 % (formula 1, 2, 3, 4, and 5 respectively). It was tested for sensory quality using the 9-point hedonic scale scoring test using 30 semi-trained testers. It was found that the Thong Muan dessert product (formula 3) used paka-umpoule defatted rice bran flour substituted with wheat flour at the rate of 20 % received the highest overall liking score (7.82). The comparison between formula 3 and the basic formula (formula 1) in the physical, chemical, and microbiological quality found that the color values were significantly different at the 95% confidence level. By increasing the amount of defatted rice bran flour resulted in the brightness value (L^*) decreased and the product became darker in color. In addition, the free water content (a_w) increased from 0.389 to 0.429. The chemical quality of fat, ash, and fiber was higher by 23.01%, 2.18%, and 2.16%, respectively. Analysis of gamma-oryzanol and total antioxidant activity by DPPH assay was not found in the basic formula while was found in formula 3 at 0.031 mg per 100 and 19.05 mg per 100 grams, respectively. An examination of microbiological quality of formula 3 was found that there were coliforms <3.0 MPN/g. and yeast and mold <10 cfu/g. in Thai Dessert Community Product Standard Criteria (TCPS.1/2009).

KEYWORDS: Wheat flour substitution, Kha nom tong muan, Paka-umpoul defatted rice bran flour

*Corresponding Author: p_kaewkool@yahoo.com

1. บทนำ

ขนมทองม้วนเป็นขนมไทยประเภทแป้งหรืออบชนิดหนึ่ง มีกลิ่นหอมจากไข่ กะทิ และน้ำตาล เนื้อสัมผัสกรอบ ร่วน มีรสหวานพอเหมาะ เป็นที่นิยมของผู้บริโภคทุกเพศ ทุกวัย สะดวกต่อการพกพา และมีอายุการเก็บรักษา ยาวนาน ปัจจุบันมีการผลิตขนมทองม้วนเป็นสินค้าระดับ ชุมชนถึงระดับอุตสาหกรรมมากขึ้น ขนมทองม้วนให้ คุณค่าทางโภชนาการ เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และ ไขมัน แต่ใยอาหารมีน้อย เนื่องจากวัตถุดิบหลักที่ใช้เป็น แป้งสาลี ทำให้ขนมทองม้วนมีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ ปัจจุบันผู้บริโภคใส่ใจสุขภาพมากขึ้น จึงมีการวิจัยวัตถุดิบ ทดแทนแป้งสาลีที่เป็นวัตถุดิบหลักของขนมทองม้วน เช่น การใช้แป้งข้าวลินเเหล็ก (Sarawut, 2021) การใช้ข้าว กล้องมันปู (Sunan et al., 2016) การใช้แป้งข้าวกล้อง งอกพันธุ์พื้นเมืองสุรินทร์ (Phattaraporn et al., 2015) และการใช้แป้งข้าวสาลี (Supavadee, 2015) เป็นต้น โดยวัตถุดิบที่นำมาทดแทนแป้งสาลีนั้นควรเป็นวัตถุดิบที่มี คุณค่าทางโภชนาการสูงและหาง่ายในท้องถิ่น

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นสินค้าเกษตรที่เป็นพืช หลักของการส่งออกและการบริโภคภายในประเทศ ความสำคัญของข้าวนอกจากเป็นพืชเศรษฐกิจแล้วยังเป็น สินค้าทางวัฒนธรรม ข้าวแต่ละสายพันธุ์จะมีคุณค่าอยู่ใน ตัวเอง (Theerarat et al., 2019) กระบวนการสีข้าวเปลือก นอกจากจะได้เมล็ดข้าวขาวเป็นผลผลิตหลักแล้ว ยังมีรำ ข้าวเป็นผลผลิตพลอยได้ประมาณร้อยละ 10.5 ของข้าว ทั้งเมล็ด (Onanong, 2007) รำข้าวมีคุณค่าทาง โภชนาการสูง แต่การนำไปใช้ประโยชน์ยังมีน้อยมีเพียง บางส่วนเท่านั้นที่นำไปใช้ในการผลิตน้ำมันรำข้าว รำข้าว สกัดน้ำมันที่เหลือจากการกระบวนการผลิตน้ำมันรำข้าว ยังคงคุณค่าทางโภชนาการและมีความเสถียรค่อนข้างสูง มี รายงานวิจัย องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวสกัดน้ำมันแ ต่ละสายพันธุ์ 100 กรัม มีองค์ประกอบหลักไม่ต่างกัน คือ ไขมัน 1.85-13.73 โปรตีน 14.01-18.30 คาร์โบไฮเดรต 45.31-60.80 เถ้า 6.34-10.78 และ ใยอาหาร 5.78-13.51 (Ladda., 2017, Sukuntaros., 2017, Naiyana & Rewadee., 2002, Saunder., 1990 & Youssef., 1974) รำข้าวสกัดน้ำมันมีใยอาหารสูง เป็น แหล่งโปรตีน ช่วยป้องกันโรคเมะเร็งลำไส้ใหญ่ ช่วยรักษา อาการท้องผูก ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลและไขมันในเลือด เหมาะกับการนำมาพัฒนาเป็นอาหารสำหรับกลุ่มแพ ้กลูเตน เด็ก และผู้สูงอายุ (Onanong, 2004) นอกจากนี้ ยังพบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive compounds)

(Ferronato et al., 2021) ซึ่งเป็นสารสำคัญที่ช่วยลด อัตราเสี่ยงของโรคหลอดเลือดแข็งตัวตีตันโดยช่วยยับยั้ง การจับตัวของเกล็ดเลือดทำให้เลือดสามารถไหลเวียนใน ร่างกายได้ดีขึ้น ช่วยควบคุมให้ระดับคอเลสเตอรอลใน ร่างกายเป็นไปอย่างปกติ ช่วยลดระดับไตรกลีเซอไรด์ ช่วย บำรุงสายตา และเป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยชะลอวัย (Saunder., 1990) จากการออกเก็บข้อมูลอาหารตาม วัฒนธรรมในเขตพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ ของสาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราช ภัฏสุรินทร์ พบว่า กลุ่มเกษตรกรบางพื้นที่รวมกลุ่มปลูก และอนุรักษ์ข้าวพันธุ์พื้นเมืองสุรินทร์มีความต้องการที่จะ แปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวและพลอยได้ให้ม ีความหลากหลายและสร้างจุดเด่นให้ผลิตภัณฑ์

จากเหตุผลที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของ การใช้ประโยชน์จากรำข้าวพื้นเมืองสุรินทร์สกัดน้ำมัน: รำ ข้าวเปลือก (Paka-umpoul rice bran) ให้มากที่สุด ซึ่ง รำข้าวเปลือกเป็นรำข้าวเจ้าที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ เหมาะ สำหรับผู้ป่วยเบาหวาน และผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก (ศูนย์ข้อมูลตลาดข้าวเฉพาะ กรมการข้าว, ม.ป.ป) ด้วย การนำมาเป็นวัตถุดิบหลักทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ ขนมทองม้วน เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับ ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน และยังเป็นส่งเสริมใช้รำข้าวป กากำปูลสกัดน้ำมันเป็นวัตถุดิบเชิงกลยุทธ์ (Strategic ingredient) สร้างจุดขายที่แตกต่างเพิ่มมูลค่าสินค้าเชิง วัฒนธรรมของพื้นที่ เป็นทางเลือกแก่ผู้บริโภคที่รักสุขภาพ และชื่นชอบขนมไทย ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึง ศึกษาปริมาณรำข้าวเปลือกสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลี ที่เหมาะสมในการผลิตขนมทองม้วนที่มีคุณค่าทาง โภชนาการที่ดีขึ้นและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2. วิธีการทดลอง

1. วัตถุดิบ

รำข้าวพื้นเมืองสุรินทร์: รำข้าวเปลือก ได้จากตำบล คอโค อำเภอมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ ผ่านการสีไม่เกิน 24 ชั่วโมง นำมาสกัดน้ำมันแบบบีบเย็นด้วยเครื่องสกัด น้ำมันแบบสกรูเพรส (ยี่ห้อ Bosmall รุ่น M 92 ประเทศ จีน) สภาวะการสกัดที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำรำข้าวป กากำปูลที่ผ่านการสกัดน้ำมันแล้วบดด้วยเครื่องบ ีบละเอียด (ยี่ห้อ Philips รุ่น HR 2225 ประเทศจีน) ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช จะได้แป้งรำข้าวเปลือก สกัดน้ำมันบรรจุถุงฟอยล์แบบสุญญากาศและเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 5 - 8 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีบางส่วน

2.1 สูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน สูตรพื้นฐานในการผลิตขนมทองม้วนงานวิจัยนี้ใช้สูตรของ Phattaraporn et al. (2015) ซึ่งเป็นสูตรที่ผู้บริโภครู้จักให้การยอมรับมาแล้ว โดยมีส่วนผสม ดังนี้ แป้งสาลี 150 กรัม ไข่ไก่ 50 กรัม กะทิ 480 กรัม น้ำตาลทราย 150 กรัม และ เกลือป่น 5 กรัม

2.2 การศึกษาปริมาณแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัด น้ำมันทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน ปัจจัยที่ทำการศึกษาคือ ร้อยละแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัด น้ำมันทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักแป้งสาลี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยส่วนผสมอื่น ๆ คงที่ ดังตารางที่ 1

2.3 วิธีการทำผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแป้ง ข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลี



1. จัดส่วนผสมทุกอย่างให้อย่างเหมาะสม 2. นำส่วนผสมทั้งหมดมาผสมให้เข้ากัน 3. ตักใส่พิมพ์ให้มีความร้อน ม้วนขึ้นรูปขณะร้อน

3. การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส (HE 631001)¹ การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งฝึกฝน จำนวน 30 คน เสรีตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนตัวอย่างละ 1 ชิ้น ในภาชนะสีขาว ทดสอบความชอบ แบบ 9 point hedonic scale scoring test โดยให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนและให้คะแนนความชอบของคุณลักษณะที่ตรงตามความรู้สึก ได้แก่ สี กลิ่น ลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (SPSS for Windows) จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนสูตรพื้นฐาน

4. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

4.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และใยอาหาร จากวิธีของ AOAC (2012)

4.2 วิเคราะห์สารแกมมา-โอโรซานอล ทำโดยการเทียบกับกราฟมาตรฐานสารแกมมา-โอโรซานอลที่ละลายในตัวทำละลาย (โดยดัดแปลงจากวิธีของ Perretti et al. 2003) ซึ่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ จำนวน 10 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร สกัดด้วยเมทานอล ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเขย่า ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ปรับปริมาตรให้ครบ 50 มิลลิลิตร จะได้สารสกัดตัวอย่างผลิตภัณฑ์ จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารแกมมา-โอโรซานอล ด้วยเครื่อง Spectrophotometer (ยี่ห้อ Perkin elmer รุ่น Lampda 365 ประเทศสหรัฐอเมริกา) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 315 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณของสารแกมมา-โอโรซานอล ต่อน้ำหนักแห้งของตัวอย่างแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมัน

4.3 วิเคราะห์กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) ด้วยวิธี DPPH โดยดัดแปลงจากวิธีของ Kwaw et al. (2018) ซึ่งสารสกัดตัวอย่างผลิตภัณฑ์ จากข้อ 4.2 ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) ที่มีความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลลาร์ ปริมาตร 3 มิลลิลิตร (A_{sample}) เขย่าให้เข้ากัน บ่มในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง ตัวอย่างควบคุม (A_{control}) ใช้เมทานอลแทนสารสกัดตัวอย่างผลิตภัณฑ์ วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ใช้ (ยี่ห้อ Perkin elmer รุ่น Lampda 365 ประเทศสหรัฐอเมริกา) คำนวณกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระในหน่วยร้อยละของการยับยั้ง (%Inhibition)

ตารางที่ 1 สัดส่วนปริมาณแป้งรำข้าวปาล์กล้างน้ำมันทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน

ส่วนผสม	ปริมาณแป้งรำข้าวปาล์กล้างน้ำมันทดแทนแป้งสาลี ในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน (ร้อยละ)				
	0	10	20	30	40
	(สูตรที่ 1)	(สูตรที่ 2)	(สูตรที่ 3)	(สูตรที่ 4)	(สูตรที่ 5)
แป้งสาลี	150	135	120	45	60
แป้งรำข้าวปาล์กล้างน้ำมัน	-	15	30	105	90

ตารางที่ 2 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแป้งรำข้าวปาล์กล้างน้ำมันทดแทนแป้งสาลี

ระดับการทดแทน (ร้อยละ)	รูปภาพ	ลักษณะทางประสาทสัมผัส
0 (สูตรที่ 1)		- มีสีเหลืองอมน้ำตาล - ผิวหน้าเรียบ - มีกลิ่นหอมกะทิ - มีรสหวาน - เมื่อกัดมีความกรอบร่วน
10 (สูตรที่ 2)		- มีสีเหลืองอมน้ำตาลเล็กน้อย - ผิวหน้าเรียบ มีการกระจายตัวของแป้งรำข้าวเล็กน้อย - มีกลิ่นหอมกะทิ - มีรสหวาน - เมื่อกัดมีความกรอบร่วน
20 (สูตรที่ 3)		- มีสีน้ำตาลอ่อน - ผิวหน้าเรียบ มีการกระจายตัวของแป้งรำข้าวเล็กน้อย - มีกลิ่นหอมกะทิ - มีรสหวาน - เมื่อกัดมีความกรอบร่วน เวลาเคี้ยวแน่นเนื้อ
30 (สูตรที่ 4)		- มีสีน้ำตาล - ผิวหน้าเรียบสม่ำเสมอ มีการกระจายตัวของแป้งรำข้าวทั่วแผ่น - มีกลิ่นหอมกะทิ - มีรสหวาน - เมื่อกัดมีความกรอบ หักง่าย เวลาเคี้ยวแน่นเนื้อ
40 (สูตรที่ 5)		- มีน้ำตาลเข้มมากขึ้น - ผิวหน้าเรียบสม่ำเสมอ มีการกระจายตัวของแป้งรำข้าวทั่วแผ่น - มีกลิ่นหอมกะทิ - มีรสหวาน - เมื่อกัดมีความกรอบ หักง่าย เวลาเคี้ยวแน่นเนื้อขึ้น

ตารางที่ 3 คุณภาพเชิงประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแป้งรำข้าวปาล์กล้างน้ำมันทดแทนแป้งสาลี โดยการประเมินด้วย 9-point hedonic scale scoring test

ปัจจัย	ปริมาณแป้งรำข้าวปาล์กล้างน้ำมันทดแทนแป้งสาลี (ร้อยละ)				
	0 (สูตรที่ 1)	10 (สูตรที่ 2)	20 (สูตรที่ 3)	30 (สูตรที่ 4)	40 (สูตรที่ 5)
สี	7.78 ^a ±0.91	7.48 ^{ab} ±0.98	7.73 ^{ab} ±0.90	7.44 ^{ab} ±0.91	7.27 ^b ±0.89
กลิ่น ^{ns}	7.43±0.93	7.46±0.98	7.59±0.93	7.21±0.98	7.10±0.98
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.59±0.93	7.40±0.98	7.50±0.98	7.37±0.98	7.36±0.98
รสชาติ ^{ns}	7.67±0.95	7.37±0.95	7.67±0.95	7.23±0.95	7.22±0.95
เนื้อสัมผัส ^{ns}	7.77±0.95	7.49±0.95	7.71±0.95	7.52±0.95	7.31±0.95
ความชอบโดยรวม ^{ns}	7.78±0.91	7.56±0.98	7.82±0.98	7.51±0.95	7.38±0.97

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4 ผลคุณลักษณะทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแป้งรำข้าวปกอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลี

คุณภาพทางเคมี		สูตรพื้นฐาน (สูตรที่ 1)	ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแป้งรำข้าวปกอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 20 (สูตรที่ 3)
ความชื้น ^{ns} (ร้อยละ)		2.20±0.98	2.54±0.98
โปรตีน ^{ns} (ร้อยละ)		8.10±0.95	8.65±0.95
ไขมัน (ร้อยละ)		20.99±0.95 ^a	23.01±0.95 ^b
เถ้า ^a (ร้อยละ)		0.97±0.98 ^a	2.18±0.98 ^b
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)		67.74±0.94 ^a	63.62±0.94 ^b
ใยอาหาร (ร้อยละ)		0.11±0.95 ^a	2.16±0.98 ^b
พลังงาน (กิโลแคลอรี)		492.27±0.98 ^a	496.17±0.98 ^b
สารแกมมา-โอโรซานอล (มิลลิกรัม/ 100 กรัม)		nd	0.031±0.05
กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ (มิลลิกรัม/ 100 กรัม)		nd	19.05±0.03
คุณภาพทางกายภาพ			
ค่าสี	L*	42.48±0.01 ^a	40.26±0.01 ^b
	a*	7.63±0.01 ^a	9.36±0.01 ^b
	b*	21.45±0.01 ^a	23.69±0.01 ^b
ค่า a _w		0.389±0.98 ^a	0.429±0.98 ^b
คุณภาพทางจุลชีววิทยา			
เชื้อโคลิฟอร์ม (MPN/ กรัม)		<3.0	<3.0
ยีสต์และรา (โคโลนี/ กรัม)		<10	<10

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

nd ตรวจแล้วไม่พบ

5. การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

5.1 ค่าสี นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาทำการวิเคราะห์ค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสี (ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Flex ประเทศสหรัฐอเมริกา) วางหัววัดกึ่งกลางขึ้นผลิตภัณฑ์เครื่องจะรายงานค่าสีที่ได้จากการวัดระบบ CIE L*a*b* a*

5.2 ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w) วัดปริมาณน้ำอิสระของตัวอย่างผลิตภัณฑ์โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (ยี่ห้อ Aqualab รุ่น Series 3 TE ประเทศสหรัฐอเมริกา) ควบคุมอุณหภูมิการวัดที่ 25 องศาเซลเซียส

6. การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

หาจำนวนเชื้อโคลิฟอร์ม ยีสต์และรา ของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ โดยใช้วิธีการเพาะเชื้อจากวิธีของ AOAC (2012)

3. ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแป้งรำข้าวปกอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลี ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนโดยการศึกษาปริมาณแป้งรำข้าวปกอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลี เลือกใช้สูตรพื้นฐานจากงานวิจัยของ Phattaraporn et al. (2015) ใช้ปริมาณแป้งรำข้าวปกอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลี 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 (สูตรที่ 1, 2, 3, 4

และ 5 ตามลำดับ) ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝน จำนวน 30 คน ทำการทดสอบความชอบคุณลักษณะด้านสี กลิ่น ลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3

จากตารางที่ 2 พบว่า ปริมาณแป้งรำข้าวปกอำปิลสกัดน้ำมันที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเมื่อมีปริมาณเพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน โดยมีสีเข้มขึ้นเปลี่ยนจากสีเหลืองอมน้ำตาลเป็นสีน้ำตาลเข้มขึ้น ผิวหน้าเรียบสม่ำเสมอ มีการกระจายตัวของแป้งรำข้าวกระจายทั่วทั้งแผ่น เมื่อกัดมีความกรอบ หักง่าย และแน่นเนื้อมากขึ้น อาจเนื่องจากใยอาหารในแป้งรำข้าวปกอำปิลสกัดน้ำมันที่ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนมีปริมาณมากขึ้นจึงขัดขวางการพอกตัวของเม็ดแป้งส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความพองตัวได้น้อยลงเกิดความแน่นเนื้อ (Somwang L.,2019)

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยการทดสอบความชอบด้านสีที่ผู้บริโภคมีต่อผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแป้งรำข้าวปกอำปิลทดแทนแป้งสาลีทุกสูตร ผู้บริโภคให้ค่าคะแนนสูตรพื้นฐาน (สูตรที่ 1) มากที่สุด (7.78 คะแนน) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อพิจารณาค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวม พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแป้งรำข้าวปกอำปิลทดแทนแป้งสาลีในอัตรา

ร้อยละ 20 (สูตรที่ 3) ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด (7.82 คะแนน) แม้ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากสูตรพื้นฐาน (สูตรที่ 1) แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบเฉพาะผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่มีการใช้แป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลี (สูตรที่ 2, 3, 4 และ 5) พบว่า สูตรที่ 3 ได้รับคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น ลักษณะปรากฏ รสชาติ และเนื้อสัมผัส มากที่สุด ผู้วิจัยจึงเลือกสูตรที่ 3 เป็นสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีบางส่วน เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยาในขั้นตอนต่อไป

2. 2. ผลการศึกษาคุณลักษณะทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยา ผลการศึกษาคุณลักษณะทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยา ของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 20 (สูตรที่ 3) เปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน (สูตรที่ 1) ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 ผลคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 20 (สูตรที่ 3) พบว่า ผลิตภัณฑ์ปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงาน 496.17 กิโลแคลอรี โดยมีความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และใยอาหาร เท่ากับ 2.54, 8.65, 23.01, 2.18, 63.62 และ 2.16 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน (สูตรที่ 1) จะเห็นว่าปริมาณ ไขมัน เถ้า และใยอาหาร มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทั้งนี้ อาจเป็นผลจากในรำข้าวสกัดน้ำมัน 100 กรัม จะมีปริมาณ ไขมัน 1.85–13.73 เถ้า 6.34–10.78 และ ใยอาหาร 5.78–13.51 (Ladda., 2017, Sukuntaros., 2017, Naiyana and Rewadee., 2002, Saunder., 1990 and Youssef., 1974) ซึ่งสูงกว่าในแป้งข้าวสาลี ที่มีปริมาณ ไขมัน 1.73–3.78 เถ้า 1.23–3.54 และ ใยอาหาร 0.59 – 1.31 (Fabian., et al, 2021 & Chopra., 2018) ดังนั้น เมื่อนำแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันมาทดแทนแป้งสาลี จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับรายงานการวิจัยที่การใช้รำข้าวมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ต่างๆ แล้วส่งผลให้ผลิตภัณฑ์นั้นๆ มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีขึ้น (Saengkhae., 2019, Sujitta., 2018 & Jittra., 2016) และยังพบสารแอมมา-โอโรซานอล 0.031 มิลลิกรัม/100 กรัม และกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ 19.05 มิลลิกรัม/100 กรัม โดยสารแอมมา-โอโรซานอลและกิจกรรมต้าน

อนุมูลอิสระ เป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Ferronato et al., 2021) จึงแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแป้งรำข้าว ปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลีมีสมบัติยับยั้งอนุมูลอิสระ สามารถลดความเสี่ยงต่างๆ ต่อโรค โดยเฉพาะโรคเรื้อรังที่สัมพันธ์กับอาหารและมีส่วนช่วยชะลอวัย (Moongngarm., et al, 2012)

คุณภาพทางกายภาพด้านค่าสี (L^*) ค่าความสว่าง (a^*) ค่าสีแดง และ (b^*) ค่าสีเหลือง และ ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 20 (สูตรที่ 3) เทียบกับสูตรพื้นฐาน (สูตร 1) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยปริมาณแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันมีผลทำให้ค่าความสว่าง (L^*) มีค่าลดลงจาก 42.48 เป็น 40.26 ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเข้มเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับภาพและผลในตารางที่ 3 และ 4 เนื่องจากแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันมีลักษณะเป็นผงละเอียดสีน้ำตาลอ่อนเมื่อเทียบกับแป้งสาลีที่มีสีขาว เมื่อได้รับความร้อนจึงทำให้สีของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มสีน้ำตาลเข้มขึ้น (Saunders, 1990) ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 20 (สูตรที่ 3) เทียบกับสูตรพื้นฐาน (สูตรที่ 1) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.429 และ 0.389 ซึ่งจะเห็นว่า ค่า a_w มีค่าสูงขึ้นตามปริมาณแป้งรำข้าวสกัดน้ำมันที่ใช้เพราะในรำข้าวสกัดน้ำมันมีไขมัน ร้อยละ 1.85–13.73 ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้น (Sorat, W., & Pakawadee, P., 2017) ดังนั้นผลิตภัณฑ์จึงจัดให้เป็นอาหารกลุ่มที่มีความชื้นต่ำสามารถเก็บรักษาได้นาน เนื่องจากมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 ซึ่งอยู่ในระดับที่เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Wiwat, 2010) และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนทั้งสองสูตรมีจำนวนโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3.0 MPN/ กรัม จำนวนยีสต์และรานน้อยกว่า 10 โคโลนี/ กรัม ซึ่งอยู่ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมไทย (มผช. 1/2552)

4. สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้งสาลี สามารถสรุปได้ว่า แป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมัน ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งสาลี เป็นสัดส่วนที่ความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากเป็นปริมาณที่ใช้แป้งรำข้าวปกาอำปิลสกัดน้ำมันทดแทนแป้ง

สาธิตได้มากที่สุด โดยที่ผู้ทดสอบความชอบให้คะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด (7.82 คะแนน) นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ยังมีองค์ประกอบหลักสูงขึ้น คือ ไขมัน เกล็ด และใยอาหาร และพบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ คือ สารแกมมา-โอไรซานอล 0.031 มิลลิกรัม/ 100 กรัม และกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ 19.05 มิลลิกรัม/ 100 กรัม ซึ่งไม่พบในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนสูตรพื้นฐาน จึงสรุปว่าแป้งรำข้าวเปลือกอัดน้ำมันที่นำมาใช้ทดแทนแป้งสาลีสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

เอกสารอ้างอิง

- Gani, A., Wani, S. M., Masoodi, F. A., & Hameed, G. (2012). Whole-grain cereal bioactive compounds and their health benefits: A review. *J Food Process Technol*, 3(3), 146–56. <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000146>
- AOAC. (2012). *Official Method of Analysis* (19th ed.). Washington DC, USA.
- Chopra, N., Rani, R., & Singh, A. (2018). Physico-nutritional and sensory properties of cookies formulated with quinoa, sweet potato and wheat flour blends. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 6(3), 798–806.
- Ugwuona, F., Ukom, A., Ejinkonye, B., Obeta, N., & Ojinnaka, M. (2023). Exploring the possibilities of some selected flour blends for the development of bakery products: Comparison with some physicochemical and functional properties of wheat flour. *Food Science and Technology International*, 29(2), 105–114.
- Ferronato, A. N., Rossi, R., Pinto, L. M. N., & Garavaglia, J. (2021). Development of a freeze-dried symbiotic obtained from rice bran. *Biotechnology Reports*, 30, e00636.
- Singthong, J. (2016). Functional Properties and Utilization of Rice Bran Dietary Fiber in Bread. *Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University*, 18(2), 63–73.
- Khongsak, S. (2010). Simple Process to Increase Yield and Improve Qualities of Cold Pressed Rice Bran Oil. *Area Based Development Research Journal*, 2(6), 43–52. (in Thai)
- Kwaw, E., Ma, Y., Tchabo, W., Apaliya, M. T., Wu, M., Sackey, A. S., & Tahir, H. E. (2018). Effect of lactobacillus strains on phenolic profile, color attributes and antioxidant activities of lactic-acid-fermented mulberry juice. *Food chemistry*, 250, 148–154.
- Ladda, S. W. (2017). Rice Bran Protein. *Food*, 43(7), 31–38.
- Moongarm, A., Daomukda, N., & Khumpika, S. (2012). Chemical compositions, phytochemicals, and antioxidant capacity of rice bran, rice bran layer, and rice germ. *Apcbee Procedia*, 2, 73–79.
- Naiyana, B., & Rewadee, C. (2002). *Rice Bran Oil, a Healthy Alternative for Thai People* (1st ed.). Bangkok, Thailand: Odeon Store Publishing.
- Onanong, N. (2007). *Rice: Science and Technology* (2th ed.). Bangkok, Thailand: Kasetsart University.
- Perretti, G., Miniati, E., Montanari, L., & Fantozzi, P. (2003). Improving the value of rice by-products by SFE. *The Journal of supercritical fluids*, 26(1), 63–71.
- Phattaraporn, K., Pradub, R., Wattanachai, Y., Worasitkulya, T., & Kitti, N. (2015). *Economic Value added of Local Rice (Oryza sativa Linn.) of Surin Province by Application of Germinated Brown Rice in Thai Desert and Cosmetics*. (Research report). Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University. Surin. (in Thai)
- Jamuna, P., & Ramanatham, G. (1995). Proximate composition and protein quality of stabilized rice bran. *Journal of Food Science and Technology*, 32(5), 416–419.
- Saengkhae, S. (2019). Development of Bread with Riceberry Rice Bran. *RMUTP Research Journal*, 13(2), 186–195.
- Sarawut, J. (2021). The Study of the Starch Production Process and the Ratios of Sinlek Rice Flour in the Development of Fortified Cereal Sinlek Rice Crispy Crepe. In *The 9th National Suan Sunandha Conference 2021, 17–18 June 2021*, (pp.720–729). Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok. (in Thai)
- Saunders, R. M. (1990). The properties of rice bran as a foodstuff. *Cereal foods world*, 35(7), 632–636.
- Somwang, L., Paramee, N., Sujinda, B., & Pattama, C. (2019). Effect of Substitution of Wheat Flour with Sangyod Brown Rice Flour on Physicochemical and Sensory Qualities in Snack Product. *Khon Kaen Agriculture Journal*. 47(SUPPL. 1), 679 – 684.
- Inket, S. W., & Phugan, P. (2017). Development of Cracker Supplemented with Jasmine Rice Bran Powder. *SDU Research Journal Sciences and Technology*, 10(1), 121–136.
- Sujitta, R., Kanokan, J., & Obcheuy, W. (2018). Development of sandwich bread formulation substituted wheat flour with riceberry rice bran. *Research Journal Phranakhon Rajabhat: Science and Technology*, 13(1), 123–138.
- Sukuntaros, T. (2017). *Rice Bran Protein with Functional and Biological Properties*. (Research report). Kasetsart University Research and Development Institute. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Sunan, B., Sarinee, S., & Roongtip, C. (2016). *Development of Thong Moul (Thai Desserts) from Mun-Pu Brown Rice and Jerusalem Artichoke supplemented with Colorant of Plant*. (Research report). Division of Food Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. Maha Sarakham. (in Thai)
- Supavadee, R. (2015). *Product Development of Soft Thai Rice Flour Pancake Rood (Thong Muan Sod) form Sinin Rice Flour*. (Research report) Division of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Bangkok. (in Thai)
- Thai Industrial Standards Institute. (2009). *Thai Community Product Standard: Thai Dessert (TCPS: 1 / 2 5 5 2)*. Bangkok, Thailand: Thai Industrial Standards Institute.
- Theerarat, C., Sumran, P., Naphaporn, W., Ketjit, K., & Somchai, C. (2019). A Quality of Local Rice Seed Varieties in Maha Sarakham Province and Neighboring Provinces at Different Storability. *Prawarun Agricultural Journal*, 16(1), 91–104.
- Wiwat, W. (2010). Water Activity and Shelf Life of Dry Food. *Food*, 40 (4), 277–281.
- Youssef, A. M., El-Fouly, M. M., & El-Baz, F. K. (1974). Isolation and chemical composition of protein concentrates from soya-bean, rice-bran and protelan. *Qualitas Plantarum*, 24, 71–84.