KKU SCIENCE JOURNAL
Journal Home Page : https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/KKUSciJ
Published by the Faculty of Science, Khon Kaen University, Thailand

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวโดยการใช้แป้งข้าวทับทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลีบางส่วน

Development of Khanom Arlua Product using Wheat Flour Partially Substituted with Tubtim Chumphae Rice Flour

จิราภรณ์ บุราคร[1] ปรานต์ ปิ่นทอง[1] ทรงพร ไกรสิทธิ์[1] พิมพร พลายจันทร์[1] ณัฐชา ศิริวาริน[1] และ มนทกานติ์ เอี่ยมแก้ว[1*]

Jiraporn Burakorn[1], Pran Pinthong[1], Songporn Kraisit[1], Pimporn Plaichan[1], Nattacha Siriwarin[1] and Montakan Aimkaew[1*]

[1]กองผลิตภัณฑ์อาหารและวัสดุสัมผัสอาหาร กรมวิทยาศาสตร์บริการ กรุงเทพมหานคร 10400

[1]Food Products and Food Contact Materials Devision, Department of Science Service, Bangkok, 10400, Thailand

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มมูลค่าแป้งทับทิมชุมแพที่ได้จากปลายข้าวหักส่วนที่เหลือจากการขัดสี (By product) เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอาลัว โดยคัดเลือกสูตรต้นแบบซึ่งมีส่วนประกอบของแป้งสาลี ร้อยละ 30 น้ำตาลทราย ร้อยละ 20 กะทิ ร้อยละ 50 ศึกษาอัตราส่วนแป้งข้าวทับทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลีบางส่วนได้สูตรขนมอาลัวที่เหมาะสม คือ อัตราส่วนแป้งข้าวทับทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 50 ของน้ำหนักแป้งสาลี เมื่อพิจารณาผลการทดสอบค่าคุณภาพทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัส พบว่า ขนมอาลัวสูตรที่เหมาะสม (แป้งข้าวทับทิมชุมแพ ร้อยละ 50 แป้งสาลี ร้อยละ 20 น้ำตาลทราย ร้อยละ 15 กะทิ ร้อยละ 15) มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี และความชอบโดยรวมมากที่สุด เป็นคะแนน 7.03 ± 0.76 6.95 ± 0.91 และ 5.87 ± 0.9 ตามลำดับ มีค่าความสว่าง สีแดง สีเหลือง ความเข้มสี และมุมของสีเป็น 29.57 ± 0.49 6.75 ± 0.18 13.22 ± 0.55 15.05 ± 0.55 และ 61.45 ± 0.55 ตามลำดับ ค่าความชื้น ร้อยละ 4.09 ± 0.54 ค่า a_w เท่ากับ 0.68 ± 0.02 และมีลักษณะเนื้อสัมผัสแตกต่างกับสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) จากนั้นนำขนมอาลัวสูตรที่เหมาะสมไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ (ปริมาณต่อ 100 กรัม) พบว่า มีคาร์โบไฮเดรต 64.74 กรัม โปรตีน 4.61 กรัม ไขมันทั้งหมด 8.86 กรัม และพลังงานทั้งหมด 357 กิโลแคลอรี ผลงานวิจัยนี้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะกับผู้บริโภคที่รักสุขภาพเนื่องจากมีปริมาณไขมันน้อยและปราศจากคอเลสเตอรอล สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ผู้ประกอบการอาหารเพื่อนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้

ABSTRACT

The objective of this research was to increase the value of Tubtim Chumphae rice flour obtained from the remaining broken rice after polishing it into Khanom Arlua products. The basic recipe for making

*Corresponding Author, E-mail: montakan.ak@gmail.com

Received: date: 9 April 2024 | Revised date: 24 May 2024 | Accepted date: 29 May 2024

Khanom Arlua was 30% wheat flour, 20% sugar, and 50% coconut milk. The ratio of wheat flour that was partially substituted with Tubtim Chumphae rice flour were varied and compared. The appropriate recipe for Khanom Arlua was the ratio of Tubtim Chumphae rice flour to substitute 50% (w/w) of wheat flour. The results of chemical, physical, and sensory evaluation found that the appropriate recipe for Khanom Arlua contained 50% Tubtim Chumphae rice flour, 20% wheat flour, 15% sugar, and 15% coconut milk. The liking scores of appearances (7.03 ± 0.76), color (6.95 ± 0.91), and overall liking (5.87 ± 0.9) were the highest. The *L, a*, b*, C* and hº values were 29.57 ± 0.49, 6.75 ± 0.18, 13.22 ± 0.55, 15.05 ± 0.55, and 61.45 ± 0.55 respectively. The moisture content and a_w values were 4.09±0.54% and 0.68±0.02 respectively. The results from texture analysis were statistically different ($p \leq 0.05$) from the product made with control recipe. The appropriate recipe of Khanom Arlua (100 grams) provided 64.74 grams of carbohydrates, 4.61 grams of protein, 8.86 grams of total fat, and 357 kilocalories of total energy. The Khanom Arlua product using Wheat flour partially substituted with Tubtim Chumphae rice flour could be suitable for health-conscious consumers due to its low fat and free of cholesterol. The results from this research could be applied to food entrepreneurs for commercial use.

คำสำคัญ: ขนมอาลัว ข้าวทับทิมชุมแพ แป้งข้าวทับทิมชุมแพ แป้งสาลี
Keywords: Khanom Arlua, Tubtim Chumpae Rice, Tubtim Chumpae Rice Flour, Wheat Flour

บทนำ

ขนมอาลัว เป็นขนมไทยที่นิยมบริโภคมาเป็นเวลานาน มีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ แป้งสาลี หัวกะทิ น้ำตาลทราย (วรารัตน์ และดวงกมล, 2563) อัตราส่วนร้อยละ 10 35 และ 55 ตามลำดับ (อาฒยาและคณะ, 2549) มีลักษณะข้างนอกแห้งเป็นเกร็ด ข้างในมีความเหนียวนุ่ม มียอดแหลม สีสันสวยงาม มีอายุการเก็บรักษาได้นาน (กนกวรรณและคณะ, 2563) ผู้บริโภคนิยมซื้อขนมอาลัวเป็นของฝากเนื่องจากมีรสชาติอร่อยหวานหอม มีสีสันสวยงาม เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้นาน มีการศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวจากวัตถุดิบที่หลากหลาย เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวจากแป้งข้าวหอมนิลเสริมสารสกัดน้ำอัญชัน (วรารัตน์ และดวงกมล, 2563) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ (นวพรและคณะ, 2562) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวจากน้ำนมข้าวกล้อง (กนกวรรณและคณะ, 2563) การพัฒนาขนมอาลัวกุหลาบพลังงานต่ำจากมะพร้าวน้ำหอม (พิมลนาฏ, 2564) เป็นต้น

ข้าวทับทิมชุมแพ เป็นข้าวเจ้าสายพันธุ์ SRN06008-18-1-5-7-CPA-20 เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าขาวดอกมะลิ 105 กลายพันธุ์จากรังสีทรงต้นเตี้ย (Semidwarf KDML105) กับข้าวเจ้าพันธุ์สังข์หยดพัทลุง (ฤทธิพันธ์และคณะ, 2562) มีลักษณะเด่นคือ เป็นข้าวกล้องสีแดงที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ วิตามินอี และแกมมาออไรซานอล ที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูง (ปิยฉัฏร, 2560) จากผลการศึกษาวิจัยพบว่า ข้าวทับทิมชุมแพมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม 203.3 mg GAE/100 g of sample ฟลาโวนอยด์ 281.4 mg GAE/100 g sample ความสามารถในการรีดิวซ์เหล็ก 1,735.3 mM (FE(II)/100 g of sample และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระโดยใช้วิธี DPPH assay มีค่า IC_{50} 3.11 mg/mL (ธัญวราภรณ์และคณะ, 2560) ด้วยคุณประโยชน์ทางโภชนาการของข้าวทับทิมชุมแพที่สูงกว่าข้าวเจ้าทั่วไป จึงมีการศึกษาแนวทางการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าว วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านโคกสว่าง อำเภอแวงใหญ่ จังหวัดขอนแก่น ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปข้าวแต๋นจากแป้งข้าวทับทิมชุมแพ พบว่า ที่อัตราส่วนการผสมข้าวเหนียวร้อยละ 60 ต่อข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 40 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปและผู้บริโภคให้คะแนนความพึงพอใจในระดับดีมากทั้งด้านสี กลิ่นรส และรสชาติ (ศรายุทธ และสุกัลยา, 2565) อย่างไรก็ตามการพัฒนาหรือการประยุกต์ใช้

แป้งข้าวทับทิมชุมแพกับผลิตภัณฑ์อาหารอื่นๆ ยังมีไม่มากนักเนื่องจากโครงสร้างทางกายภาพของข้าวทับทิมชุมแพที่มีลักษณะร่วนและแข็ง ทำให้ยังไม่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคเท่าที่ควร

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวจากแป้งข้าวทับทิมชุมแพเพื่อทดแทนแป้งข้าวสาลีบางส่วน โดยการนำปลายข้าวหักส่วนที่เหลือจากการขัดสี (By product) มาผลิตเป็นแป้งข้าวทับทิมชุมแพนำมาเพิ่มมูลค่าโดยแปรรูปเป็นขนมอาลัว นอกจากนี้ยังเป็นการนำวัตถุดิบทางการเกษตรของประเทศมาทดแทนแป้งข้าวสาลีซึ่งส่วนใหญ่จะนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกข้าวทับทิมชุมแพมีช่องทางการผลิตและจำหน่ายสินค้าส่วนเหลือทิ้งจากข้าวทับทิมชุมแพมากขึ้น และลดการสูญเสียเงินตราออกนอกประเทศอีกด้วย

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบ

ปลายข้าวหักทับทิมชุมแพ จากสหกรณ์ชุมชนอำเภอบ้านฝาง จำกัด อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น แป้งสาลีตราว่าว แป้งถั่วเขียว ตราต้นสน น้ำตาลทรายขาว ตราวังขนาย กะทิสำเร็จรูป ตราอร่อยดี

2. การเตรียมแป้งข้าวทับทิมชุมแพ

นำปลายข้าวหักทับทิมชุมแพ มาบดด้วยเครื่องบดละเอียด ยี่ห้อ JING GONG YI รุ่น JGY-2005B ประเทศจีน จากนั้นนำไปร่อนแยกขนาดอนุภาคด้วยตะแกรงร่อนขนาด 80 เมซ ได้แป้งข้าวทับทิมชุมแพ แล้วบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ปิดถุงด้วยเครื่องซีลสุญญากาศ (รุ่น DZQ-400TE ยี่ห้อ BESPACKER ประเทศจีน)

นำแป้งข้าวทับทิมชุมแพไปวิเคราะห์ความชื้นด้วยเครื่อง Moisture analyzer (วัดค่า 3 ซ้ำ) ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น HC103 ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ และวิเคราะห์สีด้วยเครื่องวิเคราะห์สีในอาหาร (วัดค่า 3 ซ้ำ) ยี่ห้อ HunterLab รุ่น Miniscan EZ ประเทศสหรัฐอเมริกา ด้วยระบบ CIE (L* a* b*) ใช้แหล่งกำเนิดแสง D65 โดยค่าความสว่าง (L*) มีค่า 0 – 100 + a* หมายถึงวัตถุมีสีแดง - a* หมายถึงวัตถุมีสีเขียว และ + b* หมายถึงวัตถุมีสีเหลือง และ - b* หมายถึงวัตถุมีสีน้ำเงิน

3. การศึกษาสูตรพื้นฐานขนมอาลัว

เตรียมส่วนผสมตามสูตรในตารางที่ 1 (ดัดแปลงจากนิดดา, 2550) ผสมน้ำตาลและกะทิให้เข้ากัน ใส่แป้งสาลีและแป้งถั่วเขียวลงไปกวนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ยกลงจากเตานำส่วนผสมที่ได้ไปกดขึ้นรูปให้มีขนาดฐาน 1.5 เซนติเมตร × สูง 1 เซนติเมตร นำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (a_w อยู่ในช่วง 0.6 - 0.85) พักให้เย็นและเก็บตัวอย่างขนมอาลัวในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ซิปล็อก (วรารัตน์ และดวงกมล, 2563) ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 - point Hedonic Scale) ตามข้อ 5.1 คัดเลือกสูตรที่ได้คะแนนความชอบมากที่สุดไปทำการทดลองต่อไป

ตารางที่ 1 ปริมาณส่วนผสมสูตรพื้นฐานขนมอาลัว

ส่วนผสม	น้ำหนักส่วนผสม (ร้อยละ)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
แป้งสาลี	10	20	30
แป้งถั่วเขียว	20	10	0
น้ำตาลทรายขาว	20	20	20
กะทิ	50	50	50

4. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งข้าวทับทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลี

นำสูตรต้นแบบขนมอาลัวที่ได้คะแนนความชอบมากที่สุด (ข้อ 3) มาศึกษาหาอัตราส่วนของแป้งข้าวทับทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลี โดยมีอัตราส่วนการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพ 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 30 50 และ 70 ของน้ำหนักแป้งสาลี (ตารางที่ 2) วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design: CBD) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ จากนั้นนำขนมอาลัวที่ได้ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ตามข้อ 5.1 แล้วนำสูตรได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดไปศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ และคุณค่าทางโภชนาการต่อไป

ตารางที่ 2 ปริมาณส่วนผสมของสูตรขนมอาลัวทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพ

ส่วนผสม	น้ำหนักส่วนผสม (ร้อยละ)			
	สูตรควบคุม	สูตรแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 30	สูตรแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 50	สูตรแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 70
แป้งข้าวทับทิมชุมแพ	0	9	15	21
แป้งสาลี	30	21	15	9
น้ำตาลทราย	20	20	20	20
กะทิ	50	50	50	50

หมายเหตุ น้ำหนักส่วนผสมคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักทั้งหมด; สูตรที่ 1 ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 30 สูตรที่ 2 ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 50 สูตรที่ 3 ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 70

5. การวิเคราะห์ค่าคุณภาพขนมอาลัว

5.1 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ไพโรจน์, 2545)

นำขนมอาลัวมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 - point Hedonic Scale) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม ใช้ผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 60 คน ให้คะแนน 1 - 9 (คะแนน 9 = ชอบมากที่สุด และคะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) โดยผู้ทดสอบจะทดสอบตัวอย่างทีละ 1 ตัวอย่าง ระหว่างการทดสอบให้ผู้ทดสอบดื่มน้ำล้างปากก่อนการทดสอบตัวอย่างถัดไป วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design: RCBD)

5.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ

วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสขนมอาลัวที่มีขนาดฐาน 1.5 เซนติเมตร × สูง 1 เซนติเมตร (วัดค่า 6 ซ้ำ) โดยใช้เครื่อง Texture Analyzer ยี่ห้อ Stable Micro System รุ่น TA.XT Plus ประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้หัววัดทรงกระบอก (Cylinder plate) ขนาด P/50 Load cell 50 kg กดตัวอย่าง 2 ครั้ง กำหนดความเร็วของการวัดเท่ากับ 1 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วก่อนและหลังการวัดเท่ากับ 10 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะทางระหว่างการกดเท่ากับ 5 วินาที และกดตัวอย่างเป็นระยะทาง (strain) ร้อยละ 50 (วรารัตน์ และดวงกมล, 2563; กนกวรรณและคณะ, 2563)

วิเคราะห์ค่าสีขนมอาลัว (วัดค่า 3 ซ้ำ) ด้วยเครื่อง Colorimeter ระบบ CIE (L* a* b*) ยี่ห้อ Hunterlab รุ่น MiniScanEZ ประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้แหล่งกำเนิดแสง D65 โดยค่าความสว่าง (L*) มีค่า 0 – 100 + a* หมายถึงวัตถุมีสีแดง - a* หมายถึงวัตถุมีสีเขียว และ + b* หมายถึงวัตถุมีสีเหลือง และ - b* หมายถึงวัตถุมีสีน้ำเงิน

วิเคราะห์ค่า Water activity (a_w; วัดค่า 3 ซ้ำ) ด้วยเครื่องวัด a_w ยี่ห้อ Novasina รุ่น LabMaster-aw Neo ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ และค่าความชื้นด้วยเครื่อง Moisture analyzer (วัดค่า 3 ซ้ำ) ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น HC103 ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

5.3 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

วิเคราะห์ปริมาณสารอาหารสำหรับเป็นข้อมูลโภชนาการ (วัดค่า 3 ซ้ำ) ได้แก่ พลังงานทั้งหมด พลังงานจากไขมัน ไขมันทั้งหมด ไขมันอิ่มตัว คอเลสเตอรอล โปรตีน คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด ใยอาหาร น้ำตาล โซเดียม วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 แคลเซียม และเหล็ก ตามวิธี AOAC (2023); 920.87 922.06 923.03 925.09 977.20 985.29 985.35 986.27 994.10 996.06 AOAC (1993); p.8 p.106 และ ASEANFOODS (2011); p.81 – 87 p.103 - 108

6. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยรายงานเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ไพโรจน์, 2555) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เวอร์ชั่น 24

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีกายภาพของแป้งข้าวทับทิมชุมแพ

แป้งข้าวทับทิมชุมแพในงานวิจัยนี้ มีความชื้น (moisture content) เท่ากับร้อยละ 9.69 ± 0.24 เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งข้าวเจ้า (มอก. 638-2529) ที่กำหนดว่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 13 เมื่อวัดค่าสี (L* a* b*) ได้ค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 63.94 ± 0.24 ค่าสีแดง - สีเขียว (a*) เท่ากับ 5.47 ± 0.05 ค่าสีน้ำเงิน – เหลือง (b*) เท่ากับ 14.52 ± 0.06 ตามลำดับ

2. ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานขนมอาลัว

นำขนมอาลัวที่ได้จากสูตรพื้นฐานทั้งสามสูตร (ข้อ 3) มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สีกลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ (9 - point Hedonic Scale) โดยผู้บริโภคจำนวน 60 คน ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 3) พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและสีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) สูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมมากที่สุด ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบด้านรสชาติและความชอบโดยรวมของสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของสูตรที่ 1 มีค่ามากกว่าสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ตามลำดับ สามารถอธิบายได้ว่า ชนิดและปริมาณของแป้งที่ต่างกันส่งผลต่อค่าเนื้อสัมผัสของขนมอาลัว โดยสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีแป้งถั่วเขียวเป็นองค์ประกอบ (อะไมโลสร้อยละ 31) ซึ่งมีปริมาณของอะไมโลสสูงกว่าในแป้งสาลีที่มีเพียงร้อยละ 28 จึงมีโอกาสเกิดรีโทรเกรเดชันมากกว่าภายหลังการให้ความร้อนและลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วนั้น ทำให้โครงสร้างของอะไมโลสจัดเรียงตัวใหม่อย่างช้าๆ ด้วยพันธะไฮโดรเจนที่แข็งแรงมากขึ้น (สุทธินี, 2563) มีผลให้เนื้อสัมผัสภายนอกแข็งแรงและภายในมีความเหนียวนุ่มซึ่งเป็นลักษณะที่ดีของขนมอาลัว (อาฒยาและคณะ, 2549) ดังนั้น ขนมอาลัวสูตรที่ผสมด้วยแป้งถั่วเขียวจึงได้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสมากกว่าสูตรที่ประกอบด้วยแป้งสาสีเพียงอย่างเดียว

เมื่อพิจารณาผลการประเมินทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคทั้ง 60 คน จึงเลือกสูตรที่ 3 ซึ่งเป็นสูตรที่ได้คะแนนความชอบมากที่สุดเป็นสูตรต้นแบบสำหรับการทดลองใช้แป้งข้าวทับทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลีต่อไป

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมอาลัวสูตรพื้นฐาน

ขนมอาลัว	คุณภาพทางประสาทสัมผัส					
	ลักษณะปรากฏ ^{ns}	สี ^{ns}	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
สูตรที่ 1	6.08±0.85	5.92±0.89	5.52±1.33^{c}	6.38±1.43^{a}	5.83±1.04^{b}	5.77±1.47^{b}
สูตรที่ 2	6.00±0.86	5.77±1.00	5.93±0.82^{b}	5.83±1.03^{b}	5.73±1.04^{b}	5.83±1.00^{b}
สูตรที่ 3	6.10±0.93	5.90±1.10	6.35±1.12^{a}	5.20±1.67^{c}	6.28±1.26^{a}	6.28±1.40^{a}

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

$^{a-c}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3. ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งข้าวทับทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลี

จากการนำสูตรพื้นฐานขนมอาลัวที่ได้คะแนนความชอบจากผู้บริโภคมากที่สุด (สูตรที่ 3) มาเป็นสูตรควบคุมและแปรอัตราส่วนของแป้งข้าวทับทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลี 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 30 50 และ 70 ของน้ำหนักแป้งสาลี ได้ขนมอาลัวจำนวน 4 สูตร วิเคราะห์คุณภาพขนมอาลัวได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

3.1 ด้านประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสขนมอาลัวสูตรแป้งข้าวทิบทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลี (ตารางที่ 3) พบว่าขนมอาลัวสูตรแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 50 ได้คะแนนความชอบจากผู้บริโภคมากที่สุด โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความแข็ง และความชอบโดยรวม (ตารางที่ 4) ไม่แตกต่างกับขนมอาลัวสูตร แป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 30 ($p > 0.05$) แต่แตกต่างกับสูตรแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 70 และสูตรควบคุม ในขณะที่ขนมอาลัวสูตรควบคุมได้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านรสชาติมากที่สุด ($p \leq 0.05$)

การเพิ่มปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลีในสูตรขนมอาลัวส่งผลให้ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านรสชาติลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและสีกลับสูงขึ้น ($p \leq 0.05$) เช่นเดียวกับผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสขนมอาลัวจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ของนวพรและคณะ (2562) พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏขนมอาลัวสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่โม่แห้งร้อยละ 50 มากกว่าขนมอาลัวสูตรทางการค้าที่ใช้แป้งสาลีเพียงอย่างเดียว อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลการทดสอบค่าสี (ข้อ 3.2) กล่าวคือ เมื่อทดแทนแป้งข้าวทับทิมชุมแพมากขึ้นส่งผลให้ขนมอาลัวมีค่าสีแดงเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่ารงควัตถุที่เยื่อหุ้มเมล็ดแป้งข้าวทับทิมชุมแพมีสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanins) (Yodmanee *et al.,* 2011) สอดคล้องกับงานวิจัยของนวพรและคณะ (2562) พบว่า การใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่มีสารแอนโทไซยานินทำให้ขนมอาลัวมีสีแดงอมม่วงและมีผลต่อคะแนนความชอบของผู้บริโภค ในขณะที่ค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง ความเหนียว ความหนืบ และความทนทานต่อการเคี้ยวของขนมอาลัวมีค่าเพิ่มขึ้นและความยืดหยุ่นลดลงซึ่งไม่มีผลต่อคะแนนความชอบของผู้บริโภค ($p > 0.05$) เช่นเดียวกับขนมอาลัวที่ทดแทนแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่พรีเจลาทิไนซ์ร้อยละ 25 และ 50 ที่มีค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็งเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบของผู้บริโภค ($p > 0.05$)

ขนมไทยส่วนใหญ่จะนิยมใช้แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว หรือแป้งข้าวเจ้าผสมแป้งข้าวเหนียว (นวพรและคณะ, 2562) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งข้าวที่มีรงควัตถุสีจากธรรมชาติ เช่น แป้งข้าวทับทิมชุมแพ จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น

ตารางที่ 4 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมอาลัวสูตรแป้งข้าวทิบทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลี

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	สูตรควบคุม	สูตรแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 30	สูตรแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 50	สูตรแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 70
ลักษณะปรากฏ	5.60±0.74^{b}	7.02±0.77^{a}	7.03±0.76^{a}	4.88±0.78^{c}
สี	4.97±0.74^{c}	6.95±0.81^{a}	6.95±0.91^{a}	5.65±0.73^{b}
กลิ่น^{ns}	5.65±0.73	5.60±0.74	5.47±0.68	5.47±0.75
เนื้อสัมผัส^{ns}	5.02±0.75	5.00±0.71	5.12±0.85	4.98±0.68
รสชาติ	7.13±0.81^{a}	5.63±0.78^{b}	5.63±0.74^{b}	4.70±0.65^{c}
ความชอบโดยรวม	5.43±0.91^{b}	5.77±0.85^{a}	5.87±0.91^{a}	4.70±0.65^{c}

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแถวเดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

$^{a-d}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแถวเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

น้ำหนักส่วนผสมคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักทั้งหมด; สูตรที่ 1 ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 30, สูตรที่ 2 ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 50, สูตรที่ 3 ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 70

รูปที่ 1 ขนมอาลัวสูตรควบคุม (A) ขนมอาลัวสูตรทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 30 (B) ขนมอาลัวสูตรทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 50 (C) ขนมอาลัวสูตรทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 70 (D)

3.2 ด้านเคมีกายภาพ

ผลการศึกษาลักษณะทั่วไปและค่าสีของขนมอาลัว แสดงดังรูปที่ 1 และตารางที่ 5 พบว่า ขนมอาลัวมีลักษณะเป็นรูปดอกไม้ มีผิวสัมผัสแห้ง เปราะ ขนมอาลัวสูตรควบคุมมองเห็นเป็นสีขาว ส่วนขนมอาลัวสูตรอื่นๆ ที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพมีสีเข้มขึ้นตามการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพ เมื่อพิจารณาค่าสีที่ได้จากเครื่องวัดสีจะเห็นว่าขนมอาลัวทั้ง 4 สูตร มีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีเหลือง (b*) ความเข้มสี (C*) และมุมของสี (h°) ลดลงและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่าสีแดง (a*) มีค่าเพิ่มขึ้นและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงว่าขนมอาลัวมีสีชมพูแดงมากขึ้น โดยขนมอาลัวสูตรควบคุมมีค่าความสว่างและค่าสีเหลืองมากที่สุด ขนมอาลัวสูตรแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 70 มีค่าสีแดงมากที่สุด แสดงว่าเมื่อทดแทนแป้งข้าวทับทิมชุมแพมากขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่างและค่าสีเหลืองของขนมอาลัวลดลง ค่าสีแดงเพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากข้าวทับทิมชุมแพเป็นข้าวกล้องสีแดงและมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์สูงซึ่งฟลาโวนอยด์เป็นแหล่งของสีย้อมธรรมชาติส่วนใหญ่ให้สีส้มแดง (ปิยฉัฏร, 2560; วิจิตร, 2546)

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ทางสถิติของลักษณะเนื้อสัมผัสขนมอาลัวทั้ง 4 สูตร ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 5) พบว่า การเพิ่มปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลีในสูตรส่งผลให้ค่าความแข็ง ความเหนียว ความหนึบ ความทนต่อการเคี้ยวมีค่าเพิ่มขึ้น และค่าความยืดหยุ่นลดลง โดยขนมอาลัวสูตรควบคุมมีค่าความแข็ง ความเหนียว ความหนึบ ความทนต่อการเคี้ยวน้อยที่สุด และมีค่าความยืดหยุ่นมากที่สุดซึ่งไม่แตกต่างกับขนมอาลัวสูตรแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 30

($p > 0.05$) ในขณะที่ขนมอาลัวสูตรแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 70 มีค่าความเหนียว ความหนืบ ความทนต่อการเคี้ยวมากที่สุดซึ่งไม่แตกต่างกับขนมอาลัวสูตรแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 50

ขนมอาลัวสูตรควบคุมที่ประกอบด้วยแป้งสาลีเพียงอย่างเดียวให้ค่าความแข็งน้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่าการลดสัดส่วนแป้งสาลีแล้วทดแทนด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 30 50 และ 70 ส่งผลให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากแป้งสาลีมีปริมาณโปรตีนชนิดไกลอะดินและกลูเตนินสูง เมื่อผสมกับน้ำหรือของเหลวอื่นๆ จะเกิดเป็นกลูเตนที่เป็นคุณสมบัติเฉพาะของแป้งสาลี (Yodmanee *et al.,* 2011) อธิบายได้ว่า การให้ความร้อนและน้ำที่เพียงพอทำให้เม็ดสตาร์ชเกิดการพองตัว เมื่อลดอุณหภูมิลงกลูเตนจะเกี่ยวพันกับเม็ดสตาร์ชเกิดเป็นโครงสร้างร่างแหและมีโมเลกุลของน้ำแทรกอยู่จนกระทั่งความหนืดสูงเพียงพอจนเกิดเป็นผลึกน้ำตาลในเจล อีกทั้งความร้อนยังทำให้โปรตีนชนิดกลุ่มก้อนในกะทิเกิดการคลายตัวทำให้โมเลกุลโปรตีนสามารถแทรกตัวเข้าไปอยู่ในร่างแหรวมถึงไขมันบางส่วนอาจถูกดูดซับที่บริเวณโครงสร้างดังกล่าว ทำให้ได้เจลที่มีลักษณะเหนียวนุ่ม เนื้อสัมผัสมีความยืดหยุ่นกว่า ผลิตภัณฑ์จึงมีความแข็งน้อยกว่าในขณะที่โปรตีนในแป้งข้าวทับทิมชุมแพไม่มีคุณสมบัติดังกล่าว (ณัฐรัตน์, 2555) เมื่อทดแทนแป้งข้าวทับทิมชุมแพในขนมอาลัวจึงทำให้เนื้อสัมผัสของขนมอาลัวยึดเกาะตัวกันและมีความเหนียวต่างกับขนมอาลัวที่ใช้แป้งสาลีทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้น และค่า a_w ของขนมอาลัวทั้ง 4 สูตร พบว่า ค่าความชื้นและค่า a_w ของขนมอาลัวที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 30 50 และ 70 ไม่แตกต่างกับขนมอาลัวสูตรควบคุม ($p > 0.05$) โดยค่าความชื้นของตัวอย่างอยู่ในช่วงร้อยละ 4.09 – 4.59 และค่า a_w อยู่ในช่วง 0.66 – 0.68 (ตารางที่ 5) แสดงให้เห็นว่าขนมอาลัวนี้จัดอยู่ในพวกอาหารกึ่งแห้ง (Intermediate moisture foods: IMFs) ที่มีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.60 - 0.85 (สุมณฑา, 2549) ซึ่งการเสื่อมเสียส่วนใหญ่มักเกิดจากการเจริญของราที่ผิวหน้าผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตามราจะถูกยับยั้งการเจริญเติบโตที่ค่า a_w น้อยกว่า 0.8 แต่อาจมีราบางชนิดที่ยังคงเจริญเติบโตได้ในช่วง a_w นี้ (นุชนารถ, 2545)

ตารางที่ 5 คุณภาพทางเคมีกายภาพของขนมอาลัวสูตรแป้งข้าวทิบทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลี

ค่าคุณภาพ	สูตรควบคุม	สูตรแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 30	สูตรแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 50	สูตรแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 70
ความสว่าง (L*)	57.01±0.75^{a}	35.65±0.55^{b}	29.57±0.49^{c}	25.57±0.26^{d}
สีเขียว – สีแดง (a*)	1.17±0.08^{d}	6.39±0.24^{c}	6.75±0.18^{b}	7.19±0.16^{a}
สีน้ำเงิน – สีเหลือง (b*)	18.79±0.62^{a}	14.95±0.30^{b}	13.22±0.55^{c}	11.08±0.23^{d}
ความเข้มสี (C*)	18.83±0.62^{a}	16.26±0.38^{b}	15.05±0.55^{c}	12.98±0.26^{d}
มุมของสี (h°)	86.44±0.13^{a}	66.88±0.36^{b}	61.45±0.55^{c}	58.67±0.49^{d}
ความแข็ง (Hardness; N)	72.98±10.78^{d}	96.12±9.03^{c}	108.04±3.61^{b}	126.46±5.03^{a}
ความยืดหยุ่น (Springiness)	0.72±0.01^{a}	0.71±0.23^{a}	0.68±0.03^{b}	0.63±0.03^{c}
ความเหนียว (Cohesiveness)	0.23±0.06^{b}	0.25±0.13^{b}	0.41±0.05^{a}	0.41±0.03^{a}
ความหนืบ (Gumminess)	17.59±7.32^{c}	20.16±5.99^{c}	44.28±6.87^{b}	52.54±4.10^{a}
ความทนต่อการเคี้ยว (Chewiness)	12.71±5.25^{b}	17.61±10.14^{b}	29.88±3.81^{a}	32.99±1.94^{a}
ความชื้น^{ns} (ร้อยละ)	4.59±0.35	4.14±0.54	4.09±0.54	4.12±0.09
a_w^{ns}	0.67±0.01	0.66±0.00	0.68±0.02	0.68±0.01

หมายเหตุ $^{a-d}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแถวเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

น้ำหนักส่วนผสมคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักทั้งหมด; สูตรที่ 1 ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 30 สูตรที่ 2 ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 50 สูตรที่ 3 ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 70

3.3 ด้านคุณค่าทางโภชนาการ

นำขนมอาลัวสูตรแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 50 ซึ่งเป็นสูตรที่ได้คะแนนความชอบจากผู้บริโภคมากที่สุดไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการตามวิธีข้อ 5.3 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 6 และตารางที่ 7 พบว่า มีปริมาณโปรตีน 4.61 กรัม ไขมันทั้งหมด 8.86 กรัม พลังงานทั้งหมด 357 กรัม และคาร์โบไฮเดรต 64.74 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับขนมอาลัวแป้งข้าวหอมนิลเสริมสารสกัดน้ำอัญชันของ วรารัตน์ และดวงกมล (2563) ที่รายงานค่าโปรตีน ไขมัน พลังงานทั้งหมด และคาร์โบไฮเดรต เป็นร้อยละ 3.78 ร้อยละ 16.07 ร้อยละ 438.91 และ 69.79 กิโลแคลอรี พบว่า ขนมอาลัวสูตรแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 50 มีค่าโปรตีนมากกว่า มีค่าไขมัน พลังงานทั้งหมด และคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่า

ขนมอาลัวสูตรทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 50 เป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะกับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ เนื่องจากมีปริมาณไขมันน้อยและปราศจากคอเลสเตอรอล

ตารางที่ 6 ปริมาณสารอาหารสำหรับเป็นข้อมูลโภชนาการของขนมอาลัวสูตรแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 50

รายการวิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์ (ปริมาณต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	หน่วย
พลังงานทั้งหมด (โดยการคำนวณ)	357	กิโลแคลอรี
พลังงานจากไขมัน	79.7	กิโลแคลอรี
ไขมันทั้งหมด	8.86	กรัม
ไขมันอิ่มตัว	5.24	กรัม
คอเลสเตอรอล	0	มิลลิกรัม
โปรตีน (N x 6.25)	4.61	กรัม
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (โดยการคำนวณ)	64.74	กรัม
ใยอาหาร	1.46	กรัม
น้ำตาล	28.5	กรัม
โซเดียม	7.33	มิลลิกรัม
แคลเซียม	9.39	มิลลิกรัม

หมายเหตุ รายการทดสอบประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 เรื่อง ฉลากโภชนาการ (ฉบับเต็ม)

ตารางที่ 7 ข้อมูลโภชนาการของขนมอาลัวแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 50

ข้อมูลโภชนาการ			
หนึ่งหน่วยบริโภค: 1 ถุง (100 กรัม)			
จำนวนหน่วยบริโภคต่อถุง: 1			
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค			
พลังงานทั้งหมด 360 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 80 กิโลแคลอรี)			
			ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน *
ไขมันทั้งหมด	9	กรัม	14 %
ไขมันอิ่มตัว	5	กรัม	25 %
คอเลสเตอรอล	0	มิลลิกรัม	0 %
โปรตีน	5	กรัม	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	65	กรัม	22 %
ใยอาหาร	1	กรัม	4 %

ตารางที่ 7 ข้อมูลโภชนาการของขนมอาลัวสูตรแป้งข้าวทับทิมชุมแพร้อยละ 50 (ต่อ)

ข้อมูลโภชนาการ				
หนึ่งหน่วยบริโภค: 1 ถุง (100 กรัม)				
จำนวนหน่วยบริโภคต่อถุง: 1				
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค				
พลังงานทั้งหมด 360 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 80 กิโลแคลอรี)				
			ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน *	
น้ำตาล	28	กรัม		
โซเดียม	5	มิลลิกรัม	0 %	
	ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน *			
วิตามินเอ	0	%	วิตามินบี 1	35 %
วิตามินบี 2	0	%	แคลเซียม	0 %
เหล็ก	4	%		
* ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปี ขึ้นไป (Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี				
ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ควรได้รับสารอาหารต่างๆ ดังนี้				
ไขมันทั้งหมด	น้อยกว่า	65	กรัม	
ไขมันอิ่มตัว	น้อยกว่า	20	กรัม	
คอเลสเตอรอล	น้อยกว่า	300	มิลลิกรัม	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด		300	กรัม	
ใยอาหาร		25	กรัม	
โซเดียม	น้อยกว่า	2,000	มิลลิกรัม	
พลังงาน (กิโลแคลอรี) ต่อกรัม: ไขมัน = 9; โปรตีน = 4; คาร์โบไฮเดรต = 4				

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาสูตรต้นแบบขนมอาลัวและทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวทับทิมชุมแพได้สูตรที่เหมาะสม คือ อัตราส่วนแป้งข้าวทับทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 50 ของน้ำหนักแป้งสาลี ซึ่งเป็นสูตรที่ได้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี และความชอบโดยรวมมากที่สุด มีค่าความสว่าง สีแดง และสีเหลืองเป็น 29.57 ± 0.49 6.75 ± 0.18 และ 13.22 ± 0.55 ตามลำดับ ค่าความชื้นและค่า a_w เป็นร้อยละ 4.09 ± 0.54 และ 0.68 ± 0.02 และมีลักษณะเนื้อสัมผัสแตกต่างกับสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ขนมอาลัว 100 กรัม ประกอบด้วยโปรตีน 4.61 กรัม ไขมันทั้งหมด 8.86 กรัม พลังงานทั้งหมด 357 กรัม และคาร์โบไฮเดรต 64.74 กรัม เป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะกับผู้บริโภคที่รักสุขภาพเนื่องจากมีปริมาณไขมันน้อยและปราศจากคอเลสเตอรอล ผลจากงานวิจัยสามารถนำไปถ่ายทอดเทคโนโลยีให้ผู้ประกอบการอาหารสามารถผลิตได้ในเชิงพาณิชย์ และเพิ่มช่องทางการผลิตและจำหน่ายส่วนเหลือจากการขัดสีข้าวทับทิมชุมแพอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

กนกวรรณ ปุณณะตระกูล, วีระศักดิ์ ศรีลารัตน์ และณัฐสิมา โทขันธ์. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวจากน้ำนมข้าวกล้อง. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 15(3): 1 – 9.

ณัฐรัตน์ ศรีสังวาล. (2555). การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมอาลัวและฝอยทองโดยการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยศิลปากร. นครปฐม. 171 หน้า.

ธัญวราภรณ์ ปรุงฆ้อง, รณชัย ช่างศรี, สุพัฒนา บุรีรัตน์, พิบูลวัฒน์ ยังสุข มัณฑนา นครเรียบ และจิราภรณ์ กระแสเทพ. (2560). อัตราปุ๋ยโพแทสเซียมต่อปริมาณสารต้านออกซิเดชันและฤทธิ์ในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของข้าวพันธุ์ กข 69 (ทับทิมชุมแพ). วารสารดินและปุ๋ย 39(1): 6 – 14.

นวพร หงส์พันธุ์, กีรติ เงินสมบัติ และอินทุพร รัตนพิบูลย์. (2562). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 24(2): 782 – 794.

นิดดา หงส์วิวัฒน์. (2550). เบเกอรี่เป็นอาชีพ. (พิมพ์ครั้งที่ 3) กรุงเทพฯ: แสงแดด. 1 – 13.

นุชนารถ ทรัพย์พาณิชย์. (2545). Water Activity กับการควบคุมอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร. วารสารจาร์พา 68(9): 48 - 51.

ปิยฉัฏร ช่วยสีนวล. (2560). ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดข้าวทับทิมชุมแพเพื่อใช้ประโยชน์ทางเครื่องสำอาง. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง, มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง. เชียงราย.

พิมลนาฏ วิธุรัติ. (2564). ขนมอาลัวกุหลาบพลังงานต่ำจากมะพร้าวน้ำหอม. วารสารสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์แห่งรัตนโกสินทร์ 3(3): 35 - 46.

ไพโรจน์ วิริยจารี. (2545). การประเมินทางประสาทสัมผัส. เชียงใหม่: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 1 - 574.

ไพโรจน์ วิริยจารี. (2555). การออกแบบการทดลอง (experimental design). เชียงใหม่: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 1 - 437.

ฤทธิพันธ์ รุ่งเรือง, จรัสฟ้า โหมดสุวรรณ, อมรรัตน์ สีสุกอง และณัติฐพล ไข่แสงศรี. (2562). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านริ้วรอยของสารสกัดข้าวทับทิมชุมแพสำหรับประยุกต์ใช้ในเครื่องสำอางบำรุงผิวหน้า. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. 42(1): 95 - 107.

วรารัตน์ สานนท์ และดวงกมล แสงธีรกิจ. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวแป้งข้าวหอมนิลเสริมสารสกัดน้ำอัญชัน. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปภัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 15(3): 1 – 15.

วิจิตร อุดอ้าย. (2546). เอกสารประกอบการสอนวิชาเคมีผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ศรายุทธ ชัยพร และสุกัลยา เชิญขวัญ. (2565). การพัฒนาแปรรูปข้าวทับทิมชุมแพ (กข69) ของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านโคกสว่าง อำเภอแวงใหญ่ จังหวัดขอนแก่น. วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต 10(2): 148 - 158.

สุทธินี สีสังข์. (2563). คุณสมบัติของแป้งที่มีผลต่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ. กรุงเทพฯ: กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง. 1 – 7.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. (2549). ตำราจุลชีววิทยาทางอาหาร. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 1 – 436.

อาฒยา สันตะกุล, อบเชย วงศ์ทอง, กาญจนา ลุศนันทน์ และสมบัติ ขอทวีวัฒนา. (2549). การพัฒนาขนมอาลัวให้ได้สูตรมาตรฐาน. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44: สาขาศึกษาศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์ สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร สาขามนุษยศาสตร์ สาขาคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 557 – 564.

AOAC International. (1993). Methods of analysis for nutrition labeling. Arlington, Virginia.

AOAC International. (2023). Official methods of analysis of AOAC INTERNATIONAL. (22nd ed). Maryland, U.S.A.

ASEAN Network of Food Data Systems. (2011). ASEAN manual of food analysis. (1st ed). Bangkok: Institute of Nutrition, Mahidol University THAILAND. 81 - 87 and 103 - 108.

Yodmanee, S., Karrila, T.T. and Pakdeechanuan, P. (2011). Physical, Chemical and Antioxidant Properties of Pigmented Rice Grown in Southern Thailand. International Food Research Journal 18(3): 901 – 906.

❑❑❑❑❑