KOCH CHA SARN JOURNAL OF SCIENCE
Vol. 47 (2); July-December (2025), pp. 14-19
https://science.srru.ac.th/kochasarn

Research Article

Effect of Substituting Wheat Flour with Germinated Hom Mali Brown Rice Germ Powder from Surin Province on the Quality of Crispy Bread

ผลของการใช้ผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิจังหวัดสุรินทร์ทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพขนมปังกรอบ

ภัทราภรณ์ แก้วกูล*[1] รัสรินทร์ ฉัตรทองพิศุทธิ์[1] และ อภิชากร ดวงแขเพ็ญศิริกุล[1]

Phattaraporn Kaewkool*[1] Rassarin Chatthongpisut[1] and Apichargorn Dangkhapensirikul[1]

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ 186 หมู่ 1 ถนนสุรินทร์-ปราสาท ต.นอกเมือง อ.เมือง จ.สุรินทร์ 32000

[1]Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University, 186 Moo 1, Surin-Prasart Road, Nokmuang, Surin, 32000

Article Info

Received 29 September 2025

Revised 24 October 2025

Accepted 22 December 2025

Abstract

This study aimed to investigate the effects of incorporating germinated Hom Mali brown rice germ powder from Surin Province, produced by the New Theory Agriculture Community Enterprise, Khokoh Sub-district, Mueang Surin District, Surin Province, as a partial substitute for wheat flour in crispy bread production. The chemical analysis of the germinated brown rice germ powder indicated moisture, ash, protein, fat, carbohydrate, and dietary fiber contents of 4.03%, 0.51%, 8.53%, 9.92%, 83.46%, and 0.34%, respectively, together with a GABA content of 9.54 mg/100 g and % DPPH radical scavenging activity of 5.86. The crispy bread formulations were developed by substituting wheat flour with germinated brown rice germ powder at five levels: 0%, 10%, 20%, 30%, and 40% by. Sensory evaluation was conducted with 30 untrained panelists. The results indicated that the 20% substitution level achieved the highest acceptance in appearance, color, aroma, taste, texture, and overall liking, with significant differences ($p<0.05$). The chemical properties of the 20% substitution sample showed increased protein (12.18%), fat (16.09%), and dietary fiber (5.27%), along with 1.03 mg/100 g of GABA and % DPPH radical scavenging activity of 0.72. Minor physical changes were observed, including a decrease in lightness (L*), an increase in hardness from 22.93 N to 25.17 N, and a slight increase in water activity (a_w) from 0.52 to 0.58. Total microbial counts were 0.23×10^4 CFU/g, which complied with the Community Product Standard (TIS 523/2547) requirement of not exceeding 1×10^4 CFU/g. In conclusion, substituting 20% wheat flour with germinated Hom Mali brown rice germ powder from Surin improved the nutritional value of crispy bread and demonstrated potential for commercial development as a health-oriented functional food product.

Keywords: Crisp Bread, Germinated Brown Jasmine Rice Germ Powder, Wheat Flour Substitute

Corresponding Author. Email: phattaraporn.ka@srru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิจังหวัดสุรินทร์ ซึ่งผลิตโดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรทฤษฎีใหม่ ตำบลคอโค อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ เป็นวัตถุดิบทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในการผลิตขนมปังกรอบ ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีของผงจมูกข้าวกล้องงอกพบว่ามีความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และใยอาหาร ร้อยละ 4.03, 0.51, 8.53, 9.92, 83.46 และ 0.34 ตามลำดับ โดยมีปริมาณสารกาบา 9.54 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และร้อยละการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (% DPPH radical scavenging activity) เท่ากับ 5.86 การพัฒนาสูตรขนมปังกรอบทำโดยการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงจมูกข้าวกล้องงอก 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0 10 20 30 และ 40 และทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ผลการประเมินพบว่าการทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 20 ได้รับการยอมรับสูงสุดในทุกด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีของขนมปังกรอบสูตรดังกล่าวแสดงให้เห็นการเพิ่มขึ้นของโปรตีน (ร้อยละ 12.18) ไขมัน (ร้อยละ 16.09) และใยอาหาร (ร้อยละ 5.27) รวมทั้งพบปริมาณสารกาบา 1.03 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และร้อยละการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (% DPPH radical scavenging activity) เท่ากับ 0.72 ส่วนคุณลักษณะทางกายภาพพบค่าความสว่าง (L*) ลดลง ความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นจาก 22.93 N เป็น 25.17 N และค่าน้ำอิสระ (a_w) เพิ่มจาก 0.52 เป็น 0.58 ขณะที่ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ที่ 2.30×10^3 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.523/2547) ที่กำหนดไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อกรัม ดังนั้นการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิจังหวัดสุรินทร์ในระดับร้อยละ 20 สามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของขนมปังกรอบ และมีศักยภาพในการพัฒนาต่อยอดเชิงพาณิชย์เป็นผลิตภัณฑ์อาหารเชิงหน้าที่ได้

คำสำคัญ: ขนมปังกรอบ, ผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิสุรินทร์, การทดแทนแป้งสาลี

1. บทนำ

ปัจจุบันพฤติกรรมการบริโภคของผู้บริโภคมีการเปลี่ยนแปลง โดยให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์อาหารที่ส่งเสริมสุขภาพและใช้ส่วนผสมจากธรรมชาติมากขึ้น ผู้บริโภคไม่ได้มองหาเพียงขนมขบเคี้ยวเพื่อความเพลิดเพลินเท่านั้น แต่ยังคาดหวังผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงหรือเรียกว่า “อาหารเชิงหน้าที่” (functional foods) ซึ่งให้ประโยชน์ต่อสุขภาพมากกว่าการให้พลังงานพื้นฐาน [1] แนวโน้มดังกล่าวจึงเป็นโอกาสสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมขนมอบและขนมขบเคี้ยว ซึ่งมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง จังหวัดสุรินทร์เป็นแหล่งผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพสูงของประเทศ มีปัจจัยด้านภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก และได้รับการส่งเสริมให้พัฒนาการผลิตข้าวอินทรีย์อย่างต่อเนื่อง [2] กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรทฤษฎีใหม่ ตำบลคอโค อำเภอเมืองสุรินทร์ ได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกเพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งก่อให้เกิดผลพลอยได้ที่สำคัญ ได้แก่ ผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิสุรินทร์ที่มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ ผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิสุรินทร์เป็นแหล่งสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยโปรตีน วิตามินบี วิตามินอี กรดไขมันไม่อิ่มตัว และสารแกมมา–แอมิโนบิวทิริก (γ-aminobutyric acid; GABA) ที่มีบทบาทสำคัญในการบำรุงระบบประสาทและสมอง [3,4] กระบวนการทำให้ข้าวเกิดการงอกสามารถช่วยเพิ่มปริมาณสารกาบา (GABA) และสารต้านอนุมูลอิสระได้อย่างมีนัยสำคัญ [5,6] ส่งผลให้จมูกข้าวกล้องงอกเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพสูงสำหรับการพัฒนาอาหารเชิงหน้าที่ ด้วยคุณค่าทางโภชนาการและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ทำให้ผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิสุรินทร์จึงเป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจ สำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเชิงหน้าที่ และจากการทบทวนวรรณกรรมยังไม่พบรายงานวิจัยที่นำผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิสุรินทร์มาใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบ แป้งสาลีเป็นวัตถุดิบหลักที่มีบทบาทในการสร้างโครงสร้างและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบ [7] แต่มีข้อจำกัดด้านคุณค่าทางโภชนาการ และอาจก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพในผู้บริโภคที่มีภาวะแพ้กลูเตน [8] การใช้ผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิสุรินทร์

ทดแทนแป้งสาลีบางส่วน จึงเป็นแนวทางที่สามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ ลดการพึ่งพาวัตถุดิบนำเข้า เพิ่มมูลค่าให้แก่วัตถุดิบท้องถิ่น และส่งเสริมการใช้ทรัพยากรภายในประเทศอย่างยั่งยืน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเหมาะสมของการใช้ผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิสุรินทร์ทดแทนแป้งสาลีในขนมปังกรอบ โดยประเมินคุณลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เพื่อสนับสนุนการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเชิงหน้าที่ เป็นนวัตกรรมอาหารที่ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรท้องถิ่นอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

2.วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การศึกษาคุณลักษณะของผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิจังหวัดสุรินทร์

ผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิจังหวัดสุรินทร์ จากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรทฤษฎีใหม่ ตำบลคอโค อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ ทำการผลิตโดยดัดแปลงวิธีของ ภัทราภรณ์ แก้วกูล และคณะ [9] ผลิตไม่เกิน 1 สัปดาห์บรรจุในถุงฟอยด์ปิดสนิทนำไปวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีวิทยา

2.2 การศึกษาคุณลักษณะขนมปังกรอบที่ใช้ผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิจังหวัดสุรินทร์ทดแทนแป้งสาลีบางส่วน

- สูตรพื้นฐานของขนมปังกรอบเป็นสูตรที่ผ่านการคัดเลือกจากงานวิจัยของ ศุภิสรา ปราสาททอง [10] ซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วย แป้งสาลี (ตราห่าน) ร้อยละ 61.22 ยีสต์แห้งชนิดผง (ตราชาฟท์ อินสแตนท์ ฉลากสีทอง) ร้อยละ 0.92 เกลือ (ตราปรุงทิพย์) ร้อยละ 0.10 น้ำตาลทรายขาว (ตรามิตรผล) ร้อยละ 3.06 น้ำมันรำข้าว (ตราคิง) ร้อยละ 10.20 และนมข้นจืด (ตราคาร์เนชั่น) ร้อยละ 24.50
- การทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิจังหวัดสุรินทร์ 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0 10 20 30 และ 40 ของน้ำหนักแป้งสาลี และวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยส่วนผสมอื่นๆ คงที่ ได้สิ่งทดลองทั้งหมด 5 สิ่งทดลอง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของขนมปังกรอบผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิจังหวัดสุรินทร์ทดแทนแป้งสาลีบางส่วน

ส่วนผสม (กรัม)	ผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิสุรินทร์ (ร้อยละ)				
	0	10	20	30	40
แป้งสาลี	61.22	55.10	48.98	42.85	36.73
ผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิสุรินทร์	0	6.12	12.24	18.37	24.49
ยีสต์แห้งชนิดผง	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
เกลือ	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
น้ำตาลทรายขาว	3.06	3.06	3.06	3.06	3.06
น้ำมันรำข้าว	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20
นมข้นจืด	24.50	24.50	24.50	24.50	24.50

- ขั้นตอนการผลิต: นวดส่วนผสมทั้งหมด จนได้โดเรียบเนียนคลึงรีด เป็นแผ่นบางใช้พิมพ์กดตัดเป็นชิ้น ขนาด 1 เซนติเมตร อบที่ 180 องศาเซลเซียส ประมาณ 20 นาที บรรจุในถุงพลาสติกปิดสนิท

2.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส (HE 682021)

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสขนมปังกรอบทำโดยใช้ผู้ทดสอบชิมไม่ได้รับการฝึกฝน (Untrained panel) จำนวน 30 คน อายุ 18 ปีขึ้นไป เป็นผู้ที่เคยบริโภคขนมปังกรอบและไม่เป็นผู้ที่มีอาการแพ้ส่วนผสมต่างๆ ในขนมปังกรอบ ด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale Scoring Test (9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด) ผู้ทดสอบชิมแต่ละคนจะได้ขนมปังกรอบ 5 ตัวอย่าง โดยผู้ทดสอบชิมประเมินการยอมรับตามคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส คือ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น (ผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิสุรินทร์) รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม นำผลคะแนนที่ได้มาคัดเลือกหาสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด และสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดของการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิสุรินทร์จะถูกนำมาวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ คุณภาพทางเคมี ทางกายภาพและจุลชีวิทยา

2.4 การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และคุณภาพทางเคมี

การวิเคราะห์ปริมาณสารกาบาด้วยเครื่อง HPLC ตามวิธีของ Lee และคณะ [12] การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น เถ้า ไขมัน โปรตีน และใยอาหาร ตามวิธีมาตรฐาน AOAC วิธีที่925.10, 923.03, 922.06, 981.10 และ 985.29 ตามลำดับ สำหรับปริมาณคาร์โบไฮเดรตคำนวณโดยวิธี by difference และค่าพลังงานคำนวณจาก Atwater factors [11]

- การทดสอบกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) ด้วยวิธี DPPH ดัดแปลงจากวิธีของ Kwaw และคณะ [13]

2.5 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- ค่าสี วัดด้วยเครื่องวัดค่าสี (ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Flex ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- ค่าความแน่นเนื้อ (N) วัดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (ยี่ห้อ KSP Lab รุ่น KSP-F505 ประเทศไทย)
- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) วัดด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (ยี่ห้อ Aqualab Series 3 TE ประเทศสหรัฐอเมริกา)

2.6 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

- ตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนจุลินทรีย์ทั้งหมด ด้วยวิธี total plate count โดยใช้ เทคนิค spread plate [11]

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทำการทดสอบ 3 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วย Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

3.1 ผลคุณลักษณะผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิสุรินทร์

จากการวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ คุณลักษณะด้านคุณภาพทางเคมี ทางกายภาพและจุลชีวิทยา ผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิจังหวัดสุรินทร์ ผลแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณลักษณะผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิสุรินทร์

องค์ประกอบทางเคมี และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ	
ความชื้น (ร้อยละ)	4.03 ± 0.08
เถ้า (ร้อยละ)	0.51 ± 0.17
โปรตีน (ร้อยละ)	8.53 ± 0.07
ไขมัน (ร้อยละ)	3.47 ± 0.03
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	83.46 ± 0.23
ใยอาหาร (ร้อยละ)	0.34 ± 0.13
ปริมาณสารกาบา (มิลลิกรัม/ 100 กรัม)	9.54 ± 0.48
กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ (DPPH; มิลลิกรัม/ กรัม)	5.86 ± 0.12
คุณภาพทางกายภาพ	
ค่าสี	
L*	65.0 ± 0.47
a*	3.0 ± 0.11
b*	17.0 ± 0.13
ค่า a_w	0.42 ± 0.21
คุณภาพทางจุลชีววิทยา	
จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี ต่อ 1 กรัม)	$1.50 \times 10^3 \pm 0.16$

จากตารางที่ 2 พบว่าผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิจังหวัดสุรินทร์มีปริมาณโปรตีน และ ใยอาหาร สูง ร้อยละ 3.47 และ 7.25 สอดคล้องกับงานของ Phanurat และคณะ [14] ที่รายงานว่าจมูกข้าวกล้องงอกมีปริมาณโปรตีนและใยอาหารสูง นอกจากนี้ยังมีสารกาบา 9.54 มิลลิกรัม/100 กรัม และร้อยละการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (% DPPH radical scavenging activity) เท่ากับ 5.86

3.2 ผลคุณลักษณะขนมปังกรอบที่ใช้ผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิจังหวัดสุรินทร์ทดแทนแป้งสาลีบางส่วน

ผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมปังกรอบที่ใช้ผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิจังหวัดสุรินทร์ทดแทนแป้งสาลีบางส่วน 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0 ร้อยละ 10 ร้อยละ 20 ร้อยละ 30 และ ร้อยละ 40 ผลแสดงดังภาพที่ 1 และตารางที่ 3

ภาพที่ 1 ขนมปังกรอบที่ใช้ผงจมูกข้าวทดแทนแป้งสาลีบางส่วน

ตารางที่ 3 ผลคุณภาพทางประสาทสัมผัสขนมปังกรอบใช้ผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิจังหวัดสุรินทร์ทดแทนแป้งสาลีบางส่วน 5 ระดับ

คุณลักษณะ	ปริมาณผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิจังหวัดสุรินทร์ (ร้อยละ)				
	0	10	20	30	40
ลักษณะปรากฏ	$7.83^{a}\pm0.75$	$7.57^{b}\pm0.41$	$7.81^{a}\pm0.52$	$6.97^{c}\pm0.75$	$6.95^{c}\pm0.52$
สี	$7.73^{b}\pm0.63$	$7.70^{b}\pm0.75$	$7.75^{a}\pm1.03$	$6.25^{c}\pm1.22$	$6.55^{c}\pm1.23$
กลิ่น	$7.33^{b}\pm0.52$	$7.43^{b}\pm0.55$	$7.57^{a}\pm1.63$	$6.73^{c}\pm1.17$	$6.52^{c}\pm1.03$
รสชาติ	$7.21^{b}\pm1.33$	$7.18^{b}\pm1.26$	$7.23^{a}\pm1.34$	$6.93^{c}\pm1.17$	$6.81^{c}\pm1.75$
เนื้อสัมผัส	$7.17^{b}\pm0.52$	$7.13^{b}\pm0.55$	$7.15^{a}\pm0.83$	$6.27^{c}\pm0.75$	$6.19^{c}\pm0.89$
ความชอบโดยรวม	$7.09^{b}\pm0.89$	$7.01^{b}\pm0.75$	$7.13^{a}\pm1.83$	$6.93^{c}\pm1.47$	$6.54^{c}\pm1.97$

หมายเหตุ $^{a-c}$หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากภาพที่ 1 และตารางที่ 3 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสแสดงให้เห็นว่า การทดแทนแป้งสาลีด้วยผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิจังหวัดสุรินทร์ในระดับร้อยละ 20 ทำให้คุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมแตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \le 0.05$) อย่างไรก็ตาม คะแนนการยอมรับในทุกคุณลักษณะยังคงอยู่ในระดับสูง สะท้อนให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไม่ส่งผลเชิงลบต่อการยอมรับของผู้บริโภค ทั้งนี้อาจเนื่องจาก

ความสมดุลของกลิ่นหอมเฉพาะ รสชาติที่กลมกล่อม และการเปลี่ยนแปลงของสีและเนื้อสัมผัสไม่มากเกินไป ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ นิภาพร กุลณา และคณะ [15] และ Choi และคณะ [16] ที่พบว่าการใช้ข้าวกล้องงอกหรือจมูกข้าวงอกในระดับปานกลางช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขนมอบยังคงได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสในระดับดี ดังนั้น ผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิจังหวัดสุรินทร์ในระดับ ร้อยละ 20 จึงถือเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบ และเมื่อทำการศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยา ผลแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลคุณลักษณะทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยา ที่ผ่านการยอมรับจากผู้บริโภค

คุณลักษณะ		ร้อยละ 0	ร้อยละ 20
ทางเคมี			
ความชื้น (ร้อยละ)		$6.27^{b} \pm 0.20$	$6.72^{a} \pm 0.25$
โปรตีน (ร้อยละ)		$11.73^{b} \pm 0.11$	$12.18^{a} \pm 0.12$
ไขมัน (ร้อยละ)		$15.58^{b} \pm 0.17$	$16.09^{a} \pm 0.18$
เถ้า (ร้อยละ)		$0.72^{b} \pm 0.05$	$0.80^{a} \pm 0.10$
คาร์โบไฮเดรท (ร้อยละ)		$65.30^{a} \pm 0.14$	$64.21^{b} \pm 0.15$
ใยอาหาร (ร้อยละ)		$5.16^{b} \pm 0.25$	$5.27^{a} \pm 0.15$
พลังงาน (กิโลแคลอรี)		$450.5^{a} \pm 0.17$	$447.8^{b} \pm 0.13$
ปริมาณสารกาบา (มิลลิกรัม/ 100 กรัม)		ND	1.03 ± 0.11
กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ (DPPH; มิลลิกรัม/ กรัม)		ND	0.72 ± 0.16
ทางกายภาพ			
ค่าสี	L*	$70.79^{a} \pm 0.25$	$65.84^{b} \pm 0.49$
	a*	$11.07^{a} \pm 0.10$	$10.53^{b} \pm 0.12$
	b*	$30.51^{a} \pm 0.39$	$29.18^{b} \pm 0.05$
ค่า a_w		$0.52^{b} \pm 0.02$	$0.58^{a} \pm 0.01$
ค่าความแน่นเนื้อ (Hardness ; N)		$22.93^{b} \pm 1.32$	$25.17^{a} \pm 1.12$
ทางจุลชีววิทยา			
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/ กรัม)		2.30×10^{3b}	2.70×10^{3a}

หมายเหตุ $^{a-b}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ND หมายถึง ไม่สามารถตรวจพบ

จากตารางที่ 4 ผลคุณลักษณะของขนมปังกรอบที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิจังหวัดสุรินทร์ในระดับ ร้อยละ 20 พบว่า คุณภาพทางเคมี มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้น ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า และใยอาหาร ร้อยละ12.18 16.09 0.80 และ 5.27 ตามลำดับ นอกจากนี้ พบปริมาณสารกาบา 1.03 มิลลิกรัมต่อ100 กรัม และร้อยละการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (% DPPH radical scavenging activity) เท่ากับ 0.72 ซึ่งไม่พบในสูตรควบคุม แสดงให้เห็นว่าขนมปังกรอบที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิจังหวัดสุรินทร์ ในระดับร้อยละ 20 สามารถเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณค่าทางโภชนาการได้อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Xu และคณะ [17] และ Yang และคณะ [18] ที่พบว่าผงจมูกข้าวกล้องงอกช่วยเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระและสารกาบาในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ พบว่า ค่าสี (L*) ค่าความสว่าง (a*) ค่าสีแดง (b*) และค่าสีเหลืองของขนมปังกรอบที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิจังหวัดสุรินทร์ในระดับ ร้อยละ 20 มีค่าความสว่างลดลง ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม เป็นผลจากการใส่ผงจมูกข้าวกล้องงอกในการทำขนมปังกรอบ เนื่องจากผงจมูกข้าวกล้องงอกมีลักษณะที่เป็นผงละเอียด มีสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาลอ่อน [16] จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสูตรควบคุม ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปังกรอบถูกวัดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส พบว่า เมื่อปริมาณผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิสุรินทร์เพิ่มขึ้นส่งผลให้ขนมปังกรอบมีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น (Hardness = 25.17 N) และค่า a_w (0.58) เพิ่มขึ้นเล็กน้อย อาจเป็นผลจากผงจมูกข้าวกล้องงอกมีส่วนประกอบของน้ำมันและใยอาหารจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้น [19] สำหรับคุณภาพทางจุลชีววิทยานั้น ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของขนมปังกรอบผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิสุรินทร์ในระดับ ร้อยละ 20 มีค่าเท่ากับ 2.70×10^{3} โคโลนีต่อกรัม สูงกว่าสูตรควบคุมเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตาม ค่าที่ได้ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน [20]

4. สรุปผลการวิจัย

การใช้ผงจมูกข้าวกล้องงอกหอมมะลิจังหวัดสุรินทร์ทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในการผลิตขนมปังกรอบทำให้ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ได้ดีที่สุดที่ระดับการทดแทนร้อยละ 20 โดยให้คะแนนสูงสุดในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม นอกจากนี้ สูตรดังกล่าวยังช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพให้กับผลิตภัณฑ์ ขณะเดียวกันคุณสมบัติทางกายภาพและจุลชีววิทยายังคงอยู่ในเกณฑ์ที่สอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน จึงถือได้ว่าเป็นระดับการทดแทนที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเชิงหน้าที่ ที่ให้ความสำคัญทั้งคุณภาพและความปลอดภัย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณวิสาหกิจชุมชนเกษตรทฤษฎีใหม่ ตำบลคอโค อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ผงจมูกข้างกล้องงอกหอมมะลิสุรินทร์มาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ และหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาธุรกิจการแปรรูปอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Kwak NS, Jukes DJ. Functional foods. Part 1: The development of a regulatory concept. *Food Control*. 2001;12(2):99–107.
2. กรมการข้าว. รายงานสถานการณ์การผลิตและการตลาดข้าวหอมมะลิไทย. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2560.
3. Wu F, Yang N, Touré A, Jin Z, Xu X. Germinated brown rice and its role in human health. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2009;49(5):459–73.
4. Patil SB, Khan MK. Germinated brown rice as a value added rice product: A review. *J Food Sci Technol*. 2011; 48(6):661–7.
5. Oh CH, Oh SH. Effects of germinated brown rice extracts with enhanced levels of GABA on cancer cell proliferation and apoptosis. *J Med Food*. 2004;7(1):19–23.
6. Tian S, Nakamura K, Kayahara H. Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice, and germinated brown rice. *J Agric Food Chem*. 2004; 52(15): 4808–13.
7. Wang S, Li C, Copeland L, Niu Q, Wang S. Starch retrogradation: A comprehensive review. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2017;14(5):568–85.
8. Shewry PR, Hey SJ. The contribution of wheat to human diet and health. *Food Energy Secur*. 2016;5(3):178–202.
9. ภัทราภรณ์ แก้วกูล ประดับ เรียนประยูร วรรธนะชัย ปฐมสิริวงศ์ จุรีมาศ ฉลาดมาก และนักสิทธิ์ อุ่นจิต. การพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์จมูกข้าวเพาะกล้างอกมะลิหอมอินทรีย์สุรินทร์. สุรินทร์: มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์; 2559. 52 หน้า.
10. ศุภิสรา ปราสาททอง. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวปกาอำปึล. สุรินทร์: มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์; 2563. 102 หน้า.
11. AOAC. *Official methods of analysis of AOAC International*. 19th ed. Gaithersburg, MD: AOAC International;2016.
12. Lee MH, Han YJ, Oh SH. Effect of germination on the chemical composition and antioxidant activity of brown rice. *J Food Sci*. 2010;75(6):C394–8.
13. Kwaw E, Ma Y, Tchabo W, Apaliya MT, Wu M, Sackey AS, Xiao L. Effect of lactobacillus strains on phenolic profile, color attributes and antioxidant activities of lactic acid fermented mulberry juice. *Food Chem*. 2018; 250:148–54.
14. Phanurat T, Kijroongrojana K, Wanchaitanawong P. Physicochemical properties and bioactive compounds of germinated rice. *J Cereal Sci*. 2021;99:103190.
15. นิภาพร กุลณา สุรีย์ ทองกร พยุงศักดิ์ บุญศิริ รัศมี ตาหลวง รมิตา เรือนสังข์ และพัชรินทร์ กุลณา. การทดแทนแป้งสาลีด้วยข้าวกล้องงอก (มะลินิลสุรินทร์) ในขนมปังขาไก่. *วารสารวิจัยและนวัตกรรมการอาชีวศึกษา*. 2065;6(2):68–77.
16. Choi YH, Kim JH, Lee SY. Quality characteristics of bread added with germinated rice flour. *Food Sci Biotechnol*. 2021;30(3):395–402.
17. Xu Z, Sun W, Zhou R. Nutritional and bioactive components of germinated brown rice. *Food Chem*. 2019;278:426–33.
18. Yang Y, Chen L, Zhang H. Effect of germinated rice bran on antioxidant activity and physicochemical properties of baked products. *J Cereal Sci*. 2021;101:103–10.
19. Gunstone F. Fatty Acid and Lipid Chemistry. New York, N.Y. Chapman and Hall Company; 1996.
20. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน: ขนมปังกรอบ 523/2547. กรุงเทพฯ: มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน; 2547.