ผลของอัตราส่วนของผำและเผือกต่อคุณลักษณะของข้าวเกรียบ

EFFECT OF WATER MEAL AND TARO RATIO ON THE CHARACTERISTICS OF CRACKERS

ณัฐกานต์ มธุพจน์* วิรัชยา อินทะกันฑ์ กุลชญา สิ่วหงวน วันเพ็ญ ตรงต่อกิจ
กีรติญา สอนเนย และ ไพรวัลย์ ประมัย

Nattakan Matupoj*, Wirachya Intakan, Kunchaya Siwnguan, Wanpen Trongtorkit,
Keeratiya Sornnoey, and Phaiwan Pramai

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Program of Home Economics, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University
*corresponding author e-mail: nmthuphcn@gmail.com

(Received: 4 May 2024; Revised: 4 August 2024; Accepted: 10 August 2024)

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมของผำและเผือกต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ โดยใช้การทดลองแบบผสม (Mixture design) ในการแปรผันปริมาณส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลัง ผำ และเผือก จำนวน 6 สูตร ทำการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากผำและเผือก และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสูตรที่เหมาะสม ผลการศึกษา พบว่า คุณภาพทางกายภาพและเคมีของข้าวเกรียบจากผำและเผือกทั้ง 6 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) โดยข้าวเกรียบสูตรที่มีส่วนผสมของผำปริมาณน้อย (ร้อยละ 2) จะมีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) สูงกว่าข้าวเกรียบสูตรที่ส่วนผสมของผำปริมาณสูง (ร้อยละ 7 และร้อยละ 12) ข้าวเกรียบทั้ง 6 สูตรมีค่า water activity (a_w) อยู่ในช่วง 0.279–0.305 และมีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 2.35–3.29 อัตราการพองตัวของข้าวเกรียบขึ้นอยู่กับปริมาณผำที่เป็นส่วนผสม โดยสูตรที่มีผำปริมาณสูงส่งผลให้ข้าวเกรียบมีอัตราการพองตัวต่ำ สำหรับผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ข้าวเกรียบสูตรที่ 1 ที่มีส่วนผสมของแป้งมัน ร้อยละ 71 ผำ ร้อยละ 2 และเผือก ร้อยละ 27 ได้รับคะแนนความชอบจากผู้ทดสอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมสูงที่สุด ($P\leq0.05$) ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากผำและเผือกสูตรดังกล่าว 100 กรัม มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 3.78 2.49 7.71 3.18 3.05 และ 79.79

ตามลำดับ ผลการศึกษานี้เป็นการพัฒนาอาหารขบเคี้ยวที่มีคุณประโยชน์ต่อสุขภาพและส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: ข้าวเกรียบ ผำ เผือก

Abstract

The objective of this study was to study the mixing ratio of water meal and taro powders on the characteristics of crackers. A mixture design was used for varying the amount of cassava flour, water meal powder, and taro powder for six cracker formulas. The physical, chemical, and sensory qualities of crackers from water meal and taro were examined, while chemical compositions were analyzed for the appropriate formula. The results showed that the physical and chemical properties of the six formulas of crackers from water meal and taro were significantly different (P≤0.05). The crackers containing a low amount of water meal (2%) had higher lightness (L*), redness (a*), and yellowness (b*) values than the formulas containing a high amount of water meal (7 and 12 %). All six cracker formulas had water activity values (a_w) in the range of 0.279–0.305 and moisture contents in the range of 2.35–3.29 %. The swelling rate of the crackers depended on the amount of water meal powder used in the ingredients. The formula with a high content of water meal powder resulted in a low swelling rate of crackers. For the sensory quality, the cracker formula containing 71% cassava flour, 2% water meal powder, and 27% taro powder received the highest scores from the panelists in terms of appearance, color, smell, taste, texture (crispness), and overall liking (P≤0.05). This cracker product from water meal and taro (100 grams) contains the contents of moisture, protein, fat, ash, fiber, and carbohydrate for 3.78, 2.49,7.71, 3.18, 3.05, and 79.79%, respectively. The results of this study are intended to develop healthy snack foods and promote the use of more local ingredients.

Keywords: Cracker, Water meal, Taro

บทนำ

ข้าวเกรียบ (Cracker) เป็นผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นแผ่นบาง พองกรอบ มีรูพรุนเรียบสม่ำเสมอ ทำจากแป้งเป็นส่วนประกอบหลัก เช่น แป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง แป้งสาลี ผสมด้วยเครื่องปรุงรส บดผสมให้เข้ากัน ทำให้สุกแล้วทำเป็นรูปร่างต่างๆ

ทำให้แห้งแล้วนำไปทอดหรืออบก่อนรับประทาน (จันทร์เพ็ญ, 2550) นอกจากนี้ยังมีการนำวัตถุดิบชนิดอื่นมาเป็นส่วนผสมของข้าวเกรียบ เช่น เนื้อปลา เนื้อกุ้ง หรือธัญพืชต่างๆ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมีหลากหลายรสชาติและสีสัน ลักษณะของข้าวเกรียบจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิต เช่น ข้าวเกรียบที่ทำจากแป้งมันสำปะหลังจะมีการพองตัวที่ดี มีความหนาแน่นต่ำ มีลักษณะกรอบเบา และกรอบไม่นาน ซึ่งสามารถปรับปรุงให้ความกรอบของข้าวเกรียบอยู่ได้นานขึ้นโดยการผสมแป้งข้าวเจ้าหรือแป้งสาลีเข้าไปทดแทนแป้งมันสำปะหลัง (เพลินใจ, 2546) ส่วนข้าวเกรียบปลาที่ใช้เนื้อปลาเป็นส่วนผสมหลักจะมีลักษณะเป็นแผ่นกลมสีน้ำตาล มีกลิ่นหอม รสชาติเค็มเล็กน้อย เนื้อสัมผัสมีความกรอบ ในตัวปลาจะมีโปรตีนที่ย่อยง่าย และมีคุณค่าในการบำรุงสมอง (อรัญญา และพรหมภัสสร, 2565) ปกติแล้วข้าวเกรียบมีอายุการเก็บรักษานาน เนื่องจากกระบวนการผลิตที่มีทำให้ข้าวเกรียบแห้งด้วยการตากแห้งหรือการอบลมร้อน เพื่อลดความชื้นในผลิตภัณฑ์จึงสามารถช่วยให้มีอายุการเก็บรักษาได้นาน ซึ่งความชื้นของข้าวเกรียบดิบและข้าวเกรียบพร้อมบริโภคต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 4 และร้อยละ 12 ตามลำดับ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2554)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารด้วยวัตถุดิบท้องถิ่นเป็นแนวทางการส่งเสริมการใช้วัตถุดิบจากท้องถิ่นให้เป็นที่รู้จักแพร่หลายและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัตุดิบและผลิตภัณฑ์อาหาร อีกทางหนึ่ง ผำ (Water meal) และเผือก (Taro) เป็นพืชที่พบได้ทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทย มีการนำมาบริโภคโดยใช้ในการประกอบอาหารหลายชนิด เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่มีคุณค่าทางอาหารสูง โดยผำ (*Wolffia arrhiza (L.) Wimm.*) มีชื่อเรียกที่แตกต่างกันไปตามภูมิภาค เช่น ไข่ผำ ไข่น้ำ และไข่แหน ผำเป็นพืชน้ำที่มีดอกขนาดเล็กที่สุด ลักษณะมีสีเขียวคล้ายไข่ปลา พบได้ทั่วไปตามแหล่งน้ำที่เป็นน้ำนิ่ง เช่น บึง และหนองน้ำธรรมชาติ ผำมีปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 40 ของน้ำหนักแห้ง แต่จะมีปริมาณที่ไม่สม่ำเสมอขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำที่อาศัย และยังอุดมไปด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็น เส้นใย แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก วิตามินเอ และวิตามินซี ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (วนิดา, 2563) มีรายงานถึงฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของผำว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านจุลินทรีย์ และต้านการติดเชื้อ มีเส้นใยอาหารที่ดีต่อระบบย่อยอาหาร และช่วยรักษาภาวะซีดในคนที่เป็นโรคโลหิตจาง (Tipnee et al., 2017) จากคุณค่าประโยชน์ดังกล่าวทำให้ผำถูกนำไปใช้ประกอบเป็นอาหารหลายชนิด เช่น ไข่เจียวผำ แกงคั่วผำ อ่อมหรือส้มตำ นอกจากนี้ยังมีการเสริมลงในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหาร เช่น ลูกชิ้นหมูใส่ผำ (เตือนใจ และคณะ, 2551) ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก (ภาชณุมาศ, 2562) และบะหมี่ผำ (กุลพร และวริศชนม์, 2564) ส่วนเผือก (*Colocasia esculenta*) เป็นพืชล้มลุกอยู่ในวงศ์ Araceae และเป็นพืชเศรษฐกิจที่ได้รับความนิยมในการบริโภค เนื่องจากมีกลิ่นหอมและมีรสชาติที่ดี ประเทศไทยสามารถปลูกเผือกได้ทั่วทุกภาคตลอดทั้งปี โดยหัวเผือกมีส่วนประกอบทางอาหารที่สำคัญ คือ แป้งและแร่ธาตุต่างๆ โดยหัวเผือก

ดิบ 100 กรัม ประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ในปริมาณ 2.14 0.23 2.80 1.26 และ 23.53 กรัม ตามลำดับ และยังมีแร่ธาตุและวิตามินที่สำคัญ ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมงกานีส เหล็ก สังกะสี วิตามินซี วิตามินบี 6 ไทอามิน ไรโบพลาวิน ไนอาซิน วิตามินอี และวิตามินเค (กองโภชนาการ, 2561) เผือกสามารถนำมารับประทานได้หลายส่วน คือ หัว หัวย่อย ไหล ใบ และก้านใบ โดยเผือกถูกนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากเผือกและแป้งเผือกหลายชนิด เช่น ขนมหม้อแกง บัวลอย ตะโก้ ไอศกรีม ทองม้วน ทองพับ เม็ดขนุน ขนมเบื๊ยะ เผือกทอดและฉาบ เผือกกวน เป็นต้น (ศักรินทร์, 2559)

งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการใช้ประโยชน์จากผำและเผือก เพื่อเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบ และให้เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย โดยนำมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบโดยการทดแทนส่วนของแป้งมันสำปะหลัง ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส รวมถึงวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่พัฒนาได้ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ต้องการอาหารขบเคี้ยวที่มีคุณประโยชน์ต่อสุขภาพ เป็นการส่งเสริมให้มีการนำวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์ให้หลากหลายมากขึ้นและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์อีกทางหนึ่ง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ ได้แก่ ผำ (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) และเผือก (*Colocasia esculenta*) โดยผำได้มาจากกลุ่มชุมชนไทครั่งบ้านเกาะน้อย ตำบลหนองอ้อ อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย และเผือก (พันธุ์พิจิตร 1) ได้มาจากกลุ่มชาวบ้านวังยายมาก ตำบลท่าชัย อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย แป้งมันสำปะหลัง (ตราแมวแดงดาวเทียมลูกโลก) เกลือ (ตราปรุงทิพย์) น้ำตาลทรายขาว (ตรามิตรผล) พริกไทย (ตราไร่ทิพย์) กระเทียมไทย และน้ำมันปาล์ม (ตรามรกต)

2. การเตรียมวัตถุดิบ

ผงผำ เตรียมโดยดัดแปลงจากวิธีของ ภาชณุมาศ (2562) นำผำสดมาล้างน้ำให้สะอาด พักให้สะเด็ดน้ำ บีบน้ำออกโดยใช้ผ้าขาวบาง ทำซ้ำ 2–3 ครั้ง จากนั้นนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อน (Mallory 110) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ประมาณ 24 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะแห้ง จากนั้นนำมาบดด้วยเครื่องบด (Siam Wealth Food, WF–20B) ความเร็ว 25,000 รอบต่อนาที จนละเอียด นำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช และเก็บรักษาในถุงโพลีโพรพิลีนที่ปิดสนิท

ผงเผือก เตรียมตามวิธีของ ฤทัยภักดิ์ และคณะ (2565) โดยนำหัวเผือกมาปอกเปลือกและล้างกำจัดเศษดินที่ติดมาให้สะอาดแล้วนำหัวเผือกมาฝานเป็นแผ่นหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร นำเผือกเทลงในน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ตักขึ้นสะเด็ดน้ำ และล้างด้วยน้ำเปล่าจนหมดเมือก วางตากให้แห้งสนิทแล้วบดด้วยเครื่องบด (Siam Wealth Food, WF–20B)

ความเร็ว 25,000 รอบต่อนาที จนละเอียด นำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช จากนั้นนำมาอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จนความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 ทิ้งให้เย็นและเก็บรักษาในถุงโพลีโพรพิลีนที่ปิดสนิท

3. การเตรียมผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากผำและเผือก

3.1 การเตรียมข้าวเกรียบ สูตรการผลิตข้าวเกรียบจากผำและเผือกได้จากการคัดเลือกเบื้องต้นจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านอาหาร โดยดัดแปลงจากสูตรของ สยุมพร และเชาว์ (2561) โดยมีปริมาณส่วนผสมประกอบด้วย แป้งมันสำปะหลัง กระเทียมป่น พริกไทยป่น น้ำตาลเกลือ และน้ำร้อน ร้อยละ 50.90 0.80 1.10 1.10 1.10 และ 45.00 ตามลำดับ ทำการผสมแป้งมันสำปะหลังและส่วนผสมต่างๆ กับน้ำร้อน นวดจนส่วนผสมเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน ขึ้นรูปเป็นแท่งทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร และยาว 150 มิลลิเมตร แล้วห่อด้วยพลาสติกห่ออาหาร นำข้าวเกรียบมานึ่ง 1–2 ชั่วโมง จนสุก แล้วนำไปแช่เย็นนาน 12 ชั่วโมง นำออกมาหั่นให้เป็นแผ่นขนาดความหนา 1.50 มิลลิเมตร แล้วนำไปอบแห้งตากแดด 6 ชั่วโมง จนความชื้นไม่เกินร้อยละ 4 นำแผ่นข้าวเกรียบที่ผ่านการอบแห้งไปทอดแบบน้ำมันท่วมด้วยน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3–5 วินาที ตักข้าวเกรียบที่พองขึ้น พักให้สะเด็ดน้ำมัน รอให้เย็นและเก็บใส่ถุงหรือภาชนะที่ปิดสนิท

3.2 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากผำและเผือก โดยใช้การทดลองแบบผสม (Mixture design) ทำการแปรผันปริมาณส่วนผสมสำหรับผลิตข้าวเกรียบโดยดัดแปลงจากการทดลองของ โซเฟีย และคณะ (2562) ได้จำนวน 6 สูตร ประกอบด้วย แป้งมันสำปะหลัง (X_1) ร้อยละ 61–71 ผงผำแห้ง (X_2) ร้อยละ 2–12 และผงเผือก (X_3) ร้อยละ 27–37 ซึ่งปริมาณส่วนผสมทั้งหมด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนผสมตามการทดลองแบบผสม (Mixture design)

ส่วนผสม (กรัม)	สูตรพื้นฐาน	สูตรที่ 1 (71:2:27)	สูตรที่ 2 (61:2:37)	สูตรที่ 3 (61:12:27)	สูตรที่ 4 (66:2:32)	สูตรที่ 5 (66:7:27)	สูตรที่ 6 (61:7:32)
แป้งมันสำปะหลัง	285	171	114	114	142.5	142.5	114
ผงผำ	–	28.50	28.50	85.50	28.50	57	57
ผงเผือก	–	85.50	142.50	85.50	114	85.50	114
กระเทียม	10	10	10	10	10	10	10
พริกไทย	5	5	5	5	5	5	5
น้ำตาล	20	20	20	20	20	20	20
เกลือ	10	10	10	10	10	10	10
น้ำร้อน	230	230	230	230	230	230	230
รวม	**560**	**560**	**560**	**560**	**560**	**560**	**560**

4. การทดสอบคุณภาพ

4.1 การทดสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมี ทำการตรวจสอบคุณภาพของข้าวเกรียบดังนี้

1) ค่าสี L* a* และ b* วัดด้วยเครื่องวัดสี (3NH รุ่น NH310, China)

2) ค่า Water activity (a_w) วัดด้วยเครื่องวัด a_w (NOVASINA รุ่น Labswift–aw, Switzerland) ที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส

3) ความชื้น (Moisture content) วัดความชื้นตามวิธีของ AOAC (2016)

4) อัตราการพองตัว (Yu et al., 1981) คำนวณได้จากการนำข้าวเกรียบมาวัดค่าโดยการใช้ไม้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ค่าความละเอียด 0.05 มิลลิเมตร วัดข้าวเกรียบที่รอบแผน 4 จุด ใช้ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างละ 10 แผ่น ของแผ่นข้าวเกรียบก่อนทอดและแผ่นข้าวเกรียบหลังทอด โดยการดูสเกลหลักและสเกลเลื่อน แล้วนำผลมารวมกัน ดังสมการที่ 1

$$\text{อัตราการพองตัว (ร้อยละ)} = \frac{(a-b)}{b} x100 \quad (1)$$

กำหนดให้ a คือ ความหนาของแผ่นข้าวเกรียบหลังทอด

b คือ ความหนาของแผ่นข้าวเกรียบก่อนทอด

4.2 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทำการประเมินคุณภาพของข้าวเกรียบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9–Point hedonic scale โดยผู้ทดสอบไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน (โสภา, 2560)

5. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากผำและเผือกสูตรที่เหมาะสม ทำโดยทำการตรวจสอบปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย และคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีของ AOAC (2016)

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การทดสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ขณะที่การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) รายงานผลข้อมูลในรูปแบบค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test; DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (กุลพร และวริศชนม์, 2564)

ผลการวิจัย

1. ลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบจากผำและเผือก

ข้าวเกรียบที่พัฒนาจากผำและเผือกปริมาณที่แตกต่างกัน 6 สูตร มีลักษณะก่อนทอดและหลังทอด ดังภาพที่ 1 ก่อนการทอดข้าวเกรียบมีสีน้ำตาลอ่อนจนถึงสีเขียวเข้ม โดยข้าวเกรียบสูตรที่มีผำเป็นส่วนผสมในปริมาณสูง (สูตรที่ 3 5 และ 6) จะมีสีเข้มกว่าข้าวเกรียบสูตรที่มีผำเป็นส่วนผสมปริมาณที่ต่ำกว่า (สูตรที่ 1 2 และ 4) ขณะที่หลังการทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ข้าวเกรียบมีความเข้มของสีลดลง มีสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น และมีลักษณะพองฟูเพิ่มขึ้น

ภาพที่ 1 แผ่นข้าวเกรียบจากผำและเผือกแบบก่อนทอด (ก) และหลังทอด (ข) ที่แปรผันปริมาณแป้งมันสำปะหลัง : ผำ : เผือก อัตราส่วน (1) = 71 : 2 : 27 (2) = 61 : 2 : 37 (3) = 61 : 12 : 27 (4) = 66 : 2 : 32 (5) = 66 : 7 : 27 และ (6) = 61 : 7 : 32

2. ผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมีของข้าวเกรียบจากผำและเผือก

ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของข้าวเกรียบจากผำและเผือกที่ผ่านการทอดทั้ง 6 สูตร พบว่า ข้าวเกรียบจากผำและเผือกมีคุณลักษณะด้านกายภาพและเคมีทั้งในส่วนของค่าสี (L* a* และ b*) ค่า a_w ปริมาณความชื้น และอัตราการพองตัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังตารางที่ 2–3 ผลการวิเคราะห์ค่าสี L* a* และ b* ของข้าวเกรียบจากผำและเผือกทั้ง 6 สูตร พบว่า ข้าวเกรียบมีค่าความสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 34.34–53.12 โดยค่าความสว่างของข้าวเกรียบแปรผกผันกับปริมาณผำที่ใช้เป็นส่วนผสม ค่าความสว่างของข้าวเกรียบที่สูงที่สุดพบในข้าวเกรียบสูตรที่ 1 และ 4 ที่มีผำเป็นส่วนผสมร้อยละ 2 ของปริมาณแป้งทั้งหมด ($P \leq 0.05$) สำหรับค่าความเป็นสีแดง (a*) อยู่ในช่วง 0.84–5.72 พบว่าข้าวเกรียบสูตรที่มีส่วนผสมของผำปริมาณน้อยจะทำให้ค่าความเป็นสีแดงของข้าวเกรียบมีค่าสูง สำหรับค่าความเป็นสีเหลือง (b*) อยู่ในช่วง 2.38–11.34 พบว่า ข้าวเกรียบสูตรที่มีส่วนผสมของผำปริมาณน้อยจะทำให้ค่าความเป็นสีเหลืองของข้าวเกรียบมีค่าสูง

ตารางที่ 2 ค่าสี (L* a* และ b*) ของข้าวเกรียบจากผำและเผือก

สูตรข้าวเกรียบ (อัตราส่วน แป้งมันสำปะหลัง:ผำ:เผือก)	ค่าสี		
	L*	a*	b*
สูตรที่ 1 (71 : 2 : 27)	53.12±1.15^{a}	3.57±0.27^{c}	9.85±0.50^{b}
สูตรที่ 2 (61 : 2 : 37)	43.68±1.66^{c}	5.72±0.28^{a}	10.27±0.77^{b}
สูตรที่ 3 (61 : 12 : 27)	34.34±0.72^{e}	0.84±0.05^{e}	2.38±0.27^{e}
สูตรที่ 4 (66 : 2 : 32)	51.96±0.47^{a}	4.44±0.35^{b}	11.34±0.34^{a}
สูตรที่ 5 (66 : 7 : 27)	45.69±0.73^{b}	2.42±0.16^{d}	8.71±0.37^{c}
สูตรที่ 6 (61 : 7 : 32)	36.28±0.37^{d}	2.48±0.24^{d}	4.61±0.21^{d}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ค่า a_w ของข้าวเกรียบทั้ง 6 สูตร มีค่าอยู่ในช่วง 0.28–0.31 ซึ่งพบค่าต่ำที่สุดในข้าวเกรียบสูตรที่ 5 ขณะที่ความชื้นของข้าวเกรียบจากผำและเผือกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 2.35–3.29 โดยสูตรที่ 1 มีปริมาณความชื้นสูงที่สุด (P≤0.05) ส่วนในด้านอัตราการพองตัวของข้าวเกรียบจากผำและเผือกมีอัตราการพองตัวของข้าวเกรียบสูงที่สุด คือ สูตรที่ 1 และ 4 เท่ากับร้อยละ 91.48 และ 93.45 ตามลำดับ (P≤0.05) โดยข้าวเกรียบสูตรที่มีส่วนผสมของผำปริมาณน้อยจะทำให้อัตราการพองตัวของข้าวเกรียบมีค่าสูงกว่าการใช้ผำเป็นส่วนผสมปริมาณมาก ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่า a_w, ปริมาณความชื้น และอัตราการพองตัว ของข้าวเกรียบจากผำและเผือก

สูตรข้าวเกรียบ (อัตราส่วน แป้งมันสำปะหลัง:ผำ:เผือก)	ค่า a_w	ความชื้น (ร้อยละ)	อัตราการพองตัว (ร้อยละ)
สูตรที่ 1 (71 : 2 : 27)	0.31±0.01^{ns}	3.29±0.03^{a}	91.48±8.53^{a}
สูตรที่ 2 (61 : 2 : 37)	0.29±0.00^{ns}	2.65±0.08^{c}	67.90±6.90^{b}
สูตรที่ 3 (61 : 12 : 27)	0.30±0.00^{ns}	2.66±0.01^{c}	61.15±12.32^{b}
สูตรที่ 4 (66 : 2 : 32)	0.30±0.00^{ns}	2.57±0.13^{c}	93.45±11.69^{a}
สูตรที่ 5 (66 : 7 : 27)	0.28±0.01^{ns}	2.85±0.09^{b}	60.51±9.10^{b}
สูตรที่ 6 (61 : 7 : 32)	0.30±0.00^{ns}	2.35±0.08^{d}	58.04±13.02^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

3. ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบจากผำและเผือก

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบจากผำและเผือก โดยแปรผันปริมาณแป้งมัน ผำ และเผือก ปริมาณแตกต่างกัน จำนวน 6 สูตร ทำการพิจารณาด้านลักษณะปรากฏสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบจากผำและเผือก

คุณลักษณะ	ข้าวเกรียบจากผำและเผือก (อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลัง : ผำ : เผือก)					
	สูตรที่ 1 (71:2:27)	สูตรที่ 2 (61:2:37)	สูตรที่ 3 (61:12:27)	สูตรที่ 4 (66:2:32)	สูตรที่ 5 (66:7:27)	สูตรที่ 6 (61:7:32)
ลักษณะปรากฏ	7.02±1.53^{a}	6.58±1.49^{ab}	4.44±1.77^{e}	6.14±1.23^{bc}	5.44±1.64^{d}	5.70±1.95^{cd}
สี	7.78±1.06^{a}	6.12±1.70^{bc}	4.00±1.83^{d}	6.62±1.72^{b}	5.80±1.71^{c}	5.72±1.68^{c}
กลิ่น	6.36±1.50^{ab}	5.74±1.68^{b}	4.56±1.79^{c}	6.48±1.71^{a}	5.66±1.95^{b}	5.82±1.85^{ab}
รสชาติ	6.68±1.32^{a}	5.72±1.87^{bc}	4.62±1.72^{d}	6.32±2.05^{ab}	5.70±2.03^{bc}	5.38±1.78^{c}
เนื้อสัมผัส	7.60±1.05^{a}	5.74±1.88^{b}	5.04±1.44^{c}	5.84±1.65^{b}	5.80±1.91^{b}	5.42±2.13^{bc}
ความชอบโดยรวม	7.80±1.09^{a}	6.10±1.82^{c}	5.40±1.84^{c}	6.84±1.56^{b}	5.72±2.15^{c}	5.86±1.95^{c}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า การใช้ผำและเผือกเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ทำให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของข้าวเกรียบจากผำและเผือกมีความแตกต่างทางสถิติ (P≤0.05) โดยข้าวเกรียบจากผำและเผือกสูตรที่ 1 ได้คะแนนความชอบทุกคุณลักษณะมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบในสูตรอื่นๆ (P≤0.05) เมื่อพิจารณาแต่ละด้าน พบว่า ข้าวเกรียบจากผำและเผือกสูตรที่ 1 และ 2 มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏสูงที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีคะแนนเท่ากับ 7.02 และ 6.58 ตามลำดับ ด้านสี ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านสีของข้าวเกรียบจากผำและเผือกในสูตรที่ 1 มากที่สุดเท่ากับ 7.78 ด้านกลิ่น ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบข้าวเกรียบจากผำและเผือกในสูตรที่ 4 มากที่สุด คะแนนเท่ากับ 6.48 ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวเกรียบสูตรที่ 1 และ 6 โดยมีคะแนนเท่ากับ 6.36 และ 5.85 ตามลำดับ ด้านรสชาติ ข้าวเกรียบจากผำและเผือกสูตรที่ได้คะแนนความชอบสูงที่สุด คือ สูตรที่ 1 และ 4 โดยมีคะแนนเท่ากับ 6.68 และ 6.32 ตามลำดับ ด้านเนื้อสัมผัส ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบข้าวเกรียบจากผำและเผือกในสูตรที่ 1 มากที่สุด คะแนนเท่ากับ 7.60 ด้านความชอบโดยรวม ข้าวเกรียบจากผำและเผือกสูตรที่ 1 ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 7.80 ดังนั้นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสูตรที่ 1 ที่มีส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 71 ผำร้อยละ 2 และเผือกร้อยละ 27 เป็นสูตรที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากผำและเผือก เนื่องจากมีการพองตัวที่ดีและได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคสูงกว่าสูตรอื่นๆ ในด้านลักษณะด้าน สี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

4. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบจากผำและเผือก

องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานและสูตรที่ทดแทนแป้งมันด้วยผำและเผือกสูตรที่เหมาะสม อัตราส่วนแป้งมันร้อยละ 71 ผำร้อยละ 2 และเผือกร้อยละ 27 แสดงดังตารางที่ 5 พบว่า ปริมาณความชื้นของข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานและข้าวเกรียบสูตรที่พัฒนาจากผำและเผือกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยการทดแทนแป้งมันด้วยผำและเผือกในข้าวเกรียบทำให้ปริมาณโปรตีน เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต สูงขึ้น ขณะที่ปริมาณไขมันลดลง เมื่อเทียบกับข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน (P≤0.05) โดยข้าวเกรียบสูตรที่พัฒนาจากผำและเผือก 100 กรัม มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 3.78 2.49 7.71 3.18 3.05 และ 79.79 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานและสูตรทดแทนแป้งมันด้วยผำและเผือก (อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลัง : ผำ : เผือก = 71 : 2 : 27)

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)	ข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน	ข้าวเกรียบสูตรที่พัฒนาจากผำและเผือก
ความชื้น	3.30±0.52^{ns}	3.78±0.09^{ns}
โปรตีน	0.45±0.03^{b}	2.49±0.09^{a}
ไขมัน	25.42±1.48^{a}	7.71±0.06^{b}
เถ้า	1.56±0.00^{b}	3.18±0.14^{a}
เส้นใย	2.44±0.14^{b}	3.05±0.09^{a}
คาร์โบไฮเดรต	66.83±1.14^{b}	79.79±0.30^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาคุณภาพของข้าวเกรียบที่มีการใช้ผงผำและผงเผือกทดแทนส่วนของแป้งมันบางส่วนในปริมาณที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ค่าสี L* a* และ b* ของข้าวเกรียบทั้ง 6 สูตร มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≤0.05) โดยผงผำแห้งที่ใช้ในการผลิตข้าวเกรียบมีความเป็นสีเขียว (ค่า a* = –1.34) จึงทำให้ค่าสีทั้งค่าความสว่าง ความเป็นสีแดง และความเป็นสีเหลืองของข้าวเกรียบมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณผำอบแห้งเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีอื่นๆ ของผำหลังการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมงในการทดลองนี้มีค่า L* และ b* เท่ากับ 44.78 และ 11.02 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากในผำมีคลอโรฟิลล์ที่เป็นรงควัตถุที่ให้สีเขียว ซึ่งจะมีการเปลี่ยนเป็นฟีโอไฟติน (Pheophytins) ซึ่งมีสีเขียวอมน้ำตาลที่เข้มขึ้นหลังการให้ความร้อน และการเปลี่ยนแปลงนี้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (กุลพร และวริศชนม์, 2564; น้ำฝน, 2557) สำหรับ

ปริมาณความชื้นของข้าวเกรียบในการทดลองนี้ทั้ง 6 สูตรหลังการทอดและก่อนการทอดมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 2.35–3.29 และ 6.36–7.23 ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินที่กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของข้าวเกรียบที่ระบุว่าข้าวเกรียบพร้อมบริโภคและข้าวเกรียบดิบตองไม่เกินร้อยละ 4 และร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2554) ส่วนค่า a_w ของข้าวเกรียบที่พัฒนาจากผำและเผือกมีค่าอยู่ในช่วง 0.28–0.31 ซึ่งใกล้เคียงกับค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่ที่มีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.34–0.40 (โสภา, 2560) สำหรับด้านอัตราการพองตัวของข้าวเกรียบจากผำและเผือก สูตรที่ 1 และสูตรที่ 4 มีอัตราการพองตัวของข้าวเกรียบสูงที่สุด เนื่องจากมีส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลังในสูตรสูงกว่าสูตรอื่น โดยแป้งมันสำปะหลังมีปริมาณองค์ประกอบทางเคมี เช่น เถ้า โปรตีน และไขมัน ที่ขัดขวางการพองตัวของแป้งน้อยกว่าแป้งชนิดอื่น (Asiyanbi-Hammed & Simsek, 2016) ประกอบกับแป้งมันสำปะหลังเป็นแป้งสตาร์ชที่มีสัดส่วนของอะไมโลเพคตินที่สูงกว่าอะไมโลสในเม็ดแป้ง ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญที่ทำให้ข้าวเกรียบเกิดลักษณะฟูและกรอบ โดยทำให้เม็ดแป้งแตกตัวได้ง่าย เมื่อทำเป็นข้าวเกรียบจะได้ลักษณะที่พองตัวได้มากและยังช่วยให้ผลิตภัณฑ์พองตัวมีลักษณะโปร่งเบา (Srirot & Piyajomkwan, 2000)

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า การทดแทนส่วนผสมของแป้งมันด้วยผงผำและผงเผือกในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยการใช้ผำเป็นส่วนผสมในข้าวเกรียบปริมาณสูง (ร้อยละ 7 และร้อยละ 12) ส่งผลให้ได้รับคะแนนความชอบต่ำกว่าสูตรที่ใช้ผำเป็นส่วนผสมร้อยละ 2 เนื่องจากผำหลังกระบวนการทำให้แห้ง มีสีเขียวเข้มและมีกลิ่นเฉพาะตัวที่เป็นกลิ่นไม่พึงประสงค์ อาจทำให้ผู้ทดสอบไม่ชอบเมื่อใช้ปริมาณที่มาก ขณะที่ข้าวเกรียบสูตรที่ 1 ที่มีผำเป็นส่วนผสมร้อยละ 2 ได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติสูงที่สุด เนื่องจากการเติมผงผำในปริมาณน้อยทำให้กลิ่นและรสชาติของข้าวเกรียบจากผำและเผือกไม่มีกลิ่นและรสของผำมากเกินไป สำหรับด้านเนื้อสัมผัส การเติมผงผำและผงเผือกในปริมาณมากทำให้เนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบจากผำและเผือกมีเนื้อสัมผัสที่หยาบและแข็ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ฤทัยภักดิ์และคณะ (2565) ที่ทำการผลิตข้าวเกรียบจากแป้งมันเลือด ซึ่งพบว่าข้าวเกรียบสูตรที่ใช้แป้งมันเลือดปริมาณเพิ่มขึ้นจะทำให้แป้งที่นวดได้มีความแข็งมากขึ้น ไม่มีความยืดหยุ่น จนเกือบร่วน เนื่องจากแป้งมันเลือดและแป้งจากมันพื้นบ้านชนิดอื่นไม่มีส่วนประกอบของกลูเตน จึงไม่เกิดโครงสร้างที่จับกันเป็นก้อนเหมือนแป้งสาลีที่สามารถนวดและขึ้นรูปเป็นฟิล์มได้ (Chen et al., 2019) นอกจากนี้ผงผำและผงเผือกที่ใช้ในการทดลองนี้ได้จากกระบวนการบดแห้ง ทำให้มีองค์ประกอบทางเคมี เช่น แร่ธาตุ กากใย และสารประกอบทางธรรมชาติอื่นๆ สูงกว่าแป้งชนิดที่เป็นสตาร์ช

ซึ่งจะส่งผลต่อเนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ (Asiyanbi-Hammed & Simsek, 2016)

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน และข้าวเกรียบจากผำและเผือก พบว่า ข้าวเกรียบจากผำและเผือก มีปริมาณความชื้น โปรตีน เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน เนื่องจากผำและเผือกที่ใช้เป็นส่วนผสมมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยผำ (แห้ง) 100 กรัม ประกอบด้วย ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ปริมาณ 5.87 11.22 2.25 18.19 4.82 และ 57.65 กรัม ตามลำดับ (กุลพร และวริศชนม์, 2564) ขณะที่เผือก (ดิบ) 100 กรัม ประกอบด้วย ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ปริมาณ 70.00 2.14 0.23 2.80 1.26 และ 23.53 กรัม ตามลำดับ (กองโภชนาการ, 2561) เมื่อนำมาประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมของข้าวเกรียบส่งผลให้ข้าวเกรียบมีคุณค่าทางโภชนาการที่สูงขึ้นโดยเฉพาะโปรตีนและเส้นใย สอดคล้องกับงานวิจัยของ กุลพร และวริศชนม์ (2564) ที่เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์บะหมี่สดเสริมผำผงร้อยละ 10 กับบะหมี่สูตรพื้นฐาน พบว่า บะหมี่ที่เสริมผำผงร้อยละ 10 มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย และเถ้า สูงกว่าบะหมี่สูตรพื้นฐาน นอกจากนี้ Alflen et al. (2016) ทำการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเผือกในผลิตภัณฑ์คุกกี้ พบว่า คุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเผือกร้อยละ 30 ทำให้คุกกี้มีปริมาณความชื้น เถ้า และเส้นใย เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสูตรควบคุมที่ใช้แป้งสาลีร้อยละ 100

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่แปรผันปริมาณส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลัง ผงผำ และผงเผือก ทำให้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่ได้มีคุณภาพด้านสีและการพองตัวที่แตกต่างกันโดยเมื่อปริมาณผำที่ใช้เป็นส่วนผสมมากขึ้นส่งผลให้สีของข้าวเกรียบมีความเข้มขึ้นและมีอัตราการพองตัวลดลง สำหรับความชื้นและค่า a_w ของข้าวเกรียบเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวเกรียบ (107/2554) โดยผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสูตรที่มีส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 71 ผงผำ ร้อยละ 2 และผงเผือก ร้อยละ 27 ได้รับคะแนนความชอบจากผู้ทดสอบสูงสุดทุกด้าน ซึ่งผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากผำและเผือกสูตรดังกล่าว 100 กรัม มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 3.78 2.49 7.71 3.18 3.05 และ 79.79 ตามลำดับ โดยมีปริมาณโปรตีนและเส้นใยเพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณไขมันลดลง เมื่อเทียบกับข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเสริมวัตถุดิบที่มีคุณประโยชน์ลงในผลิตภัณฑ์อาหารสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีคุณค่าทางอาหารเพิ่มขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากวัตถุดิบท้องถิ่นให้มีความหลากหลายและมีคุณค่าทางอาหาร และเป็นการส่งเสริมการใช้วัตถุดิบจากท้องถิ่นอีกทางหนึ่ง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มชุมชนไทครั่งบ้านเกาะน้อย ตำบลหนองอ้อ และกลุ่มชาวบ้านวังยายมาก ตำบลท่าชัย อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ที่อนุเคราะห์วัตถุดิบในการทำวิจัย และขอขอบคุณหลักสูตรสาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่อนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กุลพร พุทธมี, และวริศชนม์ นิลนนท์. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมผำอบแห้ง. **วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 16**(2), 57–69.

โซเฟีย เมฆารัฐ รอมลี เจะดอเลาะ รักชนก ภูวพัฒน์, และอาสลัน หิเล. (2562). การพัฒนาผลิตภัณฑ์สูตรข้าวเกรียบปลาทูเสริมใบถั่วดาวอินคา. **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, 11**(1), 125–134.

เตือนใจ ศิริพาหนะกุล, โสภา ธงศิลา, และธนงศักดิ์ ธนูทอง. (2551). **การใช้ประโยชน์จากผำในการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร** (รายงานการวิจัย). เลย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

น้ำฝน ไชยลังกา. (2557). **ผลกระทบของสภาวะและวิธีการอบแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสาหร่ายเตา.** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

เพลินใจ ตังคณะกุล. (2546). การทำข้าวเกรียบเป็นผลิตภัณฑ์คุณภาพ. **วารสารอาหาร, 33**(2), 90–93.

ภาชณุมาศ ทองคำ. (2562). **ผลของอุณหภูมิต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในไข่ผำแห้งและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร.** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ฤทัยภักดิ์ ชาญศรี, รัสรินทร์ ฉัตรทองพิศุทธ์, และรัชวรรณ จันทเขต. (2565). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากแป้งมันเลือด. **วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์, 21**(1), 244491–244491.

วนิดา ปานอุทัย. (2563). ผำ: พืชน้ำขนาดเล็กและแหล่งโปรตีนทางเลือกเพื่อสุขภาพ. **วารสารอาหาร, 50**(4), 28–36.

สยุมพร รัตนพันธ์, และเชาว์ อินทร์ประสิทธิ์. (2561). ผลของเวลาในการนึ่งต่อคุณภาพของข้าวเกรียบจากแป้งมันสำปะหลัง. **วารสารวิทยาศาสตรและเทคโนโลยี**, **26**(3), 533–534.

โสภา ธนาเขต. (2560). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปรุงรสเสริมน้ำสกัดจากใบขลู่.** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคงพระนคร.

สำนักโภชนาการ. (2561). **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย.** กรุงเทพฯ: กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2554). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ข้าวเกรียบ (มผช. 107/2554).** สืบค้นเมื่อ 22 สิงหาคม 2565, จาก https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps107_54.pdf

ศักรินทร์ หนูนุ่ม. (2559). **การพัฒนาเครื่องปอกเปลือกเผือก.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

อรัญญา อำไพจิตร์, และพรหมภัสสร พรทวีโชคโภคิ. (2565). การผลิตและสมบัติของข้าวเกรียบปลาจากปลาเล็กปลาน้อย. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนอร์ทเทิร์น วิทยาลัยนอร์ทเทิร์น, 3**(4), 105–109.

Alflen, T.A., Quast, E., Bertan, L.C., & Bainy, E.M. (2016). Partial substitution of wheat flour with taro (Colocasia esculenta) flour on cookie quality. **Revista Ciencias Exatas e Naturais, 18**(2), 202–212.

Asiyanbi–Hammed, T.T., & Simsek, S. (2016). Comparison of physical and chemical properties of wheat flour, fermented yam flour, and unfermented yam flour. **Journal of Food Processing and Preservation, 42**(12), e13844.

AOAC, (2016). **Official Methods of Analysis.** (20th edition). U.S.A.: Washington, D.C.

Chen, Y., Fan, J., Yi, F., Luo, Z., & Fu, Y. (2003). Rapid clonal propagation of *Dioscorea zingiberensis*. **Plant Cell Tissue and Organ Culture, 73**(1), 75–80.

Srirot, K., & Piyajomkwan, K. (2000). **Starch technology** (2nd ed.). Bangkok: Kasetsart University Press.

Tipnee, S., Jutiviboonsuk, A., & Wongtrakul, P. (2017). The bioactivity study of active compounds in Wolffia globosa extract for an alternative source of bioactive substances. **Cosmetics, 4**(4), 53.

Yu, S.Y., Mitchell, J.R., & Abdullah, A. (1981). Production and acceptability testing of fish cracker prepared by the extrusion method. **Journal of Food Technology, 16**(1), 51–58.