บทความวิจัย

ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2568
วารสาร มรภ.กพ. วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี
Journal of KPRU Science Mathematics and Technology

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบข้าวพองเพื่อสุขภาพ

Development of healthy puffed rice product prototype

นุกูล อินทกูล, เจษฎา ใจดี, ภัทราวรรณ์ จันธิมา, น้ำทิพย์ เรืองดี*
โปรแกรมวิชานวัตกรรมอาหารและการเกษตร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เชียงราย 57100
Nukul Intakul, Jessada Jaidee, pattarawan Chanthima, Namthip Ruangdee*
Food Innovation and Agriculture Program, Faculty of Science and Technology,
Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai Province 57100

บทคัดย่อ

การวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาข้าวพองต้นแบบให้มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีและเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ โดยศึกษาสายพันธุ์ข้าวต่ออัตราการพองตัวของข้าว และศึกษาสัดส่วนและส่วนประกอบที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ข้าวพองเพื่อสุขภาพ ผลการศึกษาพบว่า สายพันธุ์ข้าวมีผลต่ออัตราการพองตัวของข้าวและความชื้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยอัตราการพองตัวของข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 มีค่าสูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 260.17 และมีค่าความชื้นเท่ากับ ร้อยละ 5.98 และจากการศึกษาสัดส่วนและส่วนประกอบที่เหมาะสมของข้าวพองเพื่อสุขภาพ พบว่าสัดส่วนของข้าวพอง ผงถั่วเหลือง และผงฟักทองมีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส และองค์ประกอบทางเคมีของข้าวพองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยข้าวพองเพื่อสุขภาพที่ประกอบด้วยอัตราส่วนข้าวพอง ไข่ขาว น้ำ น้ำตาล เกลือ และผงถั่วเหลือง ไม่มีส่วนผสมผงฟักทอง ในปริมาณร้อยละ 66.7, 14.8, 1.8, 8.9, 0.4 และ 7.5 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ได้รับคะแนนการความชอบรวมสูงที่สุด เท่ากับ 8.24 ซึ่งอยู่ในความชอบระดับมาก ผลิตภัณฑ์มีปริมาณเถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 1.78, 10.75, 1.62, 0.50, 81.87 โดยน้ำหนักตามลำดับ มีความชื้นเท่ากับร้อยละ 3.48 และค่าปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 0.22 ข้าวพองเพื่อสุขภาพที่ได้มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี มีปริมาณโปรตีน เส้นใยอาหาร และแร่ธาตุสูงขึ้นจากไข่ขาวและผงถั่วเหลือง และมีปริมาณไขมันต่ำกว่าข้าวพองที่ได้จากการทอดประมาณ 10 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวแต๋นพองกรอบด้วยการทอดในน้ำมัน

คำสำคัญ : ข้าวพอง, ข้าวเหนียว, อาหารเพื่อสุขภาพ

*Corresponding author : namthip.rua@crru.ac.th
Received : 08/01/2025 Revised : 13/03/2025 Accepted : 26/09/2025

Abstract

The development of the healthy food product was conducted due to the consumer demand that tends to continuously increase. This research aims to develop the prototype puffed rice product with good nutrition and suitable for healthy food. The effect of rice varieties on the rate of puffing and the appropriate component ratio for a healthy puffed rice development were observed. The result founded that rice varieties were significantly affected by puffing rate ($p<0.05$). The RD6 Rice had the highest puffing rate at 260.17% w/v, followed by San Pa Tong Rice, Kiaw Ngoo Rice and Purple Rice at 195.84, 175.00 and 150.00% w/v, respectively. The component ratio of puffed rice, soybean powder and pumpkin powder was significantly affected on sensory acceptance and chemical compositions ($p<0.05$). The optimum ingredients for developed a healthy puffed rice product were puffed rice 66.7%, egg white 14.8%, water 1.8%, sugar 8.9% salt 0.4% and soybean powder 7.5% w/w. Product received overall liking score with 8.24, which is the most like level. The proximate analysis of product was as following; ash 1.78% w/w, protein 10.75% w/w, fat 1.62% w/w, dietary fiber 0.55% w/w, carbohydrate 81.87% w/w, moisture 3.48% and water activity was 0.22. The healthy puffed rice showed good nutritional value. Protein, dietary fiber and mineral content were increased due to the egg white and soybean powder in the formula. The fat content in prototype product was approximately 10 times lower than the puffed rice obtained from frying.

Keywords: puffed rice, sticky rice, healthy food

ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบัน ผู้บริโภคที่มีการศึกษา และอาศัยอยู่ในเมืองใหญ่ มีพฤติกรรมการบริโภคเปลี่ยนไป โดยให้ความสำคัญในการดูแลสุขภาพมากขึ้น ส่งผลให้ตลาดเพื่อสุขภาพมีแนวโน้มเพิ่มสูงอย่างต่อเนื่อง [1] โดยเฉพาะกลุ่มอาหารสำเร็จรูปและขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพที่ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้น ได้แก่ อาหารที่มีสัดส่วนของน้ำตาลและไขมันต่ำ ให้พลังงานต่ำ มีโปรตีนและเส้นใยอาหารสูง

ข้าวพอง (Puffed Rice) เป็นผลิตภัณฑ์จากข้าวที่ได้จากการทำให้แป้งในเมล็ดข้าวสุกและอุ้มน้ำไว้ในโครงสร้าง หรือที่เรียกว่า การเกิดเจลาติไนเซชั่น (Gelatinization) เมื่อนำเมล็ดข้าวสุกไปลดความชื้นลง แล้วนำเมล็ดข้าวไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงด้วยการคั่วหรือทอดในน้ำมัน น้ำในโครงสร้างของแป้งจะเกิดการระเหยเป็นไอน้ำ เกิดแรงดันโครงสร้างของเมล็ดข้าวให้พองและมีความกรอบเกิดขึ้น การพองตัวของเมล็ดข้าวขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณเกลือ และสายพันธุ์ข้าว จากรายงานการศึกษา พบว่า ที่ระดับความชื้นประมาณร้อยละ 10-13 โดยน้ำหนัก และการเติมเกลือในน้ำที่ใช้ในการแช่ข้าวในปริมาณร้อยละ 3 โดยน้ำหนักจะช่วยให้เมล็ดข้าวมีการพองตัวได้ดี [2,3] นอกจากนั้น อัตราการพองตัวของข้าวแต่ละสายพันธุ์ยังมีความแตกต่างกัน [4] เนื่องจากมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณอะไมโลส อะไมโลเพคตินแตกต่างกัน ในข้าวเหนียวจะมี

ปริมาณอะไมโลเพคตินเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเม็ดสตาร์ช (starchgranule) เป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคส (glucose) ที่จัดเรียงตัวเป็นสายตรงและสายแขนง เมื่อนำไปผานการต้มจนสุกจะมีลักษณะใส เหนียว เจลออน และเกิดการคืนตัวไดยาก (retrogradation) จึงมีผลตอการพองตัว [5]

ผลิตภัณฑ์ข้าวพองที่เป็นที่นิยมในประเทศไทย อาทิ ข้าวแต๋น หรือขนมนางเล็ดเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวพองที่เกิดจากภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยเฉพาะภาคเหนือและอีสานที่บริโภคข้าวเหนียว ซึ่งข้าวแต๋นมีองค์ประกอบทางเคมีประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน เถ้าทั้งหมด เส้นใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรตในปริมาณร้อยละ 6.16 , 21.42, 0.91, 0.20 และ 71.31 โดยน้ำหนักทั้งหมด ตามลำดับ [6] ข้าวแต๋นจึงเป็นขนมขบเคี้ยวที่ให้พลังงานสูง มีไขมันและน้ำตาลในปริมาณสูง งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวพองเพื่อสุขภาพที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน โดยนำข้าวเหนียวสายพันธุ์ที่มีในท้องถิ่นมาแปรรูปให้เป็นข้าวพองเพื่อสุขภาพ ลดปริมาณไขมัน เพิ่มปริมาณโปรตีนและเพิ่มคุณค่าโภชนาการที่ดี ด้วยวัตถุดิบในท้องถิ่น เช่น ถั่ว และผักต่าง ๆ โดยศึกษาสายพันธุ์ข้าวต่ออัตราการพองตัวของข้าว และศึกษาสัดส่วนและส่วนประกอบที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ข้าวพองเพื่อสุขภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพจากวัตถุดิบท้องถิ่นที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน และสร้างมูลค่าเพิ่มผลผลิตข้าวเหนียวในท้องถิ่นได้ ต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสายพันธุ์ข้าวเหนียวที่มีผลต่อการพองตัวของข้าว

ศึกษาผลของสายพันธุ์ข้าวต่อการพองตัวของข้าวเหนียวท้องถิ่น 4 สายพันธุ์ ได้แก่ สันป่าตอง ข้าวเหนียว กข 6 ข้าวเหนียวเขี้ยวงู และข้าวเหนียวก่ำ เตรียมข้าวพอง โดยแช่ข้าวเหนียวในน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก ในอัตราส่วนข้าวและน้ำเกลือเท่ากับ 1 : 2 เป็นเวลานาน 5 ชั่วโมง จากนั้นนำมาสะเด็ดน้ำ แล้วนึ่งเป็นเวลา 30 นาที พักข้าวเหนียวสุกไว้จนเย็น แบ่งใส่ถุงพลาสติก (HDPE: High Density Polyethylene) เก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 – 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำข้าวมาแยกเป็นเมล็ดแล้วเกลี่ยลงบนถาด เก็บในตู้เย็นอีก 48 ชั่วโมง แล้วนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อน รุ่น DH410 (Zolftech innovatiom) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 4 ชั่วโมง และนำไปอบให้พองด้วยเตาอบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 30 วินาที ตัวอย่างถูกนำไปวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ ปริมาณความชื้น ด้วยวิธี AOAC 2020 [7], วิเคราะห์การพองตัวของข้าว (Expansion Ratio) ตามวิธีการของ Suchada Maisont and Woatthichai Narkrugsa, (2009) [2] โดยชั่งน้ำหนักข้าว 5 กรัม วัดปริมาตรข้าวด้วยกระบอกตวง (V1) แล้วนำไปอบด้วยเตาไฟฟ้าอุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส 30 วินาที วัดปริมาตรข้าวพอง (V2) แล้วคำนวนเป็นค่าอัตราการพองตัวของข้าว ดังนี้

$$\text{Expansion Ratio (ER)} = \frac{V2-V1}{V1} \times 100$$

นำข้อมูลคุณภาพไปวิเคราะห์ทางสถิติวางแผนการทดลองทางสถิติแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Rang Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 27.0 เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเหนียว

2. ศึกษาสัดส่วนและส่วนประกอบที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ข้าวพองเพื่อสุขภาพ

2.1 ศึกษาปริมาณของข้าวพองที่เหมาะสมในการเตรียมข้าวพองเคลือบผงถั่วเหลือง

ข้าวเหนียวที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 1 นำมาศึกษาสัดส่วนของข้าวพองที่เหมาะสมในการเตรียมข้าวพองเคลือบผงถั่วเหลือง กำหนดสัดส่วนของข้าวพองแตกต่างกันใน 3 ระดับ คือ 50, 70 และ 90 กรัม โดยน้ำหนัก โดยมีส่วนผสมหลักคงที่ ไข่ขาว น้ำ น้ำตาล เกลือ และผงถั่วเหลือง 20, 2.5, 12, 0.5 และ 10 กรัม โดยน้ำหนักตามลำดับ ทำการผลิตข้าวพองเคลือบผงถั่วเหลือง โดยนำส่วนผสมไข่ขาว น้ำตาล เกลือ และน้ำเย็น ปั่นผสมที่ความเร็วสูงเป็นเวลา 3 นาที จนกลายเป็นโฟมไข่ขาว จากนั้นนำผงถั่วเหลืองคนผสมกับโฟมไข่ขาวจนเป็นเนื้อเดียวกัน นำข้าวพองลงไปคลุกเคล้าให้ส่วนผสมทั้งหมดเคลือบข้าวพองอย่างสม่ำเสมอ แล้วขึ้นรูปด้วยพิมพ์ซิลิโคน อบในเตาอบไฟฟ้า รุ่น DH410 (Zolftech innovatiom) ที่อุณหภูมิ 120 องศาสเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที [8] จะได้ข้าวพองเคลือบผงถั่วเหลือง ตัวอย่างที่ได้นำไปทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9 point hedonic scale ใช้กลุ่มผู้บริโภคทั่วไปทดสอบชิม จำนวน 30 คน วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อหาสัดส่วนของข้าวพองที่เหมาะสมในการเตรียมข้าวพองเคลือบผงถั่วเหลือง

2.2 ศึกษาสัดส่วนของผงถั่วเหลืองและผงฟักทองที่เหมาะสมในการเตรียมข้าวพองเพื่อสุขภาพ

ศึกษาสัดส่วนของผงถั่วเหลืองและผงฟักทองที่เหมาะสมในการเตรียมข้าวพองเพื่อสุขภาพ โดยเตรียมข้าวพองตามผลการศึกษาข้อที่ 2.1 กำหนดสัดส่วนผงถั่วเหลืองและผงฟักทองแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0, 1.8 และ 3.7 ดังแสดงในตารางที่ 1 ตัวอย่างทั้งหมดนำไป วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis) ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และเส้นใยอาหาร ตามวิธีการของ AOAC (2020) [7] และวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w) ด้วยเครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (Aqua Lab 4TE) และทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9 point hedonic scale ใช้กลุ่มผู้บริโภคทั่วไปทดสอบชิม จำนวน 30 คน วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมในการเตรียมข้าวพองเพื่อสุขภาพ

ตารางที่ 1 : ส่วนประกอบของข้าวพองเพื่อสุขภาพที่มีผงถั่วเหลืองและผงฟักทองแตกต่างกัน 3 ระดับ

ส่วนประกอบ	สูตร 1 (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	สูตร 2 (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	สูตร 3 (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
ไข่ขาว (กรัม)	20 (14.8%)	20 (14.8%)	20 (14.8%)
น้ำเย็น (กรัม)	2.5 (1.8%)	2.5 (1.8%)	2.5 (1.8%)
น้ำตาล (กรัม)	12 (8.9%)	12 (8.9%)	12 (8.9%)
เกลือ (กรัม)	0.5 (0.4%)	0.5 (0.4%)	0.5 (0.4%)
ผงถั่วเหลือง (กรัม)	10 (7.4%)	7.5 (5.6%)	5 (3.7%)
ผงฟักทอง (กรัม)	0 (0%)	2.5 (1.8%)	5 (3.7%)
ข้าวพอง (กรัม)	90 (66.7%)	90 (66.7%)	90 (66.7%)
รวมน้ำหนักทั้งหมด	**135**	**135**	**135**

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาสายพันธุ์ข้าวเหนียวที่มีผลต่อการพองตัวของข้าว

จากการศึกษาผลของสายพันธุ์ข้าวที่มีต่อการพองตัวของข้าว โดยได้เลือกสายพันธุ์ข้าวที่มีอยู่ในท้องถิ่น 4 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวเหนียวสันป่าตอง ข้าวเหนียว กข6 ข้าวเขี้ยวงู และข้าวก่ำ นำไปวิเคราะห์คุณภาพ หาอัตราการพองตัว และปริมาณความชื้น จากตารางที่ 2 พบว่า สายพันธุ์ข้าวมีผลต่ออัตราการพองตัวของข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยข้าวเหนียว กข6 มีอัตราการพองตัวของข้าวสูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 260.17±5.60 โดยปริมาตร รองลงมาได้แก่ ข้าวเหนียวสันป่าตอง ข้าวเขี้ยวงู และข้าวก่ำ มีอัตราการพองตัวของข้าว เท่ากับร้อยละ 195.84±5.89, 175.00±11.79 และ 150.00±0.00 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ในด้านปริมาณความชื้นของข้าวพอง พบว่า สายพันธุ์ข้าวมีผลต่อความชื้นของข้าวพองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยปริมาณความชื้นในข้าวเหนียวสันป่าตอง และข้าวเหนียวกข6 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ 5.56 และ 5.98 โดยน้ำหนัก ข้าวพองทั้ง 4 สายพันธุ์มีปริมาณความชื้น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ค่าอัตราการพองตัวของข้าวมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น ซึ่งการพองตัวของข้าวประกอบไปด้วยปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ความชื้นเริ่มต้นของข้าวก่อนการพองตัว อุณหภูมิ และระยะเวลาของการให้ความร้อน [9] รวมถึงปัจจัยด้านสายพันธุ์ข้าวมีผลต่ออัตราการพองตัวของข้าว [4] สายพันธุ์ข้าวมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณอะไมโลส อะไมโลเพคตินแตกต่างกัน ในข้าวเหนียวจะมีปริมาณอะไมโลเพคตินเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเม็ดสตาร์ช

(starchgranule) เป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคส (glucose) ที่จัดเรียงตัวเป็นสายตรงและสายแขนง เมื่อนำไปผ่านการต้มจนสุกจะมีลักษณะใส เหนียว เจลออน และเกิดการคืนตัวได้ยาก (retrogradation) จึงมีผลต่อการพองตัว [5] ซึ่งข้าวเหนียว กข6 มีอัตราการพองตัวสูงสุด มีปริมาณอะไมโลสร้อยละ 29-31 [10] สอดคล้องกับการศึกษาของ Chardraekhar and Chattopadhyay (1991) [11] พบว่าข้าว ที่มีการพองตัวดีที่สุดได้แก่ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสอยู่ประมาณร้อยละ 28.5 จากการศึกษานี้จึงได้เลือกข้าวเหนียวที่มีอัตราการพองตัวมากที่สุด ได้แก่ ข้าวเหนียวกข6 เป็นวัตถุดิบในการศึกษาขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 2 : อัตราการพองตัวและปริมาณความชื้นของข้าวเหนียวแต่ละสายพันธุ์

สายพันธุ์ข้าวเหนียว	**อัตราการพองตัว** (ร้อยละโดยปริมาตร)	**ปริมาณความชื้น** (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
ข้าวสันป่าตอง	195.84±5.89^{b}	5.56±0.18^{b}
ข้าวกข6	260.17±5.60^{a}	5.98±0.12^{b}
ข้าวเขี้ยวงู	175.00±11.79^{c}	6.68±0.23^{a}
ข้าวก่ำ	150.00±0.00^{d}	7.11±0.25^{a}

หมายเหตุ: ตัวเลขในแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2. ผลการศึกษาสัดส่วนและส่วนประกอบที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ข้าวพองเพื่อสุขภาพ

2.1 ศึกษาปริมาณของข้าวพองที่เหมาะสมในการเตรียมข้าวพองเคลือบผงถั่วเหลือง

จากการศึกษาปริมาณของข้าวพองที่เหมาะสม โดยนำข้าวเหนียวกข6 มาเตรียมข้าวพอง แล้วนำข้าวพองมาเคลือบผงถั่วเหลือง โดยมีส่วนประกอบและสัดส่วนของข้าวพองแตกต่างกัน 3 ระดับ ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสแสดงดังตารางที่ 3 พบว่า ปริมาณของข้าวพองทั้ง 3 ระดับ มีผลต่อระดับคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของข้าวพองเคลือบผงถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อพิจารณาปริมาณข้าวพองที่ 50 และ 70 กรัม พบว่า มีคะแนนความชอบรวมเท่ากับ 4.40 ± 1.85 และ 6.50 ±1.43 ซึ่งอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย และชอบเล็กน้อย ตามลำดับ แต่ข้าวพองเคลือบผงถั่วเหลืองที่มีปริมาณข้าวพอง 90 กรัม มีค่าระดับคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมสูงที่สุด เท่ากับ 7.74 ±1.22, 7.50±1.43, 8.00±1.11, 8.03±0.93 และ 8.17±0.83 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับชอบถึงชอบมาก ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ นรินทร์ (2563) [12] ได้ศึกษาอัตราส่วน ข้าวเจ้า:ข้าวเหนียว โดยใช้ข้าวเจ้าได้แก่ ปลายข้าวหอมมะลิและปลายข้าวเหนียว กข6 ในการทำข้าวแตน พบว่าอัตราส่วน ข้าวเจ้า:ข้าวเหนียว 0:100 เป็นสูตรที่มีคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านลักษณะปรากฏ, กลิ่น, รสชาติ, เนื้อสัมผัส) และความชอบรวมสูงที่สุด อยู่ในระดับชอบ ดังนั้นในการคัดเลือกสัดส่วนข้าวพอง 90 กรัมจึงเหมาะสมต่อการนำไปศึกษาขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 3 : ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของข้าวพองเคลือบผงถั่วเหลืองที่สัดส่วนของข้าวพองแตกต่างกัน

ปริมาณข้าวพอง (กรัม)	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
50	5.87 ± 2.10^{b}	5.03 ± 1.52^{c}	4.6 ± 2.13^{c}	3.10 ± 2.14^{c}	4.40 ± 1.85^{c}
70	6.33 ± 1.49^{b}	6.47 ± 1.38^{b}	6.53 ± 1.72^{b}	5.90 ± 1.47^{b}	6.50 ±1.43^{b}
90	7.47 ± 1.22^{a}	7.50 ± 1.43^{a}	8.00 ± 1.11^{a}	8.03 ± 0.93^{a}	8.17 ± 0.83^{a}

หมายเหตุ **:** ตัวเลขในแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2.2 ผลศึกษาสัดส่วนของผงถั่วเหลืองและผงฟักทองที่เหมาะสมในการเตรียมข้าวพองเพื่อสุขภาพ

จากการศึกษาสัดส่วนผงถั่วเหลืองและผงฟักทองที่เหมาะสม โดยเตรียมข้าวพองตามผลการศึกษาในขั้นตอนที่ 2.1 นำข้าวพองมาเคลือบผงถั่วเหลืองและผงฟักทอง โดยมีสัดส่วนของผงถั่วเหลืองและผงฟักทองแตกต่างกัน 3 ระดับ ผลทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสตารางที่ 4 พบว่า สัดส่วนของผงถั่วเหลืองและผงฟักทองมีผลต่อระดับคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของข้าวพองเพื่อสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยการเพิ่มอัตราส่วนของผงฟักทองมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื่องจากผงฟักทองมีสีเหลืองเข้ม และกลิ่นเฉพาะของฟักทองที่เข้มข้นมากกว่าฟักทองสด ส่งผลทำให้ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของผู้ทดสอบลดลงได้ ส่วนข้าวพองเพื่อสุขภาพที่เคลือบผงถั่วเหลืองเพียงอย่างเดียว (สูตรที่ 1) มีค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความชอบรวมสูงที่สุดเท่ากับ เท่ากับ 8.24±0.78 ซึ่งอยู่ในระดับชอบมาก

ตารางที่ 4 : ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของข้าวพองเพื่อสุขภาพที่สัดส่วนของผงถั่วเหลืองและผงฟักทองแตกต่างกัน

อัตราส่วนของผงถั่วเหลืองต่อผงฟักทอง (ร้อยละ)	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
1 (10.0: 0.0)	7.44±1.26^{a}	7.40±1.50^{a}	8.00±1.16^{a}	8.04±0.94^{a}	8.24±0.78^{a}
2 (7.5: 2.5)	7.08±1.53^{a}	6.08±2.12^{b}	6.24±1.72^{b}	5.64±1.82^{b}	6.48±1.61^{b}
3 (5.0: 5.0)	5.64±1.93^{b}	5.12±1.97^{b}	5.12±1.94^{c}	5.36±2.14^{b}	5.56±1.98^{c}

หมายเหตุ: ตัวเลขในแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกัน มีความแตกกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างข้าวพองเพื่อสุขภาพเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมจากตารางที่ 5 พบว่าการเคลือบผงถั่วเหลืองและผงฟักทองมีผลทำให้ปริมาณโปรตีน เส้นใยอาหาร และเถ้าทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่ปริมาณไขมัน และคาร์โบไฮเดรตลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบการเคลือบผงถั่วเหลืองและผงฟักทองในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่า การเพิ่มอัตราส่วนของฟักทองมีผลทำให้ปริมาณไขมันในข้าวพองลดลง แต่มีผลทำให้ปริมาณเถ้าทั้งหมด และเส้นใยอาหารเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่ปริมาณโปรตีนมีแนวโน้มลดลง ซึ่งฟักทองประกอบไปด้วย ใยอาหาร วิตามิน และแร่ธาตุต่างๆ ฟักทองยังมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ สารประกอบฟีนอล และฟลาโวนอยด์สูง [13] จึงกล่าวได้ว่าผงฟักทองเป็นส่วนประกอบที่ช่วยเพิ่มปริมาณแร่ธาตุและเส้นใยอาหารที่ดี เมื่อพิจารณาสัดส่วนผงถั่วเหลือง พบว่าการเพิ่มผงถั่วเหลืองส่งผลให้ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น และคาร์โบไฮเดรตลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื่องจากถั่วเหลืองมีโปรตีนมากกว่าร้อยละ 50 มีกรดอะมิโนที่จำเป็น ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกาย มีคาร์โบไฮเดรต ไขมัน แร่ธาตุและใยอาหารสูง นอกจากนี้ยังมีสารต้านอนุมูลอิสระไอโซฟลาโวน (Isoflavone) ที่สามารถป้องกันการติดเชื้อ ป้องกันการเกิดโรคมะเร็งเต้านม มะเร็งปอด ลด LDL และเพิ่ม HDL คอเลสเตอรอล ป้องกันการเกิดโรคหัวใจ และโรคเบาหวานชนิดที่ 2 [14] ผงถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบที่ช่วยเพิ่มปริมาณโปรตีน และลดปริมาณคาร์โบไฮเดรตในข้าวพองลงได้ และการเคลือบข้าวพองด้วยส่วนประกอบที่มีไขมันต่ำยังช่วยลดปริมาณไขมันในข้าวพองลงประมาณ 10 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวแต๋นที่พองกรอบด้วยการทอดในน้ำมันมีปริมาณไขมัน ร้อยละ 21.42 โดยน้ำหนัก [5]

ในด้านปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) พบว่า ข้าวพองเคลือบผงถั่วเหลืองมีค่าความชื้นและ ปริมาณน้ำอิสระ ต่ำกว่าข้าวพองสูตรควบคุม เนื่องมาจากในขั้นตอนการอบข้าวพองเคลือบผงถั่วเหลืองและผงฟักทองใช้อุณหภูมิสูง 120 องศาเซลเซียส และนานถึง 30 นาที ทำให้เกิดการระเหยของน้ำในอาหารในปริมาณสูง ค่าปริมาณน้ำอิสระของข้าวพองสูตรควบคุม เท่ากับ 0.36 ส่วนตัวอย่างข้าวพองเพื่อสุขภาพมีค่าค่าปริมาณน้ำอิสระอยู่ในช่วง 0.20 - 0.22 ซึ่งไม่เกินเกณฑ์ข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ผลิตภัณฑ์ข้าวพอง (มผช.๗๔๓/๒๕๖๒) [15]

ตารางที่ 5 : องค์ประกอบทางเคมีของข้าวพองเพื่อสุขภาพที่มีสัดส่วนของผงถั่วเหลืองและผงฟักทองแตกต่างกัน

อัตราส่วนของผงถั่วเหลืองต่อผงฟักทอง (ร้อยละ)	ความชื้น (% by wt.)	เถ้า (% by wt.)	โปรตีน (% by wt.)	ไขมัน (% by wt.)	เส้นใย (% by wt.)	คาร์โบไฮเดรต (% by wt.)	ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)
ควบคุม	4.33±0.11^{a}	1.07±0.00^{d}	7.49±1.64^{c}	2.09±0.03^{a}	0.22±0.00^{d}	84.81±0.05^{a}	0.36±0.01^{a}
1 (10.0: 0)	3.48±0.03^{b}	1.78±0.01^{c}	10.75±0.13^{a}	1.62±0.01^{b}	0.50±0.00^{c}	81.87±0.11^{c}	0.22±0.00^{b}
2 (7.5: 2.5)	3.40±0.06^{b}	1.85±0.01^{a}	10.69±0.07^{a}	1.56±0.16^{b}	0.60±0.01^{b}	81.91±0.21^{c}	0.21±0.01^{b}
3 (5.0: 5.0)	3.13±0.02^{c}	1.83±0.00^{b}	9.77±0.09^{b}	1.36±0.12^{b}	0.88±0.05^{a}	83.03±0.14^{b}	0.20±0.00^{b}

หมายเหตุ: ตัวเลขในแนวตั้งที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวพองเพื่อสุขภาพ โดยใช้ข้าวจากท้องถิ่นในจังหวัดเชียงราย พบว่าพันธุ์ข้าวที่มีอัตราการพองตัวมากที่สุด ได้แก่ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 เหมาะแก่การนำไปพัฒนาสูตรข้าวพองเพื่อสุขภาพ โดยเพิ่มปริมาณโปรตีน และเส้นใยอาหารด้วยวัตถุดิบที่มีในท้องถิ่น สัดส่วนและส่วนประกอบที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ข้าวพองเพื่อสุขภาพ ประกอบด้วย ปริมาณข้าวพอง 90 กรัม และสัดส่วนผงถั่วเหลืองต่อฟักทอง 10.0: 0.0 เป็นสูตรที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ข้าวพองเพื่อสุขภาพ ซึ่งได้คะแนนความชอบรวมอยู่ในระดับชอบมาก ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี โดยมีปริมาณโปรตีนสูง มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลง และปริมาณไขมันลดลงกว่า 10 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวพองที่ผ่านการทอดน้ำมันซึ่งมีมีปริมาณไขมัน ร้อยละ 21.42 โดยน้ำหนัก รวมถึงเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการทางด้านวิตามิน แร่ธาตุ และสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในถั่วเหลืองซึ่งเป็นผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ โปรแกรมวิชานวัตกรรมอาหารและการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ สถานที่ และสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Silanoi, Thongrawee. (2018). The influence of attitude towards predicting the intention to buy diet supplementary product: A case study in Roi Kaen Sa Ra Sin area. KKU Research Journal of Humanities and Social Sciences (Graduate Study), 6(1), 1-10.

[2] Suchada, M. and Woatthichai, N. (2009). Effects of salt, moisture content and microwave power on puffing qualities of puffed rice. Faculty of Agro Industry, King Mongkut's Institute ofTechnology Ladkrabang..

[3] Hetal. K. Bhatt and D.C. Joshi. (2014). Standardization of pretreatments for production of ready-to-puff rice using microwave energy. Journal of Grain Processing and Storage, 1(2), 47-53.

[4] HOKE K., HOUŠOVÁ J. and HOUŠKA M. (2005): Optimum conditions of rice puffing – Review. Journal of Food Science, 23(1), 1–11.

[5] ชลลดา ไรขาม และ อรวรรณ ริ้วทอง. (2561). ผลของอุณหภูมิและเวลาพัฟฟิงต่อคุณภาพของข้าวพองที่ผลิตจาก ข้าวเหนียวกล้อง กข 6. วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง. 27(1), 42-54

[6] กัญญา สุจริตวงศานนท์, สมจิต อ่อนเหม, ช่อลัดดา เที่ยงพุก และยุวดี พีรพรไพศาล. (2553). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นสาหร่ายไก. วารสารอาหาร, 40(1), 73-81

[7] AOAC. (2020). Official methods of analysis of AOAC International. 20th edn. AOAC International, Maryland.

[8] บัณฑิต ไพรีขยาด และปิยวัฒน์ กิจจานนท์. (2559). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจาก ข้าวเหนียว. วิจัยวิทยาศาสตร์บัณฑิต.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

[9] Murugesan, G., Bhattacharya, K.R. (1986). Studies on puffed rice. I. Effect of processing conditions. Journal of Food Science and Technology, 3(4), 197-202.

[10] กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. (กุมภาพันธ์, 2567). องค์ความรู้เรื่องข้าว:ข้าวเหนียว กข6. Active leaning for All. https://webold.ricethailand.go.th/rkb3/Varieties.htm

[11] Chardraekhar, P.R. and Chattopadhyay P.K. (1991). Rice puffing in relation to its varietal characteristics and processing conditions. Journal of Food Process Engineering. 14(4), 261-277

[12] นรินทร์ เจริญพันธ. (2563) การใช้ประโยชน์จากปลายข้าวเพื่อผลิตข้าวแตน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 28(12), 2150-2163

[13] Gomes, R.S., de Almeida C.F., Chagas, R.R., Fara, J.S., and da Silva, D.J.H. (2020). Winter squash (CucurbitamoschataD.) displays promising nutritional aspects in fruits, seeds and in the seed oil. Journal of PlantBiochemistry & Physiology, 8(2), 248-253

[14] Adelakun, O.E., Duodu, K.G., Buys, E. and Olanipekun, B.F. (2013). Potential use of soybean flour (glycinemax) in food fortification. Editor, Rijeka, InTech.

[15] สำนักงาน มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม. (2562). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ข้าวพอง มผช. 743/2562. กระทรวงอุตสาหกรรม