การพัฒนากระบวนการผลิตข้าวควบจากแป้งข้าวเหนียว
Process Development for Crispy Rice Cake from Glutinous Rice Flour

วาสนา แก้วโพธิ์*
Watsana Kaewpho*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University
***Corresponding author E-mail: watsanakaewpho1108@gmail.com**
(Received: February 13, 2024; Revised: May 10, 2024; Accepted: June 4, 2024)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิตข้าวควบตามภูมิปัญญา สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นแป้ง พัฒนากระบวนการผลิตข้าวควบให้สามารถปรับใช้อุปกรณ์การผลิตที่หาได้ง่ายโดยใช้แป้งข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบแทนการผลิตจากเมล็ดข้าวเหนียวตามภูมิปัญญา

ผลการศึกษาพบว่าการทำข้าวควบตามภูมิปัญญาเดิมต้องใช้อุปกรณ์สำคัญคือครกมอง (ครกกระเดื่อง) ที่จะต้องใช้ตำข้าวเหนียวที่นึ่งสุกแล้วให้กลายเป็นก้อนแป้งที่มีเนื้อเนียนละเอียด ก่อนจะคลึงให้เป็นแผ่นกลม นำไปตากแดดจนแผ่นแป้งแห้ง และทำให้พองกรอบด้วยวิธีการย่างไฟ การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นแป้งข้าวควบพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งแผ่นแป้ง คือ อุณหภูมิ 60˚C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ส่วนความหนาของแผ่นแป้งที่เหมาะสมคือแผ่นแป้งที่รีดจากก้อนแป้งน้ำหนัก 14 กรัม/100 ตารางเซนติเมตร การพัฒนากระบวนการผลิตข้าวควบ มีขั้นตอนเริ่มตั้งแต่การผสมวัตถุดิบทั้งหมด (ได้แก่ แป้งข้าวเหนียว น้ำตาลทรายแดง เกลือ และน้ำ) จนเป็นเนื้อเดียวกัน การนึ่งให้แป้งสุกเป็นเวลา 30 นาที การนวดก้อนแป้งสุกเป็นเวลา 30 นาที การรีดก้อนแป้งเป็นแผ่นแป้ง น้ำหนักก้อนแป้ง 14 กรัมต่อพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร การอบแห้งแผ่นแป้งที่อุณหภูมิ 60 ˚C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง การตัดแผ่นแป้งเป็นรูปร่างที่ต้องการ และการอบให้พองกรอบด้วยเตาอบลมร้อน อุณหภูมิ 200 ˚C เป็นเวลา 5 นาที

ผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของข้าวควบสูตรพัฒนากระบวนการผลิต พบว่า ผลิตภัณฑ์มีรสชาติและกลิ่นที่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) กับสูตรภูมิปัญญา โดยได้รับคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบมากถึงมากที่สุด แต่เมื่อเปรียบเทียบลักษณะเนื้อสัมผัส ซึ่งเป็นคุณลักษณะคุณภาพที่เป็นเอกลักษณ์ของข้าวควบ พบว่า สูตรพัฒนากระบวนการผลิตมีความพองเบา น้อยกว่าสูตรภูมิปัญญา (ค่าความแข็งมากกว่า) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) แต่ก็อยู่ในระดับที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับระดับชอบปานกลางถึงมาก โดยมีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.35 (แป้งข้าวเหนียว) และ 7.20 (แป้งข้าวก่ำ) ส่วนคะแนนการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 7.44 และ 7.36 ตามลำดับ สูตรที่ใช้แป้งข้าวก่ำเป็นวัตถุดิบ ได้คะแนนความชอบด้านสีและกลิ่น สูงกว่าสูตรที่ผลิตจากแป้งข้าวเหนียว ในขณะที่ข้าวควบสูตรภูมิปัญญาได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดในทุกคุณลักษณะ รวมถึงมีปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระสูงกว่าสูตรพัฒนากระบวนการผลิต

คำสำคัญ: การพัฒนากระบวนการผลิต ข้าวควบ แป้งข้าวเหนียว

Abstract

The purposes of this research were to study the process of producing crispy rice cakes using traditional methods, study the suitable conditions of producing for use with glutinous rice flour raw material and easily available equipment.

The results of the study found that big wood mortar was important equipment for making crispy rice cake by traditional method. Hot steamed glutinous rice was pounded into dough, before being rolled into a round shape, drying rice dough sheet by sunlight and made crispy by grilling. The suitable conditions to produced rice dough sheets found that suitable temperature to replace using sunlight is 60˚C for 1 hour while the appropriate thickness of rice dough sheets is 14 g/100 cm^2. Development of crispy rice cake

production process there are steps as follows: mixing all the ingredient together (glutinous rice flour, water, brown sugar and salt), steaming until the dough is cooked for 30 minutes, kneading cooked dough for 30 minutes, rolling the dough into sheets with a thickness 14 g/cm^2, drying dough sheets in hot air oven at 60°C for 1 hour, cutting dough sheets into shapes and baking until crispy by convection oven at 200°C for 5 minutes.

The sensory attribute acceptance of developed process recipe and traditional recipe were similar for the best taste and aroma. The products were accepted at level of high to very high preference. Texture and overall acceptance of the developed process were accepted at level of moderate to high preference. While the traditional recipe was accepted at level of high to very high preference for every characteristic. Moisture content and water activity of traditional recipe was higher than developed process recipe.

Keywords: Process development, Crispy rice cake, Glutinous rice flour

บทนำ

ข้าวถือได้ว่าเป็นทั้งอาหารและยาของมนุษย์ เนื่องจากข้าวมีสารอาหารที่มีความสมดุล และไม่ก่อให้เกิดภูมิแพ้เหมือนธัญพืชอื่น [1] ขนมจากข้าวได้รับความนิยมมากในภาคเหนือ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ขนมพื้นบ้าน เช่น ข้าวแต๋น ข้าวแคบ และข้าวควบ เป็นต้น ข้าวควบ (ภาษาเหนือ) คือ ข้าวเกรียบว่าว (ภาษากลาง) และข้าวโป่ง (ภาษาอิสาน) เป็นขนมพื้นบ้านจากข้าวเหนียวที่มีความเป็นเอกลักษณ์ [2] ด้วยลักษณะเนื้อสัมผัสที่พองตัว กรอบ เบา นุ่ม และยังมีปริมาณไขมันต่ำมาก ด้วยกระบวนการผลิตที่ใช้วิธีย่างไฟให้กรอบ ไม่ใช้วิธีการทอดในน้ำมัน จึงถือว่าเป็นขนมเพื่อสุขภาพได้ แต่ข้าวควบก็มีจุดอ่อนของผลิตภัณฑ์คือแตกหักได้ง่าย รวมไปถึงกรรมวิธีการทำที่ยุ่งยาก ต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะที่หาไม่ได้ทั่วไป เช่น ครกมอง (ครกกระเดื่อง) เป็นอุปกรณ์หลักที่ใช้ตำข้าวเหนียว รวมไปถึงต้องอาศัยการตากแห้งด้วยวิธีธรรมชาติ ทำให้ไม่สามารถผลิตขนมพื้นบ้านชนิดนี้อย่างต่อเนื่องเชิงธุรกิจ ดังนั้นถ้าสามารถพัฒนากระบวนการผลิตข้าวควบให้สามารถประยุกต์ใช้อุปกรณ์ร่วมสมัยในการผลิตได้ เช่น เตาอบ หรือเครื่องผสมอาหารที่ใช้กับอุตสาหกรรมเบเกอรี่ เข้ามาทดแทนอุปกรณ์เฉพาะในการทำข้าวควบ ก็จะส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มมูลค่าและคุณค่าให้แก่ขนมพื้นบ้านชนิดนี้ได้มากยิ่งขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบ

แป้งข้าวเหนียว : ตราช้างฟันเฟือง ชนิดพิเศษ (โม่น้ำ) ผลิตจากห้างหุ้นส่วนจำกัดโรงงานแป้งเจียมสุทธภักดี ลำปาง เลขที่ 79/6 พหลโยธิน อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง

แป้งข้าวเหนียวดำ : แป้งชนิดโม่แห้ง จากตลาดบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

น้ำตาลทรายแดง : ตรามิตรผล ผลิตโดยบริษัท รวมเกษตรอุตสาหกรรมจำกัด 365 หมู่ 1 อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น

เกลือ : ตราปรุงทิพย์ จาก บริษัท อุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด

ข้าวควบสูตรภูมิปัญญา : ผลิตจากแม่อนงค์ สมประสงค์ 17 หมู่ 9 บ้านป่าแฝก ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

อุปกรณ์

1. เครื่องผสมอาหาร Kitchen aid (KSM90, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
2. ตู้อบแห้งแบบถาด Mallory (ห้างหุ้นส่วนจำกัดแสงเอกซัพพลายส์)
3. เตาอบลมร้อน Otto (CG 706, บริษัทออตโต้คิงส์กลาสจำกัด)

วิธีการ

1. ศึกษาขั้นตอนการผลิตข้าวควบตามภูมิปัญญา

ใช้กระบวนการวิจัยแบบมีส่วนร่วมเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกต สัมภาษณ์แบบเจาะลึก แม่อนงค์ สมประสงค์ [3] ผู้ผลิตข้าวควบชุมชนบ้านป่าแฝก ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

2. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นแป้งข้าวควบ

2.1) ศึกษาอุณหภูมิในการอบแห้งแผ่นแป้งแทนการตากแดด

นำแป้งข้าวควบที่ผลิตตามภูมิปัญญาไปขึ้นรูปเป็นแผ่น (ใช้น้ำหนักก้อนแป้ง 14 กรัมต่อพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร) แล้วนำไปทำให้แห้งที่ 4 สภาวะ ได้แก่ ตากแดด 4 ชั่วโมง, อบแห้งที่ 50 ˚C 1 ชั่วโมง, อบแห้งที่ 60 ˚C 1 ชั่วโมง และอบแห้งที่ 70 ˚C 1 ชั่วโมง หลังจากแห้งแล้วขึ้นรูปให้พองกรอบในเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วนำไปวิเคราะห์ผล ได้แก่

2.1.1) การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ประเมินความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมกับผู้ทดสอบชิม 30 คน ใช้แบบประเมิน 9 point hedonic scale กำหนดให้คะแนนเท่ากับ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และคะแนนเท่ากับ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด วางแผนการทดลองแบบ RCBD (3 ซ้ำ) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

2.1.2) ปริมาณความชื้น (%)

วิเคราะห์ตามวิธีการของ AOAC (2000) ใช้ตัวอย่างละ 2 กรัม (3 ซ้ำ)

2.2) ศึกษาความหนาของแผ่นแป้งที่เหมาะสม

นำแป้งข้าวควบที่ผลิตตามภูมิปัญญาขึ้นรูปเป็นแผ่นให้มีความหนาแตกต่างกัน 3 ระดับ(น้ำหนักแป้ง 14 กรัมต่อพื้นที่ 100 cm^2, น้ำหนักแป้ง 20 กรัมต่อพื้นที่ 100 cm^2 และน้ำหนักแป้ง 30 กรัมต่อพื้นที่ 100 cm^2) นำไปอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นนำแผ่นแป้งมาตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาด 2 เซนติเมตร x 6 เซนติเมตร นำไปขึ้นรูปให้พองกรอบในเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสแล้วนำไปวิเคราะห์ผล ได้แก่

2.2.1) การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ประเมินความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมกับผู้ทดสอบชอม 30 คน ใช้แบบประเมิน 9 point hedonic scale วางแผนการทดลองแบบ RCBD (3 ซ้ำ) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

2.2.2) วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยการวัดค่าเนื้อสัมผัส

วัดค่าความแข็ง (Hardness) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส Brookfield ametex (CTX,ประเทศสหรัฐอเมริกา) ใช้หัว probe แบบแทงทะลุ (ทำ 10 ซ้ำ) วางแผนการทดลองแบบ CRD วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

3. พัฒนากระบวนการผลิตข้าวควบให้สามารถใช้อุปกรณ์การผลิตที่หาได้ง่าย โดยใช้แป้งข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบ แทนการผลิตจากเมล็ดข้าวเหนียวตามภูมิปัญญา

3.1) การพัฒนากระบวนการผลิตข้าวควบแบบใหม่

3.1.1) ทำการเปลี่ยนวัตถุดิบเป็นแป้งข้าวเหนียว น้ำตาลทรายแดง เกลือ และน้ำ โดยหาสัดส่วนที่เหมาะสม

3.1.2) ทำการทดลองเบื้องต้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนากระบวนการผลิตข้าวควบจากแป้งข้าวเหนียว แล้วกำหนดออกมาเป็นขั้นตอน โดยใช้ขั้นตอนการผลิตข้าวควบตามภูมิปัญญาเป็นแนวทางในการพัฒนา

3.1.3) ทดลองผลิตข้าวควบด้วยกระบวนการใหม่ที่พัฒนาขึ้นทั้งหมด 3 สูตร แล้วเปรียบเทียบคุณภาพผลิตภัณฑ์กับข้าวควบสูตรภูมิปัญญา โดยนำมาวิเคราะห์ผล ดังนี้

3.2) การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์ ได้แก่

3.2.1) การวัดค่าเนื้อสัมผัส

โดยวัดค่าความแข็ง (Hardness) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส Brookfield ametex (CTX, ประเทศสหรัฐอเมริกา) ใช้หัว probe แบบแทงทะลุ (จำนวน 10 ซ้ำ) วางแผนการทดลองแบบ CRD วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

3.2.2) การวัดค่าสี (L*,a* และ b*)

วัดด้วยเครื่อง Reflection spectrometer (Avantes, ประเทศสหรัฐอเมริกา) (จำนวน 10 ซ้ำ) โดยวัดค่าความสว่าง (L*) มีค่า 0-100 โดย 0 หมายถึง วัตถุที่มีค่าความสว่างสีดำ 100 หมายถึง วัตถุที่มีค่าความสว่างสีขาว ; ค่าสีของวัตถุ (a*) + หมายถึงวัตถุมีสีแดง - หมายถึง วัตถุมีสีเขียว ; ค่าสีของวัตถุ (b*) + หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง - หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน

3.2.3) การวัดปริมาณน้ำอิสระ (Aw)

วัดด้วยเครื่อง Aqualab (CX4TE,ประเทศสหรัฐอเมริกา) วัดตัวอย่างปริมาณ 2 กรัม ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

3.2.4) ปริมาณความชื้น (%)

วิเคราะห์ตามวิธีการของ AOAC (2000) ใช้ตัวอย่างปริมาณ 2 กรัม ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

3.3) ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส

การประเมินความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมกับผู้ทดสอบชิม 30 คน ใช้แบบประเมิน 9 point hedonic scale วางแผนการทดสอบแบบ RCBD (3 ซ้ำ) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

3.1 ผลการศึกษาขั้นตอนการผลิตข้าวควบตามภูมิปัญญา

ชุมชนบ้านป่าแฝกหมู่ 9 ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ในอดีตเคยเป็นชุมชนที่ชาวบ้านประกอบอาชีพทำข้าวควบ ปัจจุบันอาชีพดังกล่าวได้สูญหายไปเกือบหมดเหลือเพียงครอบครัวเดียวที่ยังคงทำอาชีพนี้อยู่ มีขั้นตอนการทำดังนี้

1. ใช้ข้าวเหนียว (พันธุ์ กข.6) แช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นนำไปนึ่งให้สุก

2. ตำข้าวเหนียวนึ่งในครกมอง (ครกกระเดื่อง) ขณะร้อน จนเม็ดข้าวแหลกกลายเป็นก้อนแป้งเหนียว

3. เติมน้ำตาลปี๊บและเกลือเล็กน้อยแล้วตำต่อไปให้เข้ากันดี

4. ได้ก้อนแป้งที่มีเนื้อเนียนละเอียดดีแล้ว ดึงก้อนแป้งออกเป็นลูกขนาดเท่าผลมะนาว นำไปรีดให้เป็นแผ่นบางบนใบตอง โดยผสมน้ำมันพืชกับไข่แดงที่ต้มสุก ทาใบตองเพื่อป้องกันไม่ให้แป้งติด

5. ตากแผ่นแป้งบนไม้ไผ่สาน ตากแดดทิ้งไว้ครึ่งวัน กลับด้านเพื่อให้แผ่นแป้งแห้งสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น

6. เก็บแผ่นแป้งเรียงซ้อนกันเก็บไว้ 1 คืน รุ่งขึ้นนำมาย่างบนไฟอ่อน ๆ ที่ก่อด้วยฟืนหรือเตาถ่าน โดยใช้ไม้ไผ่สานขัดแตะกลับด้านไปมาหลาย ๆ ครั้ง จนแผ่นแป้งพองเหลืองและกรอบ

3.2 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นแป้งข้าวควบ

3.2.1 ผลการอุณหภูมิในการอบแห้งแผ่นแป้งแทนการตากแดด

จากการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ของข้าวควบผลิตตามภูมิปัญญาที่ผ่านการทำให้แห้งที่ 4 สภาวะ พบว่าแผ่นแป้งที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิ 60°C เวลา 1 ชั่วโมง ได้คะแนนความชอบทุกคุณลักษณะสูงที่สุด โดยได้คะแนนการยอมรับโดยรวม 7.13 รองลงมาได้แก่ แผ่นแป้งที่ทำให้แห้งโดยการตากแดด (6.95) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิ 50°C เวลา 1 ชั่วโมง (4.50) และการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70°C เวลา 1 ชั่วโมง (4.06) ดังนั้นจึงเลือกใช้อุณหภูมิ 60°C เวลา 1 ชั่วโมงเป็นอุณหภูมิในการอบแห้งแผ่นแป้งข้าวควบแทนการตากแดด

ตารางที่ 1 การยอมรับทางประสาทสัมผัสของข้าวควบที่ผ่านการทำให้แห้งทั้ง 4 สภาวะ

ลักษณะคุณภาพ	การตากแดด	50°C,1 ชม.	60°C,1 ชม.	70°C,1 ชม.
ลักษณะปรากฏ	5.76 ± 1.07^{b}	4.63 ± 1.24^{c}	7.13 ± 0.90^{a}	3.06 ± 0.80^{c}
สี	6.13 ± 0.93^{b}	4.56 ± 1.03^{c}	7.07 ± 0.96^{a}	3.50 ± 0.96^{d}
กลิ่น	6.13 ± 0.86^{a}	4.00 ± 0.97^{b}	6.50 ± 0.77^{a}	3.38 ± 0.89^{b}
รสชาติ	6.44 ± 0.90^{a}	4.13 ± 1.12^{b}	6.45 ± 0.82^{a}	3.31 ± 0.87^{c}
ลักษณะเนื้อสัมผัส	6.44 ± 0.67^{a}	4.15 ± 0.84^{b}	7.00 ± 0.95^{a}	3.18 ± 0.75^{c}
การยอมรับโดยรวม	6.95 ± 0.72^{a}	4.50 ± 0.79^{b}	7.13 ± 0.67^{a}	4.06 ± 0.80^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของข้าวควบผลิตตามภูมิปัญญาที่ผ่านการทำให้แห้งที่ 4 สภาวะ พบว่าแผ่นแป้งที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิ 60°C เวลา 1 ชั่วโมง ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด มีปริมาณความชื้น 14.50% ส่วนแผ่นแป้งที่ทำให้แห้งโดยการตากแดดมีปริมาณความชื้น 15.11% ซึ่งการอบแห้งทั้ง 2 สภาวะนี้ให้ผลิตภัณฑ์ข้าวควบที่มีการพองตัวที่ดีสอดคล้องกับผลการศึกษาของวิชมณี ยืนยง พุทธกาล และพรนภา น้อยพันธ์ [4] ที่พบว่าการใช้อุณหภูมิสูงเวลาสั้น (HTST) ในการขึ้นรูปให้ผลิตภัณฑ์มันเทศพองตัว (puffing) ผลิตภัณฑ์ต้องมีความชื้นหลังการอบแห้งเหลือ 14±1% จึงจะทำให้เกิดการพองกรอบ

ตารางที่ 2 ปริมาณความชื้นของข้าวควบที่ผ่านการทำให้แห้งทั้ง 4 สภาวะ

สภาวะทำให้แห้ง	ปริมาณความชื้น(%)
อุณหภูมิ 50°C, 1ชม.	16.67 ± 0.10
อุณหภูมิ 60°C, 1ชม.	14.50 ± 0.10
อุณหภูมิ 70°C, 1ชม.	12.23 ± 0.08
การตากแดด, 4 ชั่วโมง	14.95 ± 0.12

3.2.2 ผลการศึกษาความหนาของแผ่นแป้งที่เหมาะสม

จากการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของข้าวควบผลิตตามภูมิปัญญาขึ้นรูปให้เป็นแผ่นที่มีความหนาแตกต่างกัน 3 ระดับ พบว่าแผ่นแป้งที่คลึงจากก้อนแป้งน้ำหนัก 14 กรัม/100 ตารางเซนติเมตร หลังจากผ่านความร้อนให้พองกรอบแล้วได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดทุกคุณลักษณะ โดยผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับโดยรวม สูงที่สุด (7.23) แตกต่างจากแผ่นแป้งที่มีความหนาอีก 2 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 3 การยอมรับทางประสาทสัมผัสของข้าวควบที่มีความหนาของแผ่นแป้งต่างกัน 3 ระดับ

ลักษณะคุณภาพ	น้ำหนักแป้ง 14กรัม/100cm^2	น้ำหนักแป้ง 20กรัม/100cm^2	น้ำหนักแป้ง 30กรัม/100cm^2
ลักษณะปรากฏ	6.90 ± 1.14^a	6.23 ± 1.05^b	5.84 ± 1.24^c
สี	6.98 ± 1.08^a	6.26 ± 1.11^b	6.13 ± 1.08^b
กลิ่น	6.44 ± 1.24^a	6.41 ± 1.09^a	6.39 ± 1.15^a
รสชาติ	6.95 ± 1.02^a	6.04 ± 1.12^b	5.39 ± 1.23^c
ลักษณะเนื้อสัมผัส	7.17 ± 0.98^a	4.90 ± 0.88^b	3.50 ± 1.17^c
การยอมรับโดยรวม	7.23 ± 0.70^a	5.21 ± 0.91^b	3.88 ± 0.89^c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารด้วยการวัดค่าความแข็ง (Hardness) ของข้าวควบที่มีความหนาของแผ่นแป้งต่างกัน 3 ระดับ เปรียบเทียบกับขนมอบกรอบจากข้าวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด (ตราโดโซะ) พบว่า แผ่นแป้งที่คลึงจากก้อนแป้งน้ำหนัก 14 กรัม/100cm^2 หลังจากผ่านความร้อนให้พองกรอบแล้ว มีค่าความแข็งต่ำที่สุด (146) รองลงมาคือขนมกรอบจากข้าวโดโซะ (259) การให้ผลเช่นนี้เนื่องจากขนมกรอบโดโซะใช้วัตถุดิบที่เป็นแป้งข้าวเจ้าซึ่งมีปริมาณอะมิโลสสูงกว่าข้าวเหนียว สอดคล้องกับที่เพลินใจ ตังคณากุล [5] ได้อธิบายว่าแป้งสุกที่ประกอบด้วยอะมิโลสสูงจะมีลักษณะแข็ง ส่วนแป้งที่มีอะมิโลเพคตินสูง จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีการพองตัวดี น้ำหนักเบาและเปราะง่าย

ส่วนแผ่นแป้งที่คลึงจากก้อนแป้งน้ำหนัก 30 กรัม/100 ตารางเซนติเมตร มีค่าความแข็งมากที่สุด (733) ค่าที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสเป็นไปในทิศทางเดียวกับคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมที่ให้คะแนนต่ำที่สุดทุกคุณลักษณะ

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่าความแข็ง (Hardness) ของแผ่นแป้งข้าวควบที่มีความหนาแตกต่างกัน เทียบกับขนมอบกรอบจากข้าว

ความหนาของแผ่นแป้ง	ค่าความแข็ง (Hardness) g force
14 กรัม (ต่อพื้นที่ 100cm^2)	146 ± 48
20 กรัม (ต่อพื้นที่ 100cm^2)	352 ± 102
30 กรัม (ต่อพื้นที่ 100cm^2)	733 ± 163
ขนมอบกรอบจากข้าว “โดโซะ”	259 ± 70

3.3) ผลการศึกษาการพัฒนากระบวนการผลิตข้าวควบ ให้สามารถใช้อุปกรณ์การผลิตที่หาได้ง่าย และใช้แป้งข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบแทนการใช้เมล็ดข้าวเหนียว

3.3.1) ผลการพัฒนากระบวนการผลิตข้าวควบแบบใหม่

3.3.1.1 สัดส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ ประกอบด้วย แป้งข้าวเหนียว 48%, น้ำ 38%, น้ำตาลทรายแดง 13.5% และเกลือ 0.5%

3.3.1.2) ผลจากการทำการทดลองเบื้องต้น เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนากระบวนการผลิตข้าวควบจากแป้งข้าวเหนียว โดยใช้ขั้นตอนการผลิตข้าวควบตามภูมิปัญญาเป็นแนวทางในการพัฒนา สามารถกำหนดขั้นตอนการพัฒนากระบวนการผลิตออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1) ผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกัน จนมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน

ขั้นตอนที่ 2) ทำให้แป้งสุก โดยการนึ่งในน้ำเดือด เป็นเวลา 30 นาที

ขั้นตอนที่ 3) การนวดแป้งสุก ในเครื่องผสมอาหารด้วยความเร็วต่ำ เป็นเวลา 30 นาที

ขั้นตอนที่ 4) การรีดก้อนแป้งเป็นแผ่นแป้ง โดยคลึงด้วยลูกกลิ้งผิวเรียบ ให้มีความหนาของแผ่นแป้งเท่ากับ 14 กรัมต่อพื้นที่ 100 cm^2

ขั้นตอนที่ 5) การอบแผ่นแป้งให้แห้ง ในตู้อบลมร้อนแบบถาด ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 6) การทำรูปร่างแผ่นแป้ง ตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 2x6 cm

ขั้นตอนที่ 7) การอบให้พองกรอบ ในเตาอบลมร้อน ที่อุณหภูมิสูง 200 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

3.3.1.3 ผลการทดลอง ผลิตข้าวควบด้วยกระบวนการผลิตใหม่ที่พัฒนาขึ้น ทั้งหมด 3 สูตร เปรียบเทียบกับข้าวควบที่ผลิตแบบภูมิปัญญา ได้แก่

สูตร 1 ใช้แป้งข้าวเหนียว ผลิตตามกระบวนการที่พัฒนาทุกขั้นตอน

สูตร 2 ใช้แป้งข้าวก่ำ ผลิตตามกระบวนการที่พัฒนาทุกขั้นตอน

สูตร 3 ใช้แป้งข้าวเหนียว ผลิตตามกระบวนการที่พัฒนา ยกเว้นขั้นตอนที่ 3

สูตร 4 ข้าวควบที่ผลิตแบบภูมิปัญญา

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของข้าวควบที่ผ่านการพัฒนากระบวนการทั้ง 3 สูตร เปรียบเทียบกับข้าวควบที่ผลิตตามภูมิปัญญา พบว่า ข้าวควบผลิตตามภูมิปัญญา มีค่าความแข็งต่ำที่สุด (57) รองลงมาได้แก่ ข้าวควบสูตร 1 (151) ข้าวควบสูตร 2 (155) และข้าวควบสูตร 3 มีค่าความแข็งสูงที่สุด (317) และมีความแตกต่างทางสถิติกับสูตร 1 และสูตร 2

ข้าวควบที่ผลิตตามภูมิปัญญา มีค่าความแข็งน้อยที่สุด เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีลักษณะพองตัวมากที่สุด เมื่อเปรียบกับข้าวควบที่ผ่านการพัฒนากระบวนการผลิตทุกสูตร สอดคล้องกับผลการศึกษาของจิรรัชต์ กันทะชู้ และคณะ [6] ที่สรุปว่า ความแข็งของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว เกิดจากอัตราการพองตัวของผลิตภัณฑ์ที่มีเพิ่มขึ้น ทำให้ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ลดลง มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งน้อย เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสูตร 1 สูตร 2 และสูตร 3 จะเห็นว่าสูตรที่มีขั้นตอนการนวดก้อนแป้งสุก (สูตร 1 และสูตร 2) ส่งผลทำให้ค่าความแข็งของข้าวควบลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ เพลินใจ ตั้งคณากุล [5] ได้สรุปว่า การนวดเป็นขั้นตอนสำคัญขั้นตอนหนึ่งของการทำข้าวเกรียบ จะทำให้ลักษณะปรากฏของข้าวเกรียบ มีรูพรุนสม่ำเสมอ และพองตัวพอดี นอกจากนั้นยังพบว่าการนวดก้อนแป้งสุก ส่งผลให้ความหนืดของแป้งลดลงทำให้การรีดแผ่นแป้งสามารถทำได้ง่ายขึ้น สอดคล้องกับที่ กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ [7] ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของแป้งเปียกไว้ว่า การกวนหรือผสมแป้งเปียก แรงเฉือนที่เกิดขึ้นจะตัดเม็ดแป้งที่พองตัวบางส่วน ทำให้ความหนืดของแป้งลดลง

สีของข้าวควบเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่มีเอ็นไซม์เกี่ยวข้องหรือปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) โดยมีความร้อนเป็นปัจจัยเร่งให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น ผลการวิเคราะห์ค่าสีของข้าวควบทั้ง 4 สูตรพบว่าสูตร 1 และสูตร 3 (ทำจากแป้งข้าวเหนียว) มีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) สูงกว่าข้าวควบที่ผลิตตามภูมิปัญญา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เป็นผลมาจากการใช้น้ำตาลทรายแดงเป็นวัตถุดิบในการผลิต ส่วนสูตร2 (ทำจากแป้งข้าวก่ำ) พบว่ามีค่าความสว่าง (L*) แล้วค่าสีเหลือง (b*) ต่ำกว่าข้าวควบที่ผลิตตามภูมิปัญญาเกิดจากสีของรงควัตถุแอนโทไซยานินในข้าวก่ำ

เมื่อพิจารณาปริมาณความชื้นของข้าวควบทั้ง 4 สูตรพบว่าสูตรที่ผลิตตามภูมิปัญญามีปริมาณความชื้นสูงกว่า สูตร 1 สูตร 2 และสูตร 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ทุกสูตรก็เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช:1143/2549) [8] กำหนดไว้ (ไม่เกิน 15%) ส่วนปริมาณน้ำอิสระของข้าวควบทั้ง 4 สูตร พบว่ามีค่าไม่เกิน 0.6 เป็นไปตามมาตรฐานของอาหารแห้ง ซึ่งจะทำให้เกิดการเน่าเสียจากจุลินทรีย์ได้ยาก

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของข้าวควบที่ผ่านการพัฒนากระบวนการผลิตเทียบกับข้าวควบแบบภูมิปัญญา

ลักษณะคุณภาพ	สูตร1	สูตร2	สูตร 3	ข้าวควบผลิตแบบภูมิปัญญา
ค่าความแข็ง	151 ± 38^{b}	155 ± 42^{b}	317 ± 49^{c}	57 ± 28^{a}
ค่าสี				
ค่าความสว่าง(L*)	39.31 ± 6.44^{a}	20.22 ± 1.28^{c}	40.16 ± 6.35^{a}	35.29 ± 0.45^{b}
ค่าสีแดง(a*)	4.97 ± 0.89^{b}	10.23 ± 0.61^{c}	5.23 ± 0.80^{b}	2.62 ± 1.07^{a}
ค่าสีเหลือง(b*)	20.78 ± 2.56^{a}	8.05 ± 1.77^{c}	21.14 ± 2.30^{a}	11.20 ± 1.21^{b}
ปริมาณความชื้น(%)	3.48 ± 0.10^{a}	3.25 ± 0.12^{a}	3.53 ± 0.11^{ab}	5.22 ± 0.10^{b}
ปริมาณน้ำอิสระ	0.36 ± 0.02^{b}	0.32 ± 0.01^{a}	0.37 ± 0.02^{b}	0.42 ± 0.04^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสในลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอบรับโดยรวม ของข้าวควบที่ผ่านการพัฒนากระบวนการผลิต ทั้ง 3 สูตรเทียบกับข้าวควบที่ผลิตตามภูมิปัญญา พบว่า ข้าวควบที่ผลิตแบบภูมิปัญญา ได้คะแนนความชอบทุกคุณลักษณะสูงที่สุด (คะแนนอยู่ในช่วงชอบมากถึงมากที่สุด ข้าวควบสูตรพัฒนากระบวนการผลิต (สูตร 1 และสูตร 2) ได้คะแนนความชอบด้านรสชาติ และกลิ่น อยู่ในช่วงชอบมากถึงชอบมากที่สุด) ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) กับข้าวควบที่ผลิตแบบภูมิปัญญา ส่วนคะแนนความชอบคุณลักษณะอื่น ได้แก่ ลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม อยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก ในขณะที่ข้าวควบสูตรพัฒนากระบวนการผลิตที่ไม่ได้นวดแป้ง (สูตร 3) คะแนนความชอบต่ำที่สุด ในด้านลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ซึ่งผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวควบทั้ง 4 สูตร โดยผู้ทดสอบชิม เป็นไปในทิศทางเดียวกับผลวิเคราะห์ค่าความแข็ง โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสูตร 1 กับสูตร 2 ซึ่งเป็นข้าวควบสูตรพัฒนากระบวนการผลิตเหมือนกัน พบว่า สูตร 2 (แป้งข้าวก่ำ) ได้คะแนนความชอบด้านสีและกลิ่นสูงกว่าสูตร 1 (แป้งข้าวเหนียว) เนื่องจากข้าวก่ำเป็นข้าวเหนียวสายพันธุ์ที่มีรงควัตถุแอนโทไซยานินและมีสารให้กลิ่นหอมเฉพาะตัว จึงมีผลต่อสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 6 การยอบรับทางประสาทสัมผัสของข้าวควบที่พัฒนากระบวนการผลิตเทียบกับข้าวควบแบบภูมิปัญญา

ลักษณะคุณภาพ	สูตร1	สูตร2	สูตร3	ข้าวควบผลิตแบบภูมิปัญญา
ลักษณะปรากฏ	7.12 ± 0.26^{b}	7.18 ± 0.18^{b}	6.28 ± 0.17^{c}	8.25 ± 0.14^{a}
สี	7.21 ± 0.02^{b}	7.59 ± 0.23^{a}	7.17 ± 0.21^{b}	7.61 ± 0.20^{a}
กลิ่น	7.66 ± 0.18^{a}	7.73 ± 0.22^{a}	7.01 ± 0.11^{b}	7.86 ± 0.23^{a}
รสชาติ	8.18 ± 0.14^{a}	8.17 ± 0.09^{a}	6.37 ± 0.25^{b}	8.20 ± 0.17^{a}
ลักษณะเนื้อสัมผัส	7.35 ± 0.24^{b}	7.20 ± 0.13^{b}	5.65 ± 0.18^{c}	8.34 ± 0.08^{a}
การยอบรับโดยรวม	7.44 ± 0.15^{b}	7.36 ± 0.23^{b}	6.35 ± 0.20^{c}	8.18 ± 0.10^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนากระบวนการผลิตข้าวควบโดยใช้แป้งข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ การผสมวัตถุดิบทั้งหมดเข้าด้วยกัน, การนึ่งให้แป้งสุก เวลา 30 นาที, การนวดแป้ง เวลา 30 นาที การรีดให้แป้งเป็นแผ่นบาง (น้ำหนักแป้ง 14 กรัม ต่อพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร), การอบแผ่นแป้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง การตัดแผ่นแป้งเป็นรูปร่างที่ต้องการและการอบให้พองกรอบที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที ด้วยเตาอบลมร้อน

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะเนื้อสัมผัส ซึ่งเป็นลักษณะคุณภาพที่เป็นเอกลักษณ์ของข้าวควบระหว่างสูตรพัฒนากระบวนการผลิต กับสูตรภูมิปัญญา พบว่า สูตรพัฒนากระบวนการผลิตมีความพองเบา เปราะง่าย น้อยกว่าสูตรภูมิปัญญา แต่ก็ได้รับการยอมรับในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ทั้งสูตรที่ผลิตจากแป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวก่ำ

ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนากระบวนการผลิตข้าวควบจากวัตถุดิบทั้งแป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวก่ำ โดยประยุกต์ใช้อุปกรณ์ร่วมสมัยในการผลิต เช่น เครื่องนวดผสมอาหาร และเตาอบลมร้อนที่ใช้ในอุตสาหกรรมเบเกอรี่ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการต่อยอดเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมพื้นบ้านข้าวควบได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณแม่อนงค์ สมประสงค์ บ้านป่าแฝก ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ที่ให้ข้อมูลภูมิปัญญาการทำข้าวควบด้วยความเอื้อเฟื้อ ขอบคุณเจ้าหน้าที่และนักศึกษาโปรแกรมนวัตกรรมอาหารและการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกด้านอุปกรณ์เครื่องมือในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] อรอนงค์ นัยวิกุล. (2550). *ข้าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[2] วรรณศิกา ช่วยพัฒน์, ดุสิต อธินุวัฒน์, ดวงกมล ด่านขับต้อน และชนัญ ผลประไพ. (2560). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวพองจากข้าวเหนียวเขี้ยวงูอินทรีย์. *Thai Journal of Science and Technology, 9*(3), 397-406.

[3] อนงค์ สมประสงค์. ผู้ประกอบการชุมชน. (10 พฤศจิกายน 2563). *สัมภาษณ์.*

[4] วิชมณี ยืนยงพุทธกาล และพรนภา น้อยพันธ์. (2553). วิธีการเตรียมขั้นต้นที่เหมาะสมสำหรับการผลิตมันเทศพองกรอบ. *รายงานการประชุมวิชาการสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศประจำปี 2553*, *1*(1), 374-377.

[5] เพลินใจ ตั้งคณะกุล. (2546). การทำข้าวเกรียบเป็นผลิตภัณฑ์คุณภาพ. *วารสารอาหาร, 33*(2), 90-93.

[6] จิรรัชต์ กันทะชู้ และคณะ. (2560) “ลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวพันธุ์ที่เพาะปลูกในจังหวัดน่าน”. *รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9*, *1*(1), 10-17.

[7] กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. (2550). *เทคโนโลยีของแป้ง.* พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[8] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2549). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน : ข้าวเกรียบว่าว.*