



การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 15
 “Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward 2022”
 วันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2565

ผลของแป้งข้าวบือซูโปละและแป้งข้าวบือซูโพปีที่ใช้วิธีแปรรูปที่ต่างกันต่อคุณภาพทางกายภาพ
 และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตน
 Effects of Burzupolo Rice Flour and Burzupopie Rice Flour by Using Different
 Processing Methods on Physical and Sensory Quality of Gluten-Free Bread Products

อภิชญา ห่วงทอง
 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยศิลปากร
 imeener10@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของแป้งข้าวบือซูโปละและแป้งข้าวบือซูโพปีที่ใช้วิธีแปรรูป แป้งที่ต่างกัน ได้แก่ การไม่แห้ง, การไม่เปียก, เทคโนโลยีการอบแห้งด้วยลมร้อน, เทคโนโลยีการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง และเทคโนโลยีเอ็กทราซัน ต่อคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาตรจำเพาะ, ลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตน จากการศึกษาพบว่า การใช้แป้งข้าวบือซูโปละและแป้งข้าวบือซูโพปีที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่ระดับร้อยละ 20 ของแป้งผสมปราศจากกลูเตน ทำให้ขนมปังที่ได้มีปริมาตรจำเพาะสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 1.63 cm³/g และทำให้ขนมปังที่ได้มีค่าความแข็ง (Hardness) ต่ำกว่าขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า (สูตรควบคุม) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปัง โดยพบว่า ขนมปังจากแป้งข้าวบือซูโปละและแป้งข้าวบือซูโพปีได้รับคะแนนความชอบในทุกๆ ด้านสูงกว่าขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า (สูตรควบคุม) และได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด

คำสำคัญ: แป้งข้าวบือซูโปละ, แป้งข้าวบือซูโพปี, ขนมปังปราศจากกลูเตน

Abstract

The objective of this research were to study the effect of Burzupolo rice flour and Burzupopie rice flour by using different processing methods, i.e., dry mill, wet mill, hot air drying, drum drying, and extrusion technology. This study measured to the physical qualities such as specific volume, texture, and sensory quality of gluten-free bread products. The study found that using Burzupolo rice flour and Burzupopie rice flour to replace the gluten-free flour mix at 20 percent level, made the bread gained highest specific volume at 1.63 cm³/g and it made the bread gained the lower hardness than the bread made from rice flour (controlled formular). This corresponds to the results of the sensory quality test of the bread. It was found that the bread from Burzupolo rice flour and Burzupopie rice flour got more favorable scores on every interested aspects than rice flour bread, and also got the highest overall preference score.



Keywords: Burzupolo rice flour, Burzupopie rice flour, Gluten-free bread

บทนำ

ขนมปังเป็นอาหารที่ผู้คนนิยมรับประทานกันทั่วโลก ทำมาจากแป้งสาลีนำมาผสมกับน้ำและยีสต์ ซึ่งแป้งสาลีที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการทำขนมปังนั้น มีโปรตีนชนิดหนึ่งเรียกว่า กลูเตน ที่ทำหน้าที่เป็นเหมือนโครงข่ายในการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตโดยยีสต์ในขั้นตอนการหมักโดว์ (Pico et al., 2019) ทำให้ขนมปังที่ได้มีลักษณะปรากฏและลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แต่อย่างไรก็ตามแป้งสาลีนั้นเป็นหนึ่งในสารก่อภูมิแพ้ และกลูเตนก็เป็นหนึ่งในโปรตีนที่เป็นอันตรายในอันดับต้นๆ โดยเฉพาะกับผู้ป่วยโรคเซลิแอค (Celiac Disease) ที่ไม่สามารถรับประทานอาหารที่มีส่วนผสมของกลูเตนได้ จากการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมพบว่า วิธีการรักษาที่ดีที่สุดของผู้ป่วยโรคนี้ คือ จะต้องหลีกเลี่ยงการรับประทานอาหารที่มีส่วนผสมของกลูเตน (Niewinski, 2008) ในปัจจุบันผู้บริโภคตระหนักถึงความรุนแรงของโรคนี้ และเริ่มมองหาผลิตภัณฑ์ที่ปราศจากกลูเตนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มขนาดตลาดของผลิตภัณฑ์อาหารปราศจากกลูเตน ที่มีแนวโน้มขยายใหญ่ขึ้นในทุกๆ ปี โดยเฉพาะในกลุ่มผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ปราศจากกลูเตนที่มีผู้บริโภคให้ความสนใจเพิ่มมากขึ้น สังเกตได้จากยอดขายต่อปีของผลิตภัณฑ์กลุ่มเบเกอรี่ปราศจากกลูเตนที่สูงถึง 2975.28 ล้านเหรียญสหรัฐในปีพ.ศ. 2563 ซึ่งมีผลกำไรเพิ่มขึ้นจากปีพ.ศ. 2558 1186.71 ล้านเหรียญสหรัฐ (Masih et al., 2019) จึงนับว่าเป็นหนึ่งในโอกาสสำคัญของข้าวไทยในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากข้าวเป็นวัตถุดิบที่ปราศจากกลูเตนและสารก่อภูมิแพ้ (Marco & Rosell, 2008) ที่มีความหลากหลายของสายพันธุ์ และมีลักษณะพิเศษเฉพาะไม่ว่าจะเป็นด้านรสชาติ กลิ่น สีที่เป็นเอกลักษณ์ และนอกจากนี้ข้าวบางสายพันธุ์ยังมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีอีกด้วย โดยเฉพาะข้าวที่เลือกมาศึกษาในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ข้าวป๊อซูโปะโล และข้าวป๊อซูโพปี จากการศึกษาก่อนหน้านี้ได้มีการนำข้าวจำนวน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวป๊อซูโปะโล และข้าวป๊อซูโพปีมาแปรรูปเป็นแป้งข้าวด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ได้แก่ การไม่แห้ง, การไม่เปียก, เทคโนโลยีการอบแห้งด้วยลมร้อน, เทคโนโลยีการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง และเทคโนโลยีเอ็กทราซัน ซึ่งการแปรรูปแป้งข้าวด้วยวิธีที่ต่างกัันนั้น ส่งผลโดยตรงกับคุณภาพของแป้งข้าว จากการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมพบว่า แป้งข้าวที่แปรรูปด้วยการให้ความร้อนและนำไปทำแห้งนั้น มีความสามารถในการกระจายตัวในน้ำได้ดี โดยให้ความหนืดได้ทันที และมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้สูงกว่าแป้งดิบ จึงนิยมนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (ดาร์รัตน์ และคณะ, 2554) โดยในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตน โดยการศึกษาผลของแป้งข้าวป๊อซูโปะโลและแป้งข้าวป๊อซูโพปีที่ใช้วิธีแปรรูปแป้งที่แตกต่างกัน ได้แก่ การไม่แห้ง, การไม่เปียก, เทคโนโลยีการอบแห้งด้วยลมร้อน, เทคโนโลยีการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง และเทคโนโลยีเอ็กทราซัน ต่อคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังปราศจากกลูเตน



การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 15
 “Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward 2022”
 วันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2565

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตน โดยศึกษาผลของแป้งข้าวป๊อซูโปะโลและแป้งข้าวป๊อซูโพบี้ที่ใช้วิธีแปรรูปที่แตกต่างกัน ต่อคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตน

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นที่จะปรับปรุงคุณภาพของขนมปังปราศจากกลูเตน โดยศึกษาผลของแป้งข้าวป๊อซูโปะโลและแป้งข้าวป๊อซูโพบี้ที่ใช้วิธีแปรรูปที่แตกต่างกัน ได้แก่ การไม่แห้ง, การไม่เปียก, เทคโนโลยีการอบแห้งด้วยลมร้อน, เทคโนโลยีการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง และเทคโนโลยีเอ็กทราซัน ต่อคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาตรจำเพาะ, ลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังปราศจากกลูเตน

วิธีดำเนินการวิจัย

ศึกษาผลของแป้งข้าวจำนวน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ แป้งข้าวป๊อซูโปะโลและแป้งข้าวป๊อซูโพบี้ ที่ใช้วิธีการแปรรูปแป้งที่แตกต่างกันจำนวน 5 วิธี ได้แก่ การไม่แห้ง, การไม่เปียก, เทคโนโลยีการอบแห้งด้วยลมร้อน, เทคโนโลยีการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง และเทคโนโลยีเอ็กทราซัน ต่อคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตน โดยใช้แป้งข้าวตัวอย่างทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่ระดับร้อยละ 20 ของแป้งผสมปราศจากกลูเตน โดยมีอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวตัวอย่าง, แป้งข้าวเจ้า, แป้งมันฝรั่ง และแป้งข้าวโพดเท่ากับ 20:40:30:10 และสูตรควบคุมในการทดลองนี้เป็นการใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งมันฝรั่งและแป้งข้าวโพดในอัตราส่วน 60:30:10

วัตถุดิบ

แป้งข้าวป๊อซูโปะโลและแป้งข้าวป๊อซูโพบี้ ที่ได้จากการแปรรูปข้าวพันธุ์ป๊อซูโปะโลและป๊อซูโพบี้จำนวน 5 วิธี ได้แก่ การไม่แห้ง, การไม่เปียก, เทคโนโลยีการอบแห้งด้วยลมร้อน, เทคโนโลยีการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง และเทคโนโลยีเอ็กทราซัน (ข้าวป๊อซูโปะโลและข้าวป๊อซูโพบี้ เก็บเกี่ยวเดือนพฤศจิกายน ปีพ.ศ. 2563 (วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์หนองสลาบ, จังหวัดเชียงใหม่)), แป้งข้าวเจ้า (ตราช้างสามเศียร), แป้งข้าวโพด (ตราซูเปอร์ไฟน์), แป้งมันฝรั่ง (ตราแม่กกาแรต), ไข่ขาวผง (บริษัท ยูนิฟาย เคมีคอล จำกัด), โยอาหาร (บริษัท มาร์เชิน เคมีคัล จำกัด), น้ำตาลทราย (ตรามิตรผล), เกลือ (ตราปรุงทิพย์), ยีสต์ผง (ตราพักมายา), เนย (ตราออร์คิด) และน้ำดื่ม

การเตรียมแป้งผสมและวิธีทำขนมปังปราศจากกลูเตน

ทำการผสมแป้งปราศจากกลูเตน (แป้งข้าวตัวอย่าง, แป้งข้าวเจ้า, แป้งมันฝรั่ง และแป้งข้าวโพด), ไข่ขาวผง, โยอาหาร, น้ำตาลทราย, เกลือให้เข้ากัน และทำการร่อน 2 รอบ เพื่อให้แป้งกระจายตัว เรียกแป้งผสมปราศจากกลูเตน นำยีสต์ผสมกับน้ำให้เข้ากัน พักทิ้งไว้ 3 นาที จากนั้นค่อยๆ ใส่เนยที่ละลายแล้ว พร้อมตีด้วยเครื่องผสมอาหารแบบมือถือ (Hand mixer) 2 นาที จนเป็นเนื้อเดียวกัน เรียกสารละลายยีสต์ จากนั้นเทแป้ง



การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 15
 “Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward 2022”
 วันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2565

ผสมปราศจากกลูเตนลงในสารละลายยีสต์ และนวดผสมโดยใช้เครื่องผสมอาหารหัวตีแบบตะขอที่ความเร็วต่ำเป็นเวลา 1 นาที จากนั้นเร่งความเร็วเป็นระดับปานกลาง นวดผสมต่อเป็นเวลา 3 นาที จนส่วนผสมทั้งหมดเข้ากัน เทใส่พิมพ์ขนมปังที่ทำด้วยเนยละลายเพื่อป้องกันขนมปังติดพิมพ์ นำไปอบที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที เมื่ออบขนมปังครบเวลาแล้วเทออกจากพิมพ์ทันที และพักให้เย็นเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นเก็บในถุงพลาสติก และนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังปราศจากกลูเตน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปริมาตรจำเพาะของขนมปังปราศจากกลูเตน

ทำการวิเคราะห์ปริมาตรจำเพาะของขนมปังปราศจากกลูเตน โดยใช้วิธีแทนที่ก้อนขนมปังด้วยเมล็ดงา เริ่มจากการหาปริมาตรของภาชนะ โดยเทเมล็ดงาลงในภาชนะจนเต็ม นำเมล็ดงาตวงใส่กระบอกตวงบันทึกปริมาตรภาชนะ จากนั้นนำตัวอย่างก้อนขนมปังมาชั่งน้ำหนัก และบันทึกน้ำหนัก จากนั้นเทเมล็ดงาลงในภาชนะประมาณ 1 ส่วนใน 3 ส่วน นำก้อนขนมปังวางในภาชนะที่มีเมล็ดงาอยู่ และเติมเมล็ดงาจนเต็มภาชนะ จากนั้นนำก้อนขนมปังออกจากภาชนะ และนำเมล็ดงาที่อยู่ในภาชนะตวงใส่กระบอกตวงเพื่อหาปริมาตรหลังแทนที่ด้วยขนมปัง และนำไปคำนวณปริมาตรจำเพาะของก้อนขนมปังดังสูตรด้านล่าง

$$\text{ปริมาตรจำเพาะ (cm}^3\text{/g)} = \frac{\text{ปริมาตรภาชนะ} - \text{ปริมาตรหลังแทนที่ด้วยขนมปัง}}{\text{น้ำหนักของขนมปัง}}$$

2. การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปังปราศจากกลูเตน

เตรียมขนมปังโดยเลือกตัวอย่างของชิ้นขนมปังบริเวณกึ่งกลางของชิ้น หน้าหนา 2 cm และตัดขอบขนมปังออก ทำการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่อง Texture Analyzer ด้วยวิธี Texture profile analysis (TPA) โดยใช้ P/25 Aluminum cylinder probe ตั้งค่า Test speed 2.0 mm/s, Distance 10 mm, Time 3 sec และ Trigger force 5 g โดยวัดค่าความแข็ง (Hardness) ของขนมปังปราศจากกลูเตน

3. การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังปราศจากกลูเตน

ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังปราศจากกลูเตนด้วยวิธี 9-Point Hedonic scale เพื่อทดสอบความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ที่ชื่นชอบในการทานขนมปัง ทำการประเมินคุณลักษณะในด้านลักษณะปรากฏ, ความนุ่ม, กลิ่นรส, รสชาติ และความชอบโดยรวมของขนมปังปราศจากกลูเตน

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS for Windows เวอร์ชัน 16.0



ผลการวิจัย

1. ปริมาตรจำเพาะของขนมปังปราศจากกลูเตน

จากการวิเคราะห์ปริมาตรจำเพาะของขนมปังปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวป๊อซูโปะโละและแป้งข้าวป๊อซูโพบี้ที่ใช้วิธีแปรรูปแป้งที่แตกต่างกัน ทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่ระดับร้อยละ 20 ของแป้งผสมปราศจากกลูเตน พบว่า ขนมปังจากแป้งข้าวป๊อซูโปะโละมีค่าปริมาตรจำเพาะที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับขนมปังจากแป้งข้าวป๊อซูโพบี้ โดยพบว่า ขนมปังจากแป้งข้าวป๊อซูโปะโละและแป้งข้าวป๊อซูโพบี้ที่ใช้วิธีแปรรูปแป้งด้วยเทคโนโลยีเอ็กทราชันนั้น มีปริมาตรจำเพาะสูงสุด และมีปริมาตรจำเพาะมากกว่าขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า (สูตรควบคุม) โดยขนมปังจากแป้งข้าวป๊อซูโปะโละและแป้งข้าวป๊อซูโพบี้มีปริมาตรจำเพาะเท่ากับ 1.63 cm³/g ส่วนขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า (สูตรควบคุม) มีปริมาตรจำเพาะเท่ากับ 1.55 cm³/g ดังแสดงในตารางที่ 1

2. ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปังปราศจากกลูเตน

จากการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปังปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวป๊อซูโปะโละและแป้งข้าวป๊อซูโพบี้ที่ใช้วิธีแปรรูปแป้งที่แตกต่างกัน ทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่ระดับร้อยละ 20 ของแป้งผสมปราศจากกลูเตน พบว่า ขนมปังจากแป้งข้าวป๊อซูโปะโละ และแป้งข้าวป๊อซูโพบี้ที่ใช้วิธีแปรรูปแป้งด้วยเทคโนโลยีเอ็กทราชัน และเทคโนโลยีทำแห้งแบบลูกกลิ้งนั้น มีค่าความแข็ง (Hardness) ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีค่าความแข็งของขนมปังน้อยที่สุด โดยมีค่าอยู่ในช่วง 2.67-3.68 N เมื่อเปรียบเทียบกับขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า (สูตรควบคุม) พบว่า ขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า (สูตรควบคุม) มีค่าความแข็งสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 12.13 N ดังแสดงในตารางที่ 1



การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 15
 “Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward 2022”
 วันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2565

ตารางที่ 1 ผลของแป้งข้าวป๊อซูโปะโละและแป้งข้าวป๊อซูโพบี้ที่ใช้วิธีการแปรรูปแป้งที่แตกต่างกันต่อปริมาณสาร
 จำเพาะและค่าความแข็งของขนมปังปราศจากกลูเตน

ตัวอย่าง	ปริมาณจำเพาะ (cm ³ /g)	Hardness (N)
แป้งข้าวเจ้า (สูตรควบคุม)	1.55±0.02 ^b	12.13±0.58 ^a
แป้งข้าวป๊อซูโปะโละ (ไม่แห้ง)	1.22±0.02 ^c	7.39±0.35 ^{cd}
แป้งข้าวป๊อซูโปะโละ (ไม่เปียก)	0.91±0.01 ^e	8.43±0.30 ^{bc}
แป้งข้าวป๊อซูโปะโละ (อบแห้งด้วยลมร้อน)	0.76±0.04 ^f	8.85±0.93 ^b
แป้งข้าวป๊อซูโปะโละ (ทำแห้งแบบลูกกลิ้ง)	1.52±0.02 ^b	3.54±0.15 ^e
แป้งข้าวป๊อซูโปะโละ (เอ็กทราซัน)	1.63±0.03 ^a	2.67±0.11 ^e
แป้งข้าวป๊อซูโพบี้ (ไม่แห้ง)	1.24±0.03 ^c	8.24±0.35 ^{bc}
แป้งข้าวป๊อซูโพบี้ (ไม่เปียก)	0.99±0.01 ^d	6.56±0.31 ^d
แป้งข้าวป๊อซูโพบี้ (อบแห้งด้วยลมร้อน)	0.93±0.02 ^e	8.14±0.53 ^{bc}
แป้งข้าวป๊อซูโพบี้ (ทำแห้งแบบลูกกลิ้ง)	1.55±0.03 ^b	3.68±0.22 ^e
แป้งข้าวป๊อซูโพบี้ (เอ็กทราซัน)	1.63±0.03 ^a	3.33±0.05 ^e

หมายเหตุ :ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันตามแนวตั้ง แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความ
 เชื่อมันร้อยละ 95

3. คุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังปราศจากกลูเตน

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวป๊อซูโปะโละและ
 แป้งข้าวป๊อซูโพบี้ที่ใช้วิธีแปรรูปแป้งที่แตกต่างกัน ทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่ระดับร้อยละ 20 ของแป้งผสม
 ปราศจากกลูเตน ในด้านของลักษณะปรากฏ พบว่า ขนมปังจากแป้งข้าวป๊อซูโปะโละและแป้งข้าวป๊อซูโพบี้ที่
 ใช้วิธีแปรรูปแป้งด้วยเทคโนโลยีเอ็กทราซัน ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏที่ไม่แตกต่างกันอย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติ โดยได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏสูงที่สุดเท่ากับ 8.87 และ 8.88 ตามลำดับ
 ซึ่งอยู่ในระดับชอบมาก และเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับคุณลักษณะด้านความนุ่มของขนมปัง พบว่า ขนมปัง
 จากแป้งข้าวป๊อซูโปะโละและแป้งข้าวป๊อซูโพบี้ที่ใช้วิธีแปรรูปแป้งด้วยเทคโนโลยีเอ็กทราซัน ได้รับคะแนน
 ความชอบด้านความนุ่มของขนมปังที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยได้รับคะแนนความชอบด้าน
 ความนุ่มของขนมปังสูงที่สุด เท่ากับ 8.89 และ 8.88 ตามลำดับ ส่วนในด้านของกลิ่นรสและรสชาติของขนมปัง
 จากผลการทดลองพบว่า ขนมปังจากแป้งข้าวป๊อซูโปะโละและแป้งข้าวป๊อซูโพบี้ที่ใช้วิธีการแปรรูปแป้งในทุกๆ
 วิธี ได้แก่ การไม่แห้ง, การไม่เปียก, เทคโนโลยีอบแห้งด้วยลมร้อน, เทคโนโลยีทำแห้งแบบลูกกลิ้ง และ



การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 15
 “Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward 2022”
 วันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2565

เทคโนโลยีเอ็กทอร์ชัน ได้รับคะแนนความชอบที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยได้รับคะแนนความชอบในด้านกลิ่นรส และรสชาติของขนมปังอยู่ในช่วง 7.75-8.28 และ 8.01-8.25 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งได้รับคะแนนความชอบมากกว่าขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า (สูตรควบคุม) ที่ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นรส และรสชาติอยู่ที่ 6.50 และ 7.25 คะแนน ตามลำดับ และในด้านของความชอบโดยรวม พบว่า ขนมปังจากแป้งข้าวป๊อซูโปะโละและแป้งข้าวป๊อซูโพบี้ที่ใช้วิธีแปรรูปแป้งด้วยเทคโนโลยีเอ็กทอร์ชัน ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดเท่ากับ 8.89 และ 8.87 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับชอบมาก ดังแสดงในตารางที่ 2

ตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	ความนุ่ม	กลิ่นรส	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
แป้งข้าวเจ้า (สูตรควบคุม)	7.25±0.22 ^{bc}	5.75±0.22 ^c	6.50±0.12 ^b	7.25±0.25 ^b	7.22±0.19 ^b
แป้งข้าวป๊อซูโปะโละ (ไม่แห้ง)	7.23±0.25 ^{bc}	7.02±0.04 ^b	7.75±0.13 ^a	8.01±0.44 ^a	7.23±0.24 ^b
แป้งข้าวป๊อซูโปะโละ (ไม่เปียก)	7.50±0.51 ^b	5.50±0.50 ^c	7.75±0.08 ^a	8.14±0.24 ^a	6.01±0.07 ^c
แป้งข้าวป๊อซูโปะโละ (อบแห้งด้วยลมร้อน)	6.75±0.25 ^{cd}	5.01±0.09 ^c	8.28±0.21 ^a	8.08±0.37 ^a	5.49±0.44 ^c
แป้งข้าวป๊อซูโปะโละ (ทำแห้งแบบลูกกลิ้ง)	6.25±0.25 ^d	7.50±0.12 ^b	8.23±0.16 ^a	8.22±0.25 ^a	7.04±0.12 ^b
แป้งข้าวป๊อซูโปะโละ (เอ็กทอร์ชัน)	8.87±0.14 ^a	8.89±0.24 ^a	8.18±0.18 ^a	8.20±0.25 ^a	8.89±0.09 ^a
แป้งข้าวป๊อซูโพบี้ (ไม่แห้ง)	7.23±0.25 ^{bc}	5.23±0.22 ^c	8.20±0.22 ^a	8.14±0.12 ^a	5.23±0.23 ^c
แป้งข้าวป๊อซูโพบี้ (ไม่เปียก)	7.52±0.10 ^b	5.21±0.19 ^c	8.22±0.34 ^a	8.25±0.25 ^a	5.51±0.51 ^c
แป้งข้าวป๊อซูโพบี้ (อบแห้งด้วยลมร้อน)	6.74±0.23 ^{cd}	5.45±0.48 ^c	8.13±0.45 ^a	8.04±0.15 ^a	5.76±0.25 ^c
แป้งข้าวป๊อซูโพบี้ (ทำแห้งแบบลูกกลิ้ง)	6.25±0.22 ^d	7.52±0.27 ^b	8.25±0.26 ^a	8.25±0.21 ^a	7.05±0.14 ^b
แป้งข้าวป๊อซูโพบี้ (เอ็กทอร์ชัน)	8.88±0.21 ^a	8.88±0.11 ^a	8.19±0.25 ^a	8.21±0.25 ^a	8.87±0.19 ^a

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point hedonic scale ของขนมปังปราศจากกลูเตน
 หมายเหตุ :ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันตามแนวตั้ง แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดลองพบว่า ขนมปังจากแป้งข้าวป๊อซูโปะโละและแป้งข้าวป๊อซูโพบี้ที่ใช้วิธีแปรรูปแป้งด้วยเทคโนโลยีเอ็กทอร์ชันนั้น มีปริมาณจำเพาะสูงที่สุด ซึ่งมีปริมาณจำเพาะมากกว่าขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า (สูตรควบคุม) อาจเนื่องมาจากแป้งข้าวที่ใช้วิธีแปรรูปแป้งด้วยเทคโนโลยีเอ็กทอร์ชันนั้น ได้ผ่านกระบวนการตัดแปรทางกายภาพกลายเป็นแป้งฟรีเจลาตินไนซ์ (สุนันทา และคณะ, 2553) ที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสม และมี



การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 15
 “Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward 2022”
 วันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2565

ศักยภาพในการปรับปรุงคุณสมบัติด้านการยึดหยุ่นของโดว์ ทำให้สามารถกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตโดยยีสต์ในระหว่างกระบวนการหมักโดว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Pongjaruwat et al., 2014; Schober et al., 2005) จึงทำให้ขนมปังที่ได้มีปริมาตรจำเพาะสูงกว่าขนมปังจากแป้งตัวอย่างอื่นๆ นอกเหนือจากการเพิ่มคุณสมบัติด้านการยึดหยุ่นของโดว์แล้ว ยังทำหน้าที่เป็นเหมือนสารช่วยในการยึดเกาะ (binder) ที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำ และช่วยเพิ่มความหนืดให้กับโดว์ (Carrillo-Navas et al., 2018) เนื่องจากแป้งพรีเจลาติโนซึ่งมีความสามารถในการดูดซึมน้ำกลับได้อย่างรวดเร็ว และเมื่อได้รับความร้อนอีกครั้งจะทำให้มีความหนืดเพิ่มมากขึ้น (ปภากร และคณะ, 2563) เสมือนเป็นการปรับปรุงให้คุณสมบัติของแป้งผสมปราศจากกลูเตนมีความเหมาะสม อยู่ในระดับที่สามารถทดแทนกลูเตนได้ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปังและคุณสมบัติทางกายภาพของขนมปังภายหลังจากการอบอีกด้วย (Shibata et al., 2011; Miyazaki et al., 2006) ขนมปังจากแป้งข้าวป๊อซูโปะโลและแป้งข้าวป๊อซูโปะที่ใช่วิธีแปรรูปแป้งด้วยเทคโนโลยีเอ็กทราซันจึงมีค่าความแข็ง (Hardness) ที่น้อยกว่าขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า (สูตรควบคุม) กล่าวคือมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่นุ่มกว่าขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า (สูตรควบคุม) อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวตัวอย่าง โดยพบว่า ขนมปังจากแป้งข้าวป๊อซูโปะโลและแป้งข้าวป๊อซูโปะที่ใช่วิธีแปรรูปแป้งด้วยเทคโนโลยีเอ็กทราซัน ได้รับคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ, ความนุ่ม และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก ซึ่งได้รับคะแนนความชอบมากกว่าขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า (สูตรควบคุม) นอกจากนี้ยังพบว่า ขนมปังจากแป้งข้าวป๊อซูโปะโลและแป้งข้าวป๊อซูโปะที่ใช่วิธีแปรรูปแป้งด้วยเทคโนโลยีเอ็กทราซัน ได้รับคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ, ความนุ่ม และกลิ่นรส, รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงที่สุด ซึ่งได้รับคะแนนความชอบในทุกๆ ด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ, ความนุ่ม, กลิ่นรส, รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงที่สุด ซึ่งได้รับคะแนนความชอบในทุกๆ ด้านมากกว่าขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า (สูตรควบคุม) อีกด้วย

โดยสรุป งานวิจัยนี้ศึกษาผลของแป้งข้าวป๊อซูโปะโลและแป้งข้าวป๊อซูโปะที่ใช่วิธีแปรรูปแป้งที่แตกต่างกันต่อคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตน โดยพบว่า การใช้แป้งข้าวป๊อซูโปะโลและแป้งข้าวป๊อซูโปะที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่ระดับร้อยละ 20 ของแป้งผสมปราศจากกลูเตน ทำให้ขนมปังที่ได้มีปริมาตรจำเพาะมากที่สุด ซึ่งมีปริมาตรจำเพาะมากกว่าขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า (สูตรควบคุม) และมีลักษณะเนื้อสัมผัสในส่วนของคุณค่าความแข็ง (Hardness) น้อยกว่าขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า (สูตรควบคุม) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปัง โดยพบว่าขนมปังจากแป้งข้าวป๊อซูโปะโลและแป้งข้าวป๊อซูโปะที่ใช่วิธีแปรรูปแป้งด้วยเทคโนโลยีเอ็กทราซัน ได้รับคะแนนความชอบในทุกๆ ด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ, ความนุ่ม, กลิ่นรส, รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงที่สุด ซึ่งได้รับคะแนนความชอบในทุกๆ ด้านมากกว่าขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า (สูตรควบคุม)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้งาน

ต้องทำการทดสอบยีสต์ก่อนการใช้งาน ว่ายีสต์ยังคงทำงานดีอยู่ (active) หรือไม่ เนื่องจากจะมีผลต่อปริมาตรจำเพาะและลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปัง



การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 15
 “Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward 2022”
 วันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2565

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

ควรทำการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านความเหนียวของแป้งข้าวผสมปราศจากกลูเตนเพิ่มเติม เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมความเหนียวของแป้งผสมปราศจากกลูเตน

เอกสารอ้างอิง

- ดรรารัตน์ นาคละอ, อาภัสรา แสงนาค และ กุลยา ลิมรุ่งเรืองรัตน์. (2554). การปรับปรุงคุณภาพของแป้งเมล็ดขนุนโดยวิธีการพรีเจลาทีไนซ์. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 16(1), 12-21.
- ปภากร ศรีสอน, พชณี บุญธกานนท์ อนงค์นาฏ, โสภณางกูร และ ญาธิปกร อีระภัทรพลชัย. (2020). การทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งข้าวหอมนิลพรีเจลาทีไนซ์ในแป้งขนมขอม่วง. วารสารเกษตรพระวรุณ 261. 17(2), 261-271.
- สุนันทา ทองทา, เทวี ทองแดง และ กล้าณรงค์ ศรีรอด. (2553). การดัดแปรทางกายภาพแป้งข้าวและแป้งมันสำปะหลัง. รายงานการวิจัย สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- Carrillo-Navas, H., A.Y. Guadarrama-Lezama, E.J. Vernon-Carter, S. García, I. Reyes and J. Alvarez-Ramírez. (2016). Effect of gelatinized flour fraction on thermal and rheological properties of wheat-based dough and bread. *Journal of Food Science and Technology*. 53(11), 1-11.
- Marco C. and C.M. Rosell. (2008). Breadmaking performance of protein enriched, gluten free breads. *European Food Research and Technology*. 227(4), 1205-1213.
- Masih, J., R. Rajkumar, P.S. Matharu and A. Sharma. (2019). Market capturing and business expansion strategy for gluten-free foods in India and USA using PESTEL model. *Agricultural Sciences*. 10, 202-213.
- Miyazaki, M., P.V. Hung, T. Maeda and N. Morita. (2006). Recent advances in application of modified starches for breadmaking. *Trends in Journal of Food Science and Technology*. 17(11), 591-599.
- Niewinski, M.M. (2008). Advances in celiac disease and gluten-free diet. *Journal of the American Dietetic Association*. 108(4), 661-672.
- Pico, J., M.P. Reguilon, J. Bernal and M. Gomez. (2019). Effect of rice, pea, egg white and whey proteins on crust quality of rice flour-corn starch based gluten-free breads. *Journal of Cereal Science*. 86, 92-101.
- Pongjaruvat, W., P. Methacanon, N. Seetapan, A. Fuongfuchat and C. Gamonpilas. (2014). Influence of pregelatinised tapioca starch and transglutaminase on dough rheology and quality of gluten-free jasmine rice breads. *Food Hydrocolloids*. 36, 143-150.



การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 15
“Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward 2022”
วันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2565

Schober, T., M. Messerschmidt, S.R. Bean, S. Park and E.K. Arendt. (2005). Gluten-free bread from sorghum: Quality differences among hybrids. *Cereal Chemistry*. 82(4), 394-404.

Shibata, M., J. Sugiyama, C.L. Tsai, M. Tsuta, K. Fujita, M. Kokawa and T. Araki. (2011). Evaluation of viscoelastic properties and air-bubble structure of bread containing gelatinized rice. *Procedia Food Science*. 1, 563-567.