การใช้ประโยชน์จากเนื้อตาลสุกของชุมชนจังหวัดเพชรบุรีเพื่อผลิตขนมปัง
Utilization of Palmyra Palm (*Borassus abellifer L.*) of Phetchaburi Community in Bread Making

จุฑามาศ พีรพัชระ[1] และ วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์[2]*

[1]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาอุตสาหกรรมการบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพฯ 10300

[2]อาจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพฯ 10300

บทคัดย่อ

การใช้ประโยชน์จากผลิตผลทางการเกษตรและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะประจำท้องถิ่นจังหวัดเพชรบุรี โดยศึกษาการใช้เนื้อตาลสุกทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปังที่ระดับ 0 25 30 35 และ 40% ของน้ำหนักแป้งสาลี ตรวจสอบคุณภาพของขนมปัง ได้แก่ ค่าสี ปริมาตรจำเพาะ ความหนาแน่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า เมื่อระดับของการทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกมากขึ้นมีผลต่อคุณภาพขนมปัง โดยทำให้ขนมปังมีสีเหลือง (b*) ค่าสีแดง (a*) และความหนาแน่นเพิ่มขึ้น และทำให้ปริมาตรจำเพาะของขนมปังลดลง ($p<0.05$) การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของขนมปังมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปัง โดยการเพิ่มระดับของการทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกทำให้ขนมปังมีค่าความแข็ง (hardness) และค่าความเคี้ยวได้ (chewiness) เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยสามารถใช้เนื้อตาลสุกทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปังได้สูงถึง 35% ซึ่งได้ขนมปังที่มีคุณภาพและลักษณะที่ใกล้กับขนมปังสูตรพื้นฐาน และมีลักษณะเฉพาะของท้องถิ่น เป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรท้องถิ่นเพื่อการสร้างอาชีพ สร้างรายได้แก่ชุมชน

Abstract

The utilization of agricultural products and unique local Phetchaburi products development was studied by using Palmyra palm as an ingredient of bread at 0, 25, 30, 35 and 40 percent of wheat weight. Test of bread quality included color, specific volume, density, texture, and sensory evaluation. It was found that when the percentage of Palmyra palm use increased, the levels of yellow (b*) color, red (a*) color, and density of bread also increased, while the bread's specific volume decreased ($p<0.05$). Furthermore, the change in bread quality also affected the bread's texture. That is, the increased percentage of Palmyra palm made the bread's hardness and chewiness higher. This corresponds with scores from sensory evaluation. The Palmyra palm could be used as an ingredient in bread making up to 35%. At this level, the bread had similar quality and property to general breads but still reserving its local uniqueness. Therefore, local resources could be utilized to create additional career and income for the community.

คำสำคัญ : เนื้อตาลสุก ตาลโตนด เบเกอรี ขนมปัง จังหวัดเพชรบุรี

Keywords : Palmyra Palm; Sugar Palm; Bakery; Bread; Phetchaburi

* *ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ woralak.p@rmutp.ac.th โทร. 08 9891 3433*

1. บทนำ

จังหวัดเพชรบุรีเป็นจังหวัดที่มีผลิตผลจากตาลโตนดโดยเฉพาะน้ำตาลที่มีชื่อเสียงในเรื่องของคุณภาพด้านความหอมและหวานที่เฉพาะตัว ในปี พ.ศ. 2555 สำนักงานจังหวัดเพชรบุรี ได้จัดทำยุทธศาสตร์เมืองต้นแบบเศรษฐกิจสร้างสรรค์จังหวัดเพชรบุรี “เมืองเพชร เมืองตาลโตนด” ซึ่งมีระยะเวลาดำเนินการ 4 ปี (ปี 2555-2559) โดยกำหนดประเด็นสำคัญเพื่อการพัฒนาไว้ 4 ประการ ได้แก่ 1) ส่งเสริมการปลูกตาลโตนด 2) สร้างมูลค่าเพิ่มจากตาลโตนด 3) วิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากตาลโตนด และ 4) ประชาสัมพันธ์เมืองต้นแบบเศรษฐกิจสร้างสรรค์ เมืองเพชร เมืองตาลโตนด เพื่อให้ตาลโตนดอยู่คู่กับจังหวัดเพชรบุรี และนำรายได้เข้าสู่ชุมชนและจังหวัดเพชรบุรีอย่างยั่งยืน มั่นคง และต่อเนื่อง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครมีหน้าที่ในการพัฒนาชุมชนและประชาชน ในกลุ่มภาคกลางตอนล่างตามข้อกำหนดของ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา โดยได้ลงพื้นที่ชุมชนในจังหวัดเพชรบุรี ได้แก่ กลุ่มชุมชนบ้านห้วยทรายใต้ อำเภอชะอำ และกลุ่มแม่บ้านเยาวชนบ้านห้วยสาลิกา อำเภอหนองหญ้าปล้อง ซึ่งเป็นชุมชนที่มีการรวมกลุ่มจัดทำผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อจำหน่าย เป็นการสร้างอาชีพและสร้างรายได้ให้แก่สมาชิก โดยผลิตขนมปังขายเป็นสินค้าหลักของกลุ่ม และประสบปัญหาเรื่องรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ขาดจุดเด่นและขาดความเป็นเอกลักษณ์ จึงมีความต้องการนำเนื้อตาลมาเป็นส่วนผสมในการทำขนมปัง เพื่อสร้างความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์และให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของจังหวัดเพชรบุรี

ขนมปังเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรีชนิดหนึ่งที่ขึ้นฟูด้วยยีสต์ ประกอบด้วยส่วนผสมหลัก 4 ชนิด คือ แป้งสาลี ยีสต์ น้ำ และเกลือ ซึ่งแบ่งได้หลายชนิดตามปริมาณไขมันในส่วนผสม (จิตธนา และอรอนงค์, 2556) ปัจจุบันการบริโภคผลิตภัณฑ์เบเกอรีได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้ตลาดของผลิตภัณฑ์ประเภทขนมปังมีปริมาณการบริโภคเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์เบเกอรีเป็นอาหารแปรรูปที่ติดอันดับ 1 ใน 5 ของมูลค่าผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป (package food) ที่คนไทยนิยมบริโภคในปี 2555-2556 (วรรณวิจักขณ์, 2557) แต่อย่างไรก็ตาม การดึงดูดลูกค้าให้สนใจในผลิตภัณฑ์ ต้องมีจุดเด่นหรือจุดเน้นที่ชัดเจน จึงส่งผลให้ผู้ผลิตมีการพัฒนาคุณภาพและปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เบเกอรีประเภทขนมปังเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค เช่น การเติมผงฟักทอง (Ptitchkina et al., 1998) แป้งมันเทศ (Hathorn et al., 2008) ขมิ้น (Lim et al., 2011) ข้าวและ buckwheat (Sakac et al., 2011) เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในขนมปัง และทำให้ขนมปังมีคุณภาพเป็นที่การยอมรับของผู้บริโภค ทำให้มีจำนวนผู้บริโภคขนมปังมากขึ้น (Hathorn et al., 2008) แต่เนื่องจากขนมปังมีวัตถุดิบหลักคือแป้งสาลี จึงอาจมีผลทำให้ปริมาตรจำเพาะและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังลดลงบ้างตามระดับของการเพิ่มส่วนผสมอื่น ๆ ลงไป

เพื่อให้ชุมชนสามารถสร้างรายได้เพิ่มขึ้น จึงนำเนื้อตาลสุกซึ่งเป็นผลิตผลทางการเกษตรของกลุ่มและพื้นที่จังหวัดเพชรบุรีที่มีการนำไปใช้ประโยชน์น้อยมาศึกษากระบวนการผลิต และพัฒนาขนมปังประเภทไขมันปานกลางโดยใช้

เนื้อตาลสุกเป็นส่วนผสม เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับการผลิตขนมปังประเภทอื่น ๆ เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับตาลสุก โดยการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรท้องถิ่นเพื่อสร้างอาชีพ สร้างรายได้ และตอบสนองยุทธศาสตร์ “เมืองเพชร เมืองตาลโตนด” ของจังหวัดเพชรบุรีต่อไป

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมเนื้อตาลสุก

นำลูกตาลสุกพันธุ์หม้อจากจังหวัดเพชรบุรีมาทำความสะอาดและปอกเปลือก เติมน้ำในอัตราส่วน 1:1 และนำลูกตาลไปขูดกับตะแกรงสแตนเลสเพื่อแยกเนื้อตาลสุกออกจากเส้นใยตาล จากนั้นกรองเพื่อแยกเส้นใยและสิ่งแปลกปลอมออกจากเนื้อตาลสุก นำเนื้อตาลสุกที่ได้บรรจุในถุงผ้าอย่างหนา กดบีบแยกน้ำออกจากเนื้อตาลสุกด้วยเครื่องคั้นน้ำระบบไฮดรอลิก (Thai Sakaya-12) ได้เนื้อตาลสุกที่มีความชื้น 90.07±0.65% บรรจุในถุงพลาสติกชนิดพอลิเอธิลีน (PE) และเก็บรักษาเนื้อตาลไว้ที่อุณหภูมิ -18 °C เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบตลอดการทดลอง

2.2 การเตรียมขนมปัง

ขนมปังที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ขนมปังประเภทไขมันปานกลางชนิดขนมปังกะโหลก ทำการผลิตขนมปังตามสูตรพื้นฐานดังตารางที่ 1 (จุฑา, 2547) โดยใช้เนื้อลูกตาลสุกทดแทนแป้งสาลีในปริมาณ 0 25 30 35 และ 40% ของน้ำหนักแป้งสาลี เนื่องจากน้ำในเนื้อตาลสุกมีปริมาณสูงถึง 90% ดังนั้นปริมาณน้ำในส่วนผสมจะลดลงโดยคำนวณจากอัตราส่วนของน้ำที่มีอยู่ในเนื้อตาล ผสมแป้งสาลีกับเนื้อตาลสุกและส่วนผสมอื่น ๆ ในเครื่องนวดผสม (Kitchen Aid-KSM 900) นวดส่วนผสมโดยใช้หัวตีแบบตะของอ (dough hook) เป็นเวลา 15 นาที จนได้ก้อนโดที่เรียบเนียน ยืดหยุ่น ไม่เหนียวติดมือ และสามารถแผ่เป็นแผ่นบางได้โดยไม่ขาดง่าย นำโดออกจากเครื่อง พักไว้ 10 นาที แบ่งโดเป็นก้อน น้ำหนักก้อนละ 105 กรัม คลึงเป็นก้อนกลมพักไว้ 10 นาที จากนั้นคลึงโดด้วยไม้คลึงแป้งให้เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าแล้วม้วนเป็นท่อนกลม ความยาวเท่าขนาดของพิมพ์ กดด้านริมก้อนโดให้ตะเข็บปิดสนิท วางในพิมพ์อะลูมิเนียมขนาด 10x5x5 cm^2 นิ้ว โดยให้ตะเข็บอยู่ด้านล่าง บ่มให้ขึ้นฟูที่อุณหภูมิ 35°C ความชื้นสัมพัทธ์ 75% เป็นเวลา 50 นาที แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 180°C เป็นเวลา 12 นาที นำขนมปังออกจากเตาอบ พักให้เย็นที่อุณหภูมิห้องประมาณ 1 ชั่วโมง และเก็บใส่ถุงพลาสติกชนิดพอลิโพรไพลีนเพื่อการวิเคราะห์ต่อไป

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานของขนมปังและส่วนผสมในการผลิตขนมปังที่ใช้เนื้อตาลสุกทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่าง ๆ

ส่วนผสม (g)	ปริมาณเนื้อตาลสุก (%)				
	0	25	30	35	40
แป้งสาลี	250.00	187.50	175.00	162.50	150.00
เนื้อตาลสุก	0.00	62.50	75.00	87.50	100.00
น้ำ	125.00	68.75*	56.50*	46.50*	35.00*
เนยจืด	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
หางนมผง	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
น้ำตาล	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
สารเสริมคุณภาพ	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
ยีสต์	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
เกลือ	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50

ที่มา: จุฑา (2547)

*ปริมาณน้ำที่ได้จากการคำนวณอัตราส่วนของน้ำที่มีในเนื้อตาลสุก

2.3 การทดสอบคุณภาพด้านสี

นำเฉพาะส่วนของเนื้อขนมปังมาทำให้มีขนาดเล็กโดยใช้โถปั่น แล้วนำไปวัดค่าสีขาว (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ด้วยเครื่องวัดสี Minolta spectrophotometer (CM-3500d) (Ho et al., 2013)

2.4 การทดสอบปริมาตรจำเพาะและความหนาแน่นของขนมปัง (Hathorn et al., 2008)

การหาปริมาตรของขนมปังทำโดยการทดแทนปริมาตรเมล็ดงา โดยทำการชั่งน้ำหนักขนมปังที่จะตรวจสอบปริมาตร นำขนมปังใส่ลงในภาชนะที่ทราบปริมาตร และเติมเมล็ดงาให้เต็มภาชนะ จากนั้นทำการวัดปริมาตรเมล็ดงาที่เติมลงไปทั้งหมดด้วยกระบอกตวงและคำนวณหาปริมาตรของขนมปัง ปริมาตรจำเพาะและความหนาแน่นของขนมปัง ดังสมการที่ (1)-(3) ตามลำดับปริมาตร

$$\text{ของขนมปัง } (cm^3) = \text{ปริมาตรของภาชนะ} - \text{ปริมาตรของเมล็ดงาที่เติมในภาชนะ} \quad (1)$$

$$\text{ปริมาตรจำเพาะของขนมปัง } (cm^3/g) = \frac{\text{ปริมาตรของขนมปัง}}{\text{น้ำหนักของขนมปัง}} \quad (2)$$

$$\text{ความหนาแน่นของขนมปัง } (g/m^3) = \frac{\text{น้ำหนักของขนมปัง}}{\text{ปริมาตรของขนมปัง}} \quad (3)$$

2.5 การทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture prole analysis, TPA)

ทำการทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (TA-XT2i, Stable Micro Systems) ตัดขนมปังให้มีขนาด 25x25x25 mm^3 โดยวัดจากกึ่งกลางของขนมปัง ทำการกด 2 ครั้ง ด้วยหัววัดทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 mm กำหนดสภาวะในการทำงานของเครื่อง Texture Analyzer ได้แก่ pre-test speed 1.00 mm/sec, test speed 1.00 mm/sec, post-test speed 1.00 mm/sec, distance 40% (ดัดแปลงจาก Huttner et al., 2010) ทำการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปัง ด้านค่าความแข็ง (hardness) ค่าความยืดหยุ่น (springiness) และค่าความเคี้ยวได้ (chewiness)

2.6 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยตัดขอบขนมปังด้านละ 0.5 cm หั่นตัวอย่างให้มีขนาด 4x5x1 cm^3 (กว้างxยาวxสูง) ทดสอบด้านลักษณะปรากฏของโพรงอากาศ สี กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-points hedonic scale) คะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด ซึ่งใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 60 คน โดยทำการเปิดไฟสีเหลืองในระหว่างการทดสอบคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม และเปิดไฟสีขาวในระหว่างการทดสอบคุณภาพด้านสีซึ่งทำการทดสอบเป็นด้านสุดท้าย

2.7 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของขนมปัง ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน ตามวิธีของ AOAC. (2000) สำหรับคาร์โบไฮเดรตใช้การคำนวณดังสมการที่ (4)

$$\text{คาร์โบไฮเดรต (\%)} = 100 - (\text{ความชื้น (\%)} + \text{โปรตีน (\%)} + \text{ไขมัน (\%)} + \text{ใยอาหาร (\%)} + \text{เถ้า (\%)}) \quad (4)$$

2.8 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วย ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี duncan's new multiple range test โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (completely randomize design, CRD) และการทดสอบคุณภาพภาพทางประสาทสัมผัสใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomize complete block design, RCBD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p<0.05$)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกต่อคุณภาพด้านสีของขนมปัง

คุณภาพด้านสีของขนมปังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเลือกซื้อขนมปังของผู้บริโภค ขนมปังที่มีระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกสูงขึ้นทำให้ขนมปังที่ได้มีสีเหลืองมากขึ้นตามลำดับของการทดแทน ดังรูปที่ 1 และผลการวัดค่าสีของขนมปังที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกแสดงดังตารางที่ 2 พบว่า การเพิ่มปริมาณเนื้อตาลสุกมีผลทำให้ค่า L* ของขนมปังลดลงแต่ ค่า a* และ b* ของขนมปังสูงขึ้น ($p<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Rakcejeva et al. (2011) ซึ่งทำการทดลองเติมฟักทองเป็นส่วนผสมในการผลิตขนมปัง พบว่าขนมปังที่ได้มีค่า b* สูงกว่าตัวอย่างควบคุมถึง 1.23 เท่า โดยค่า b* ที่เพิ่มขึ้นเป็นผลจากรงควัตถุสีเหลืองของบีตาแคโรที (β-carotene) ที่อยู่ในฟักทอง โดย มนัสนันท์ และคณะ (2544) รายงานว่าในเนื้อตาลสุกสายพันธุ์หม้อมีปริมาณบีตาแคโรทีนสูงถึง 615 mg/ 100 g

ตารางที่ 2 คุณภาพด้านสีของขนมปังที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกที่ระดับต่าง ๆ

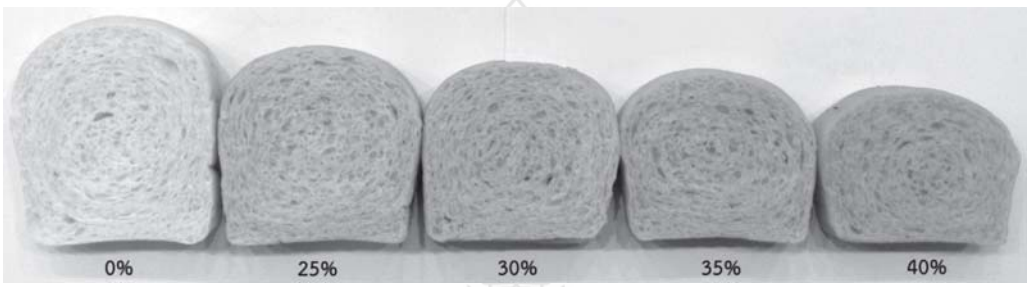
ระดับการทดแทนแป้งสาลี (%)	L*	a*	b*
0	$76.72^{a}\pm0.44$	$0.78^{e}\pm0.15$	$16.41^{d}\pm0.29$
25	$70.49^{b}\pm0.27$	$8.80^{d}\pm0.30$	$44.04^{c}\pm0.45$
30	$67.58^{c}\pm0.21$	$10.77^{c}\pm0.39$	$48.25^{b}\pm0.16$
35	$65.51^{d}\pm0.26$	$11.84^{b}\pm0.23$	$50.05^{a}\pm0.41$
40	$64.85^{e}\pm0.58$	$12.96^{a}\pm0.20$	$50.97^{a}\pm1.08$

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3.2 ผลของเนื้อตาลสุกต่อสมบัติทางกายภาพของขนมปัง

การทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกในการผลิตขนมปังส่งผลให้ปริมาตรจำเพาะของขนมปังลดลงตามลำดับของการทดแทน ($p<0.05$) แสดงดังตารางที่ 3 โดยที่ระดับของการทดแทนแป้งสาลีที่ 40% ขนมปังมีปริมาตรจำเพาะต่ำที่สุด เนื่องจากปริมาณของแป้งสาลีในส่วนผสมลดลงส่งผลต่อการเกิดกลูเตน ความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของโด (Mandala et al., 2009; Mohamed et al., 2010 and Morris and Morris, 2012) เมื่อมีความแข็งแรงและยืดหยุ่นได้น้อยลง ทำให้โดมีความสามารถในการกักเก็บแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักและการอบไว้ในโครงสร้างของขนมปังได้น้อยลงตามลำดับ สอดคล้องกับการทดลองของ Ho et al. (2013) Ragaee et al. (2011) และ Greene and Bovell-Benjamin (2004) ได้ทดลองทดแทนแป้งสาลีด้วยข้าวไรย์ ข้าวบาร์เลย์ แป้งกล้วยและมันเทศ ในการผลิตขนมปัง พบว่าขนมปังมีปริมาตรจำเพาะลดลง โดยปริมาตรจำเพาะของขนมปังมีความสัมพันธ์กับการเกิดกลูเตนในระหว่างการผสมและการนวด และมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปัง (Hung et al., 2007 and Rubel et al., 2015)

ความหนาแน่นของขนมปังมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาตรจำเพาะ กล่าวคือเมื่อปริมาตรจำเพาะของขนมปังลดลง ความหนาแน่นของขนมปังจะมีค่ามากขึ้น จากการทดลอง พบว่า เมื่อระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของขนมปังจะเพิ่มขึ้นตามลำดับของระดับการทดแทน ($p<0.05$) โดยระดับของการทดแทนแป้งสาลีที่ 40% ขนมปังมีความหนาแน่นมากที่สุด แสดงดังตารางที่ 3



รูปที่ 1 ขนมปังที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกที่ระดับต่าง ๆ

ตารางที่ 3 ปริมาตรจำเพาะและความหนาแน่นของขนมปังที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกที่ระดับต่าง ๆ

ระดับการทดแทนแป้งสาลี (%)	ปริมาตรจำเพาะ (cm^3/g)	ความหนาแน่น (g/cm^3)
0	$4.40^{a}\pm0.13$	$0.23^{e}\pm0.01$
25	$4.15^{b}\pm0.06$	$0.24^{d}\pm0.00$
30	$3.80^{c}\pm0.13$	$0.26^{c}\pm0.01$
35	$3.28^{d}\pm0.04$	$0.30^{b}\pm0.00$
40	$3.12^{d}\pm0.08$	$0.32^{a}\pm0.01$

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3.3 ผลของเนื้อตาลสุกต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปัง

ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปังเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเลือกซื้อขนมปังของผู้บริโภค การทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกในขนมปังมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปัง พบว่าการเพิ่มระดับการทดแทนแป้งสาลี ทำให้ขนมปังมีค่าความแข็ง (hardness) และค่าความเคี้ยวได้ (chewiness) สูงขึ้น และมีค่าความยืดหยุ่น (springiness) ลดลง ($p<0.05$) ค่าความแข็งและค่าความเคี้ยวได้ของขนมปังมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อกัน กล่าวคือเมื่อขนมปังมีความแข็งเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ขนมปังเคี้ยวยากขึ้น (Rubel et al., 2015) จากการทดลอง พบว่า เมื่อระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกสูงขึ้นมีผลทำให้ค่าความแข็งและค่าความเคี้ยวได้สูงขึ้นตามลำดับของระดับการทดแทน โดยที่ระดับการทดแทนแป้งสาลีที่ 40% มีค่าความแข็งและค่าความเคี้ยวได้มากที่สุด เนื่องจากการเพิ่มระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกทำให้กลูเตนที่เกิดขึ้นลดลงและทำให้โดมีความแข็งแรงและความยืดหยุ่นลดลง เป็นผลให้มีความสามารถใน

การกักเก็บแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ในโครงสร้างของขนมปังลดลง (Mandala et al., 2009 and Morris and Morris, 2012) และทำให้ขนมปังสูญเสียความยืดหยุ่น ซึ่งลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปังมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณจำเพาะของขนมปัง (Hung et al., 2007 and Rubel et al., 2015)

ตารางที่ 4 ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปังที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกที่ระดับต่าง ๆ

ระดับการทดแทนแป้งสาลี (%)	hardness (g)	chewiness (g)	springiness
0	66.68d±5.98	37.26d±3.25	0.84a±0.03
25	78.20d±4.82	36.86d±2.51	0.77b±0.02
30	98.82c±6.99	45.00c±3.29	0.77b±0.02
35	109.18b±5.47	53.62b±3.74	0.78b±0.03
40	145.16a±10.51	74.79a±6.89	0.76b±0.02

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3.4 พลของเนื้อตาลสุกต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การใช้เนื้อตาลสุกเป็นส่วนผสมในขนมปังทำให้ขนมปังมีสีเหลืองจากเนื้อตาลสุก ดังรูปที่ 1 และทำให้ขนมปังมีกลิ่นรสเฉพาะของเนื้อตาลสุก ซึ่งมีผลต่อความชอบของผู้ทดสอบชิม โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของโพรงอากาศ และรสชาติของขนมปังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\geq0.05$) แต่ให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของขนมปังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยการทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกในระดับที่สูงขึ้นมีผลให้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบลดลง เนื่องจากการเพิ่มระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกมีผลต่อคุณภาพของขนมปัง ได้แก่ ปริมาตรจำเพาะที่ลดลง ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น และมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสด้านค่าความแข็ง และค่าความเคี้ยวได้มีค่าเพิ่มขึ้น แสดงดังตารางที่ 3 และ 4 ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะเนื้อสัมผัสที่ลดลงตามลำดับของระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุก เมื่อพิจารณาด้านสีและกลิ่นรสของขนมปัง พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบลดลงตามลำดับของระดับการทดแทนแป้งสาลี เนื่องจากระดับการทดแทนแป้งสาลีสูงขึ้นมีผลทำให้ขนมปังมีสีเหลืองและมีกลิ่นรสของตาลสุกเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวมของขนมปังที่มีระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกที่ระดับ 0-35% ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) จากการทดลอง พบว่า สามารถทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกในการผลิตขนมปังได้สูงถึง 35% ของน้ำหนักแป้งสาลี โดยทำให้ขนมปังมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณลักษณะของขนมปังใกล้เคียงกับขนมปังสูตรพื้นฐาน

ตารางที่ 5 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกที่ระดับต่างๆ

ระดับการทดแทนแป้งสาลี (%)	ลักษณะปรากฏ (โพรงอากาศ)	สี	กลิ่นรส	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	$6.86^{a}\pm1.28$	$8.34^{a}\pm1.32$	$7.26^{a}\pm1.21$	$6.80^{a}+1.36$	$7.11^{a}\pm1.43$	$7.04^{a}\pm1.18$
25	$6.81^{a}\pm1.40$	$7.44^{b}\pm1.43$	$6.56^{b}\pm1.39$	$6.78^{a}\pm1.26$	$6.97^{a}\pm1.15$	$7.00^{a}\pm1.02$
30	$6.75^{a}\pm1.41$	$7.38^{b}\pm1.18$	$6.56^{b}\pm1.50$	$6.47^{a}\pm1.83$	$6.50^{ab}\pm1.72$	$6.72^{a}\pm1.53$
35	$7.12^{a}\pm1.33$	$6.50^{c}\pm1.46$	$6.56^{b}\pm1.11$	$6.78^{a}\pm0.87$	$6.72^{a}\pm1.02$	$6.84^{a}\pm1.11$
40	$6.56^{a}\pm1.74$	$5.75^{d}\pm1.63$	$6.16^{b}\pm1.42$	$6.06^{a}\pm1.52$	$6.34^{b}\pm1.49$	$6.00^{b}\pm1.78$

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3.5 องค์ประกอบทางเคมีของขนมปังที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุก

องค์ประกอบทางเคมีของขนมปังสูตรพื้นฐานและขนมปังที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกที่ระดับ 35% ของน้ำหนักแป้งสาลี แสดงดังตารางที่ 6 ขนมปังที่มีระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกมีผลทำให้ขนมปังมีปริมาณความชื้นสูงขึ้นและปริมาณโปรตีนลดลง ซึ่งเกิดจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกทำให้สัดส่วนของโปรตีนในส่วนผสมลดลงเนื่องจากปริมาณแป้งสาลีลดลง เป็นผลให้ขนมปังมีปริมาตรจำเพาะลดลงและความหนาแน่นสูงขึ้น แสดงดังตารางที่ 3 จึงทำให้น้ำในส่วนผสมของขนมปังระเหยออกจากโครงสร้างของขนมปังได้น้อยลง นอกจากนี้ ขนมปังที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกมีปริมาณใยอาหาร 1.30 ± 0.12 สูงกว่าสูตรพื้นฐานถึง 1.94 เท่า โดย มนัสนันท์ และคณะ (2544) รายงานว่าเนื้อตาลสุกมีปริมาณใยอาหารสูงถึง 2.73%

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของขนมปังสูตรพื้นฐานและขนมปังที่มีระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยเนื้อตาลสุกที่ระดับ 35%

องค์ประกอบทางเคมี (%)	ขนมปังสูตรพื้นฐาน	ขนมปังที่มีระดับการทดแทนแป้งสาลี 35%
ความชื้น	$28.06^{b}\pm0.49$	$32.05^{a}\pm0.77$
คาร์โบไฮเดรต	$55.02^{a}\pm0.51$	$53.83^{b}\pm0.47$
โปรตีน	$11.31^{a}\pm0.19$	$7.28^{b}\pm0.11$
ไขมัน	$3.42^{a}\pm0.06$	$3.94^{a}\pm0.04$
ใยอาหาร	$0.67^{b}\pm0.03$	$1.30^{a}\pm0.12$
เถ้า	$1.52^{b}\pm0.11$	$1.60^{a}\pm0.13$

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4. สรุป

เนื้อตาลสุกซึ่งเป็นผลิตผลทางการเกษตรพื้นที่จังหวัดเพชรบุรีที่มีการนำไปใช้ประโยชน์น้อย การเพิ่มมูลค่าเนื้อตาลสุกโดยการใช้เนื้อตาลสุกเป็นส่วนผสมในการผลิตขนมปังทำให้ขนมปังมีสีเหลืองและมีกลิ่นรสที่เป็นลักษณะเด่นเฉพาะของเนื้อตาลสุก การเพิ่มปริมาณเนื้อตาลสุกเพื่อทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปัง มีผลต่อสี ปริมาตรจำเพาะ ความหนาแน่น ลักษณะเนื้อสัมผัสและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปัง โดยสามารถใช้เนื้อตาลสุกทดแทนแป้งสาลีในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมปังสูงถึง 35% ซึ่งทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมีลักษณะที่ดีใกล้เคียงกับขนมปังสูตรพื้นฐาน และทำให้ขนมปังที่มีลักษณะเฉพาะของท้องถิ่น เป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรท้องถิ่นเพื่อการสร้างอาชีพ สร้างราย ได้แก่ ชุมชนต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่สนับสนุนทุนวิจัย ขอบคุณเทศบาลเมืองชะอำ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองหญ้าปล้อง ในการประสานงานการดำเนินงานวิจัย และขอบคุณผู้บริหารและสมาชิกกลุ่มชุมชนบ้านห้วยทรายใต้ อำเภอชะอำ และกลุ่มแม่บ้านเยาวชนบ้านห้วยสาลิกา อำเภอหนองหญ้าปล้อง จังหวัดเพชรบุรี ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัย และมีส่วนสำคัญในความสำเร็จของผลงานวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2556. **เบเกอรีเทคโนโลยีเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 224 หน้า.

จุฑา พีรพัชระ. 2547. **ผลิตภัณฑ์ขนมอบจากแป้งกล้วย.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พริ้นติ้งเฮาส์. 152 หน้า

มนัสนันท์ บุญทราพงษ์ กมลวรรณ แจ้งชัด อนุวัตร แจ้งชัด และวิชัย หฤทัยธนาสันติ์. 2544. การศึกษาคุณภาพของเนื้อตาลสุกและขนมตาลที่ผลิตจากเนื้อตาลสุกผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรเซชัน. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่** 39. 425-433.

วรรณวิจักขณ์ (นามแฝง). 2557. แนวโน้มอุตสาหกรรมอาหารไทย ปี 2557. **อุตสาหกรรมสาร.** 56: 5-7.

Greene, J.L. and A.C. Bovell-Benjamin. 2004. Macroscopic and sensory evaluation of bread supplemented with sweet-potato flour. **J. Food Sci.** 69: 167-173.

Hathorn, C.S., M.A. Biswas, P.N. Gichuhi and A.C. Bovell-Benjamin.2008. Comparison of chemical, physical, micro-structural, and microbial properties of breads supplemented with sweetpotato flour and high-gluten dough enhancers. **LWT.** 41: 803-815.

Ho L., N.A.A. Aziz and B. Azahri. 2013. Physico-chemical characteristics and sensory evaluation of wheat bread

partially substituted with banana (*Musa acuminate* X *balbisiana* cv. Awak) pseudo-stem flour. **Food Chem.** 139: 532-539.

Hung, P.V., T. Maeda and N. Morita. 2007. Dough and bread qualities of flour with whole waxy wheat flour substitution. **Food Res. Int.** 40: 273-279.

Huttner, E.K., F.D. Bello and E.K. Arendt. 2010. Rheological properties and bread making performance of commercial wholegrain oat flours. **J. Cereal Sci.** 52: 65-71.

Lim, H.S., Park S.H., Ghafoor, K., Hwang, S.Y. and Park, J. 2011. Quality and antioxidant properties of bread containing turmeric (Curcuma longa L.) cultivated in South Korea. **Food Chemistry.** 124: 1577-1582.

Mandala, I., Polaki A. and S. Yanniotis. 2009. Influence of frozen storage on bread enriched with different ingredients. **Food Eng.** 92: 137-145.

Mohamed, A., J. Xu and M. Singh. 2010. Yeast leavened banan-bread: Formulation, processing, colour and texture analysis. **Food Chem.** 118: 620-626.

Morris, C. and G.A. Morris. 2012. The effect of inulin and fructo-oligosaccharide supplementation on the textural. Rheological and sensory properties of bread and their role in weight management: A review. **Food Chem.** 133: 237-248.

Ptitchkina, N.M., Novokreschonove, L.V., Pisjunova, G.V. and Morris, E.R. 1998. Large enhancements in loaf volume and organoleptic acceptability of wheat bread by small additions of pumpkin powder: possible role of acetylated pectin in stabilizing gas-cell structure. **Food Hydrocolloids.** 12: 333-337.

Ragaee, S., I. Fuzar, N. Dhull and K. Seetharaman. 2011. Effects of fiber addition on antioxidant capacity and nutritional quality of wheat bread. **L WT.** 44: 2147-2153.

Rakcejeva, T., R. Galovurda, L. Dude and Strautniece, E. 2011. Use of dried pumpkins in wheat bread production. **Procedia Food Science.** 1: 441-447.

Rubel, I.A., E.E. Perez, G.D. Manrique, and D.B. Genovese. 2015. Fibre enrichment of wheat bread with Jerusalem artichoke inulin: Effect on dough rheology and bread quality. **Food Structure.** 3: 21-29.

Sakac, M., Torbica, A., Sedej, I. and Hadnadev, M. 2011. Influence of bread making on antioxidant capacity of gluten free breads based on rice and buckwheat flour. **Food Research International.** 44: 2806-2813.