

ผลของการใช้แป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลีบางส่วนที่มีต่อคุณภาพ
ทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังขาไก่
EFFECT OF PARTIAL SUBSTITUTION OF WHEAT FLOUR WITH
SABA BANANA (KLUAI HIN) FLOUR ON THE PHYSICAL AND
ORGANOLEPTIC QUALITIES OF BREADSTICKS

กิงกมล ลีลาจารุวรรณ
Kingkamol Leelajaruwan

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยหินในผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ เริ่มจากการนำกล้วยหินดิบมาปอกเปลือก ล้างด้วยสารละลายกรดซิตริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.3 (น้ำหนักโดยปริมาตร) สไลด์เป็นแผ่นบาง ๆ หนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตร นำไปแช่ในสารละลายกรดซิตริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.3 (น้ำหนักโดยปริมาตร) เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปวางบนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นนำไปอบด้วยเครื่องอบแบบลมร้อน (tray dryer) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นำมาบดละเอียด แล้วร่อนผ่านตะแกรง เก็บในภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง จะได้แป้งกล้วยหินที่มีสีเหลืองอ่อน มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และแป้งทนการย่อย อยู่ร้อยละ 10.36, 2.72, 1.24, 1.67 และ 66.86 ตามลำดับ จากนั้นทำการผลิตขนมปังขาไก่โดยใช้แป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ 5 ระดับคือ ร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม), 10, 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักแป้งสาลีที่ใช้ในสูตร พบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยหินในปริมาณที่สูงขึ้น มีผลทำให้ค่าสี L^* และปริมาตรจำเพาะของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลง ในขณะที่ค่าสี a^* และ b^* และความแข็งมีค่าเพิ่มขึ้นโดยการทดแทนด้วยแป้งกล้วยหินที่ปริมาณร้อยละ 20 พบว่าไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุม (สูตรที่ใช้แป้งสาลีล้วน) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความกรอบ และความชอบโดยรวม

คำสำคัญ: แป้งกล้วย กล้วยหิน ขนมปังขาไก่ แป้งสาลี แป้งทนการย่อย

คณะเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยรังสิต อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000

Faculty of Food Technology, Rangsit University, Muang District, Pathum Thani Province 12000

corresponding author e-mail: Kingkamol_lee@yahoo.com

Received: 9 July 2020; Revised: 9 September 2020; Accepted: 14 September 2020

Abstract

The objective of this research was to determine the effect of wheat flour substitution with saba banana (kluai hin) flour on physical and organoleptic qualities of breadsticks. Saba banana (kluai hin) were peeled and rinsed in citric acid solution (0.3% w/v), cut into 2-3 mm. and immediately soaked in citric acid solution (0.3% w/v) for 30 minutes, then drained. The slices were dried at 50 °C using tray dryer, ground using a commercial grinder, sieved and packed in sealed containers then stored in dry place at room temperature. The saba banana flour composed of 10.36 % moisture, 2.72 % protein, 1.24 % fat, 1.67% ash and 66.86 % resistant starch respectively. The effect of wheat flour substitution with saba banana flour at the levels of 0, 10, 20, 30 and 40 % by weight of wheat flour on breadsticks qualities were further carried out. Increasing the level of saba banana flour decreased L* value and specific volume but increased a*, b* value and hardness of the product. Substitution level of 20% saba banana flour did not cause a significant different of product qualities in terms of appearance, color, flavor, crispiness and overall acceptability.

Keyword: Banana flour, Kluai hin, Breadsticks, Wheat flour, Resistant starch

บทนำ

ขนมปังข้าวก่ำ เป็นขนมปังที่มีลักษณะผิวและเนื้อค่อนข้างแข็ง มีปริมาณไขมันต่ำประมาณ 0-3% (Jammake & Naivikul, 2011) ทำมาจากแป้งสาลีและส่วนผสมอื่นๆ นำมาปั้นเป็นแท่งแล้วนำไปอบจนได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นหอมและมีรสเค็มเล็กน้อย โดยเปลือกขนมปังจะมีลักษณะค่อนข้างแข็ง เนื้อในแห้งเป็นโพรงเบา (Suphakitvanitchok, 2012) ขนมปังข้าวก่ำนี้นิยมรับประทานเป็นอาหารว่าง หรือขนมขบเคี้ยว สามารถรับประทานได้ทุกเพศทุกวัย ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจในการเลือกรับประทานอาหารมากขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพได้รับความนิยมจากผู้บริโภค และเกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้วัตถุดิบที่อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ อาทิเช่น เส้นใยอาหาร โปรตีน วิตามิน มาเป็นส่วนประกอบของอาหารมากขึ้น จึงพบว่ามีรายงานวิจัยของ Ktenioudaki et al. (2012) ซึ่งนำ Brewer's spent grain ซึ่งเป็นผลพลอยได้ (by-product) จากการผลิตเบียร์มาใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมปังข้าวก่ำ เพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนและเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์ พบว่าการใช้ Brewer's spent grain ทดแทนแป้งสาลี ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อโครงสร้างและเนื้อสัมผัสของขนมปังข้าวก่ำ โดยจะทำให้ขนมปังข้าวก่ำมีปริมาตรลดลง ในขณะที่ค่าความแข็ง ปริมาณโปรตีนและเส้นใยอาหารของขนมปังข้าวก่ำมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ Wachirasiri et al.

(2010) พบว่า สามารถใช้ใยอาหารจากเปลือกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ทดแทนแป้งสาลีได้ในปริมาณร้อยละ 5 โดยไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมในด้านสีของผลิตภัณฑ์และคะแนนความชอบรวม และผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณพอลิฟีนอลและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

กล้วยหินเป็นกล้วยที่รู้จักอย่างแพร่หลายในภาคใต้ และเป็นพืชพื้นบ้านในจังหวัดยะลา ในกล้วยหินจะมีแป้งที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ในลำไส้เล็ก หรือที่เรียกว่า Resistant Starch (RS) อยู่สูงถึงร้อยละ 68.1 ซึ่งแป้งและผลิตภัณฑ์จากแป้งกลุ่มนี้จะไม่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ในลำไส้เล็ก ไม่สามารถดูดซึมภายในลำไส้เล็กของมนุษย์ได้ จึงให้คุณประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่นเดียวกับใยอาหาร (dietary fiber) (Vatanasuchart et al., 2010; 2012) ทั้งนี้แป้งทนการย่อย (RS) จะไม่ถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในลำไส้เล็กแต่จะผ่านมายังลำไส้ใหญ่และถูกหมักโดยเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้ใหญ่ ได้เป็นกรดไขมันสายสั้น ๆ เช่น อะซิเตท โพรพิโอเนต และบิวทิเรต ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อจุลินทรีย์กลุ่มโปรไบโอติก (probiotic microorganisms) (Sajilata et al., 2006) เป็นผลให้การทำงานของระบบทางเดินอาหารเป็นปกติ จึงสามารถช่วยลดอัตราเสี่ยงในการเกิดโรคอายุรกรรมต่าง ๆ ได้ เช่น โรคเบาหวาน โรคอ้วน โรคหลอดเลือดอุดตัน โรคหัวใจ เป็นต้น (Vatanasuchart et al., 2010) นอกจากนี้กรดไขมันที่เกิดขึ้นดังกล่าวสามารถถูกดูดซึมภายในลำไส้ใหญ่และขนส่งไปยังตับ กรดไขมันจะไปยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค เพิ่มปริมาณของเหลว และปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างในลำไส้ใหญ่ให้ต่ำลง โดยมีรายงานถึงบทบาทของกรดไขมันบิวทิเรตซึ่งช่วยปรับสภาพลำไส้ใหญ่ส่วนปลาย (rectum) ให้ดีขึ้น ซึ่งจะยับยั้งการเจริญของเซลล์ที่ถูกถ่ายโอน ซึ่งมีบทบาทในการป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่ (Boonkong et al., 2015) การรับประทานอาหารที่มีแป้งทนการย่อยจะส่งผลดีต่อสุขภาพ เนื่องจากแป้งทนการย่อย จะช่วยให้การย่อยสลายในระบบทางเดินอาหารเป็นไปอย่างช้า ๆ ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ เป็นผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดอยู่ในสภาวะที่ควบคุมได้ (Sajilata et al., 2006) นอกจากนี้ยังพบว่าแป้งทนการย่อยในแป้งกล้วยดิบยังช่วยลดความอยากอาหารและทำให้รู้สึกอิ่มนานอีกด้วย (Sarda et al., 2016) ปัจจุบันจึงมีการนำแป้งกล้วยไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ อาทิเช่น ขนมปัง พาสต้า เส้นก๋วยเตี๋ยว และคุกกี้ ซึ่งพบว่าในผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้แป้งกล้วยเป็นส่วนประกอบจะมีปริมาณแป้งทนการย่อย เส้นใยอาหารทั้งหมด เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ อยู่ในปริมาณที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์ควบคุม นอกจากนี้การใช้แป้งกล้วยในเส้นก๋วยเตี๋ยวและคุกกี้ยังช่วยให้ค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index; GI) และอัตราการย่อยคาร์โบไฮเดรตลดลง (Loong & Wong, 2018) ในการวิจัยของ Kunthorn (2007) ได้ศึกษาการใช้แป้งกล้วยหินในคุกกี้เนยสด ในอัตราส่วน 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 และ 100:0 พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบ ด้านสีและด้านกลิ่นของคุกกี้เนยสดทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน แต่คะแนนในด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส และด้านความชอบรวมของคุกกี้เนยสดสูตร

ที่ใช้แป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลี ในอัตราส่วน 25:75 จะมีค่าคะแนนมากกว่าสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ $p \leq 0.05$

ดังนั้นแป้งกล้วยหินจึงมีศักยภาพสูงสำหรับการนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ขนมและอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการนำกล้วยหินมาแปรรูปเป็นแป้งกล้วยหิน แล้วนำแป้งที่ได้มาศึกษาคุณภาพทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และนำมาใช้ทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในขนมปังขาวซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ได้รับความนิยมชนิดหนึ่ง เพื่อช่วยเพิ่มประโยชน์และคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์ ช่วยส่งเสริมการใช้วัตถุดิบภายในประเทศ และเพิ่มทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้บริโภค โดยในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาถึงผลของการใช้แป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลีบางส่วนที่มีต่อคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทของขนมปังขาว

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมแป้งกล้วยหิน

เตรียมแป้งกล้วยหิน โดยนำกล้วยหินดิบที่มีความสุกระดับ 1 (กล้วยหินระยะแก่จัดเปลือกมีสีเขียวไม่มีสีเหลืองปน) มาปอกเปลือก ล้างด้วยสารละลายกรดซิตริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.3 (น้ำหนักโดยปริมาตร) สลัดเป็นแผ่นบาง ๆ หนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตร นำไปแช่ในสารละลายกรดซิตริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.3 (น้ำหนักโดยปริมาตร) เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำวางบนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาประมาณ 16-18 ชั่วโมง จนมีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 14 (Rodriguez-Ambriz et al., 2008; Boonkong et al., 2015; Loong & Wong, 2018) จึงนำไปบดโดยเครื่องบดไฟฟ้า แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 150 μm บรรจุใส่ถุงพอยล์ปิดสนิทเก็บในที่แห้ง ทำการศึกษาคุณภาพของแป้งกล้วยหินในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1.1 คุณภาพทางกายภาพโดยวัดค่าสี L^* , a^* , b^* ด้วยเครื่องวัดสี (Minolta Model CR-10, Japan)

1.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน ตามวิธีการของ AOAC (2000) ปริมาณแป้งทนการย่อย (Resistant Starch; RS) ตามวิธีการของ Chou et al. (2010) โดยชั่งตัวอย่างแป้ง 0.4 กรัม ใส่ลงในหลอดปั่นเหวี่ยงที่ทราบน้ำหนักแน่นอน เติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (pH 6.0, 55.6 มิลลิตรโมลาร์ต่อลิตร) 20 มิลลิตร และเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (Sigma A-3176) 0.16 กรัม บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง และนำมาปรับ pH ให้เป็น 4.5 ด้วยสารละลายกรดฟอสฟอริก (2 มิลลิตรต่อ 100 ลิตร) จากนั้นเติมเอนไซม์อะไมโลกลูโคซิเดส (Sigma A-7095) 0.4 มิลลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำมาปั่นเหวี่ยง 4000 $\times$ g เป็นเวลา 15 นาที นำส่วนที่ตกตะกอนมาเติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (pH 7.5, 0.08 โมลาร์) 20 มิลลิตร จากนั้นเติมเอนไซม์โปรทีเอส (Sigma P-2143) 0.4 มิลลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 42

องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จึงนำมาปั่นเหวี่ยงที่ $6000 \times g$ เป็นเวลา 15 นาที แล้วนำมาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนกว่าน้ำหนักจะคงที่ โดยปริมาณ RS ที่ได้คำนวณได้ดังนี้

$$\text{ปริมาณ RS (\% น้ำหนักแห้ง)} = \frac{\text{น้ำหนักของ RS}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

2. การศึกษาผลของแป้งกล้วยที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปังชาไก่

ทำการผลิตขนมปังชาไก่โดยใช้สูตรมาตรฐานซึ่งประกอบด้วย แป้งสาลี น้ำตาลทราย เกลือ นมผง ยีสต์ เนย และน้ำ ร้อยละ 60, 1.2, 1.2, 1.2, 0.4, 6 และ 30 ตามลำดับ โดยแปรปริมาณการใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีในสูตรมาตรฐานเป็น 5 ระดับคือ ร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนักแป้งสาลี ผสมส่วนผสมทั้งหมดในเครื่องผสมจนได้ก้อนโด จากนั้นทำการหมักโดนาน 40 นาที แล้วนำมารีดจนแผ่นแป้งมีความหนาประมาณ 3 มิลลิเมตร ตัดแผ่นแป้งให้มีขนาดความกว้าง 1.5 เซนติเมตร และยาว 7 เซนติเมตร หมักก้อนโดนาน 15 นาที นำไปอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 นาที (Ktenioudaki et al., 2012) แล้วจึงนำขนมปังชาไก่ที่ผลิตได้มาตรวจสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.1 คุณภาพทางกายภาพ

- 1) วัดค่าสี L^* , a^* , b^* ด้วยเครื่องวัดสี (Minolta Model CR-10, Japan)
- 2) ปริมาตรจำเพาะโดยใช้การแทนที่ด้วยเมล็ดงา (rapeseed displacement) ตามวิธีการของ Choondet (2003)

3) วัดค่าความแข็งด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส TA.XT Plus (Stable Micro Systems) โดยใช้หัววัด Three point bending Rig ขนาดโหลดเซลล์ (load cell) 5 kg การทำงานของเครื่องใช้ความเร็วก่อนและความเร็วหลังทดสอบที่ 1.0 และ 10 mm/s ระยะทาง 5 mm ทำการวัด 10 ครั้งต่อตัวอย่าง

2.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความกรอบ และความชอบโดยรวม กับผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองทางสถิติแบบ Completely Randomized Design (CRD) ส่วนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองทางสถิติแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD)

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยนำข้อมูลมาประเมินผลหาความแตกต่างโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. คุณภาพทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยหิน

จากการศึกษาคุณภาพของแป้งกล้วยหินพบว่า แป้งกล้วยหินที่ผลิตได้ที่มีลักษณะเป็นผงละเอียด มีสีเหลืองอ่อน และมีกลิ่นหอม มีค่าสี L^* a^* และ b^* เท่ากับ 87.87, 1.20 และ 11.27 มีองค์ประกอบทางเคมี คือ ปริมาณความชื้นร้อยละ 10.36 โปรตีนร้อยละ 2.72 ไขมันร้อยละ 1.24 เถ้าร้อยละ 1.67 และ Resistant starch ร้อยละ 66.86 แสดงดังตารางที่ 1 (Table 1)

Table 1 Physical and chemical characteristics of saba banana flour

Parameters	Mean $\pm$ standard deviation
Color	
Brightness (L^*)	87.87 $\pm$ 0.04
Redness (a^*)	1.20 $\pm$ 0.06
Yellowness (b^*)	11.27 $\pm$ 0.03
Moisture (%)	10.36 $\pm$ 0.22
Protein (%)	2.72 $\pm$ 0.16
Fat (%)	1.24 $\pm$ 0.19
Ash (%)	1.67 $\pm$ 0.51
Resistant starch (%)	66.86 $\pm$ 0.62

2. ผลการศึกษาการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยหินที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปังข้าวไร้

2.1 คุณภาพด้านกายภาพ

จากการนำขนมปังข้าวไร้ที่ใช้แป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่าง ๆ มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพโดยการวัดค่าสี ปริมาตรจำเพาะ และค่าความแข็ง ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 2 (Table 2)

2.1.1 ผลการศึกษาค่าสี L^* a^* b^* ของขนมปังข้าวไร้ที่ใช้แป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลีที่ปริมาณร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 ของแป้งทั้งหมดในสูตร พบว่า สีของขนมปังข้าวไร้จะมีค่าความสว่าง (L^*) อยู่ในช่วง 58.23-61.52 มีค่าความเป็นสีแดง (a^*) อยู่ในช่วง 6.88-10.65 และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) อยู่ในช่วง 31.88-46.72 โดยค่าสีของขนมปังข้าวไร้ ที่ใช้แป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลี

ในปริมาณร้อยละ 40 จะมีค่าความสว่าง (L^*) น้อยที่สุด แต่จะมีค่าความเป็นสีแดง (a^*) และความเป็นสีเหลือง (b^*) มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับขนมปังสูตรที่ใช้แป้งสาลีล้วน

2.1.2 ผลการวัดปริมาตรจำเพาะของขนมปังขาไก่ที่ใช้แป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลีที่ปริมาณร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 ของแป้งทั้งหมดในสูตรพบว่า ปริมาตรจำเพาะของขนมปังขาไก่อยู่ในช่วง 2.75-3.80 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยขนมปังขาไก่ที่ทำจากแป้งสาลีล้วนจะมีปริมาตรจำเพาะมากที่สุด

2.1.3 ผลจากการวัดค่าความแข็งของขนมปังขาไก่ที่ใช้แป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลีที่ปริมาณร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 ของแป้งทั้งหมดในสูตรพบว่า ขนมปังขาไก่มีค่าความแข็งอยู่ในช่วง 3.41-7.41 นิวตัน โดยขนมปังขาไก่ที่ใช้แป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 40 จะมีค่าความแข็งสูงที่สุด ในขณะที่ขนมปังขาไก่ที่ทำจากแป้งสาลีจะมีค่าความแข็งน้อยที่สุด

Table 2 Influence of saba banana flour on the physical characteristics of breadsticks

Breadsticks	Color			Specific volume (cm ³ /g)	Hardness (N)
	L^*	a^*	b^*		
0% BF	61.52 ^a ± 1.05	6.88 ^d ± 0.17	31.88 ^d ± 1.29	3.80 ^a ± 1.00	3.41 ^d ± 1.02
10% BF	61.46 ^a ± 1.30	10.15 ^c ± 0.23	38.48 ^c ± 0.81	3.54 ^{ab} ± 0.76	3.98 ^d ± 0.92
20% BF	60.82 ^b ± 0.83	10.55 ^b ± 0.30	43.38 ^b ± 1.42	3.24 ^b ± 0.39	4.77 ^c ± 0.35
30% BF	59.69 ^c ± 1.01	10.60 ^{ab} ± 0.15	42.18 ^b ± 0.95	2.90 ^c ± 0.84	5.94 ^b ± 1.07
40% BF	58.23 ^d ± 1.26	10.65 ^a ± 0.21	46.72 ^a ± 1.33	2.75 ^d ± 0.55	7.41 ^a ± 1.26

Remark ^{a-d} Mean values with different superscripts in the same column are significantly different

($p \leq 0.05$)

BF = banana flour

2.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังขาไก่ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยหินที่ระดับต่าง ๆ ดังตารางที่ 3 (Table 3) พบว่าค่าคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความกรอบและความชอบโดยรวม ของขนมปังขาไก่ที่ใช้แป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 0, 10 และ 20 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่ขนมปังขาไก่ที่ใช้แป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 30 และ 40 จะมีค่าคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความกรอบและความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยขนมปังขาไก่ที่ใช้แป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 40 จะมีค่าคะแนนความชอบในทุก ๆ คุณลักษณะน้อยที่สุด

Table 3 Influence of saba banana flour on sensory acceptability of breadsticks

Sensory attribute	Breadsticks				
	0% BF	10% BF	20% BF	30% BF	40% BF
Appearance	7.38 ^a ± 1.27	7.26 ^a ± 1.72	7.03 ^{ab} ± 1.34	6.84 ^b ± 1.40	5.00 ^c ± 1.65
Color	7.32 ^a ± 1.47	7.29 ^a ± 1.28	7.01 ^{ab} ± 1.16	6.77 ^b ± 1.32	5.86 ^c ± 1.94
Flavor	7.24 ^a ± 1.58	7.09 ^a ± 1.98	7.12 ^a ± 1.76	6.70 ^b ± 1.43	5.34 ^c ± 1.77
Crispiness	7.33 ^a ± 0.95	7.14 ^a ± 1.15	7.09 ^a ± 1.31	6.49 ^b ± 1.35	4.64 ^c ± 1.22
Overall liking	7.37 ^a ± 0.71	7.11 ^a ± 1.03	7.20 ^a ± 1.50	6.34 ^b ± 1.59	4.87 ^c ± 1.73

Remark ^{a-c} Mean values with different superscripts in the same row are significantly different

($p \leq 0.05$) BF = banana flour

อภิปรายผล

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยหิน ดังตารางที่ 1 (Table 1) พบว่า แป้งกล้วยหินจะมีแป้งที่ทนต่อการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ หรือที่เรียกว่า Resistant starch ซึ่งมีคุณสมบัติเทียบเท่าเส้นใยอาหาร อยู่ในปริมาณที่สูงถึงร้อยละ 66.86 แสดงให้เห็นว่าแป้งกล้วยหินเป็นแป้งที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Vatanasuchart et al. (2012) ที่ได้ศึกษาปริมาณแป้งทนการย่อยในกล้วยชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย พบว่า กล้วยหินมีปริมาณแป้งทนการย่อยอยู่ร้อยละ 68.1 ซึ่งปริมาณแป้งทนการย่อยที่วิเคราะห์ได้จากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับผลของงานวิจัยดังกล่าว เมื่อนำแป้งกล้วยหินมาใช้ทดแทนแป้งสาลีในขนมปังขาไก่โดยแปรผันปริมาณการทดแทนเป็น 5 ระดับ คือร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 ของแป้งทั้งหมดในสูตร ดังตารางที่ 2 (Table 2) พบว่า การใช้แป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่เพิ่มขึ้น จะมีผลต่อค่าสี L^* , a^* และ b^* ของขนมปังขาไก่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อใช้แป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลีเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าความสว่าง L^* มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ค่าสี a^* และ b^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทำให้ขนมปังขาไก่มีสีเข้มขึ้นซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากแป้งกล้วยหินที่ผลิตได้มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีเหลืองอ่อน ผลจากการวัดปริมาตรจำเพาะของขนมปังขาไก่ พบว่าปริมาตรจำเพาะของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มระดับการใช้แป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่สูงขึ้น โดยขนมปังขาไก่ที่ใช้แป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 40 จะมีปริมาตรจำเพาะน้อยที่สุด ทั้งนี้เป็นผลจากปริมาณกลูเตนที่ลดลง (Siddiq et al., 2009) เมื่อปริมาณกลูเตนซึ่งเป็นโปรตีนที่อยู่ในแป้งสาลี มีลักษณะเป็นยางเหนียว ยืดหยุ่นได้ และทำหน้าที่เป็นตัวเก็บก๊าซไว้ ทำให้เกิดโครงร่างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์และจะเป็นโครงร่างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ (Jammake & Naivikul, 2011) มีปริมาณลดลง จึงส่งผลให้การขยายตัวซึ่งเกิดจากปริมาณกลูเตนจากแป้งสาลีในส่วนผสมของขนมปังขาไก่ลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Siddiq et al. (2009) ที่พบว่าปริมาตรจำเพาะของขนมปัง

มีค่าลดลง เมื่อมีการใช้ defatted maize germ flour (DMG flour) ทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Netipunya (2006) ที่ทำการศึกษาการพัฒนาเบรตสติกจากแป้งข้าวเจ้า โดยใช้แป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เบรตสติก ผลการศึกษา พบว่าการใช้แป้งข้าวเจ้าในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาตรจำเพาะของผลิตภัณฑ์เบรตสติกลดลง

ผลจากการวัดค่าความแข็งของขนมปังขาไก่ พบว่าการใช้แป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะมีผลต่อค่าความแข็งของขนมปังขาไก่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อปริมาณการทดแทนแป้งกล้วยหินเพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้ความแข็งของขนมปังขาไก่ มีค่าสูงขึ้นตามลำดับ เป็นผลเนื่องมาจากแป้งกล้วยหินไม่มีกลูเตน ซึ่งเป็นโปรตีนที่สำคัญที่ทำหน้าที่ช่วยในการอุ้มก้ำทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมปังในขณะอบ ดังนั้นเมื่อทดแทนแป้งกล้วยหินในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจึงมีผลทำให้สัดส่วนของโปรตีนกลูเตนจากแป้งสาลีที่มีอยู่ในโด (dough) ลดลง ส่งผลให้โดมีความสามารถในการยืดขยายและความสามารถในการเก็บก้ำในขั้นตอนการหมักและการอบได้น้อยลง ทำให้โดพองตัวได้น้อย ขนมปังขาไก่ที่ได้จึงมีความหนาแน่นมากขึ้น ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่แข็งและอัดตัวกันแน่น (Hung et al., 2007; Pareyt et al., 2008; Sriroth & Piyachomkwan, 2000) สอดคล้องกับ Sullivan et al. (2010) ที่ทำการศึกษาผลของการใช้ pearled barley flour ทดแทนแป้งสาลีในการทำผลิตภัณฑ์ขนมปัง พบว่า การใช้ pearled barley flour ทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้เนื้อของขนมปังมีความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.001$) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Sudha et al. (2007) ที่พบว่าการใช้รำจากข้าว ข้าวโอ๊ต และข้าวบาร์เลย์ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ขนมปังกรอบ (biscuit) มีค่าความคงทนต่อการแตกหัก (breaking strength) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังขาไก่ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยหินที่ระดับต่าง ๆ พบว่า การใช้แป้งกล้วยหินทดแทนแป้งสาลีส่งผลต่อคุณลักษณะของขนมปังขาไก่ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความกรอบ และรสชาติโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยหินที่เพิ่มขึ้นจะทำให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ในด้านต่าง ๆ ลดลง เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มที่มีลักษณะผิวค่อนข้างหยาบ มีสีคล้ำและมีความแข็งเพิ่มขึ้น โดยระดับการทดแทนด้วยแป้งกล้วยหินที่ร้อยละ 10 และร้อยละ 20 พบว่าไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความกรอบ และความชอบโดยรวม ($p > 0.05$) ดังตารางที่ 3 (Table 3)

สรุปผลการวิจัย

การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยหินในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อ ลักษณะทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังชาไก่ โดยจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรจำเพาะ ลดลง มีผิวภายนอกที่ค่อนข้างหยาบ มีสีคล้ำและมีความแข็งเพิ่มขึ้น โดยระดับการทดแทนแป้งสาลี ด้วยแป้งกล้วยหินที่ร้อยละ 20 เป็นระดับการทดแทนที่มากที่สุดที่สามารถใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมปังชาไก่ ได้โดยไม่ส่งผลต่อค่าคะแนนความชอบในทุก ๆ คุณลักษณะ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. *Official Methods of Analysis*. Maryland: The Association of official Analytical Chemists, 2000.
- Boonkong J, Bunmee T, Ruenkeaw P. Application of resistant starch from unripe banana “Hom Thong” (*Musa sapientum* L., AAA group) in Pasta, *Journal of Food Technology-Siam University*. 2015; 10(1): 19-29.
- Choonddee P. *Effect of Partial Substitution of Wheat Flour by Native and Retrograded Tapioca Starches on Bread Staling*. Master of Science in Food Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, 2003.
- Chou C, Wu M, Nurtama B, Lin J. Effect of different heating treatment and storage time on formation of resistant starch from potato starch, *Agriculture and Natural Resources*. 2010; 44: 935-942.
- Hung VP, Maeda T, Morita N. Dough and bread qualities of flours with whole waxy wheat flour substitution, *Food Research International*. 2007; 40: 273-279.
- Jammake J, Naivikul O. *Basic Baking Science and Technology*. Bangkok: Kasetsart University Press, 2011.
- Ktenioudaki A, Chaurin V, Reis SF. et al. Brewer’s spent grain as a functional ingredient for breadsticks, *International Journal of Food Science and Technology*. 2012; 47(8): 1765-1771.
- Kunthon N. *Substitution of Wheat flour with banana Saba flour in butter cookies*. Faculty of Science, Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University, 2007.
- Loong CYL, Wong CYH. Chinese steamed bread fortified with green banana flour, *Food Research*. 2018; 2(4): 320-330.
- Netipunya S. *Development of Breadsticks from Rice Flour*. Master of Science (Agro-Industrial Product Development). Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, 2006.
- Pareyt B, Wilderjans E, Goesart H. et al. The Role of Gluten in a Sugar-Snap Cookie System: a model approach based on gluten-starch blends, *Journal of Cereal Science*. 2008; 48(3): 863-869.
- Rodriguez-Ambriz SL, Islas-Hernandez JJ, Agama-Acevedo E. et al. Characterization of a Fibre-Rich Powder Prepared by Liquefaction of Unripe Banana Flour, *Food Chemistry*. 2008; 107(4): 1515-1521.

- Sajilata MG, Singhal RS, Kullarni PR. Resistant starch: A review, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2006; 5(1): 1-17.
- Sarda FAH, Giuntini EB, Gomez ML. et al. Impact of Resistant Starch from Unripe Banana Flour on Hunger, Satiety and Glucose Homeostasis in Healthy Volunteers, *Journal of Functional Foods*. 2016; 24: 63-74.
- Siddiq M, Nasir M, Ravi R. et al. Effect of defatted maize germ flour addition on the physical and sensory quality of wheat bread, *Food Science and Technology*. 2009; 42: 464-470.
- Sriroth K, Piyachomkwan K. *Starch Technology*. Bangkok: Kasetsart University Press, 2000.
- Sudha ML, Vetrmani R, Leelavathi K. Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality, *Food Chemistry*. 2007; 100: 1365-1370.
- Sullivan P, O'Flaherty J, Brunton N. et al. Fundamental rheological and textural properties of doughs and breads produced from milled pearled barley flour, *European Food Research and Technology*. 2010; 231(3): 441-453.
- Suphakitvanitchok A. *Delicious Bread Dish*. Bangkok: Amarin Printing and Publishing, 2012.
- Vatanasuchart N, Niyomwit B, Wongkrajang K. *Eating Banana for Good Health*. Bangkok, 2010.
- Vatanasuchart N, Niyomwit B, Wongkrajang K. Resistant starch content, in vitro starch digestibility and physico-chemical properties of flour and starch from Thai bananas, *Maejo International Journal of Science and Technology*. 2012; 6(2): 259-271.
- Wachirasiri K, Wanlapa S, Sithisam-ang D. et al. Influence of Partial Substitution of Wheat Flour with Choke Anan Mango Peel Dietary Fiber on the Physicochemical and Sensory Characteristics of Breadstick, *Agricultural Science Journal*. 2010; 41(3/1): 309-312.