

ผลของแป้งกล้วยน้ำว้าต่อคุณลักษณะของขนมทองม้วน

The Effect of Nam Wa Banana Flour on the Characteristics of Thai Crispy Roll

อดิสรา ตันตสุทธิกุล^{1*}
Adisara Tantasuttikul^{1*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์จากแป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน โดยการนำกล้วยน้ำว้าดิบไปนึ่งในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที หั่นเป็นแว่นบาง ๆ และอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง นำไปบดจะได้แป้งกล้วยน้ำว้าดิบ มีเนื้อละเอียด สีขาวอมเหลือง และมีกลิ่นหอมของกล้วยน้ำว้า จากนั้นนำไปผสมในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน โดยใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 น้ำหนักต่อน้ำหนัก พบว่าอัตราส่วนของแป้งกล้วยน้ำว้าเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความสว่าง (L^*) มีค่าลดลง และมีค่าความเป็นสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของสถิติ ($p < 0.05$) ขณะที่ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) มีค่าที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้แป้งมีความหนืดเพิ่มขึ้น เนื่องจากเม็ดแป้งบางส่วนเกิดการเจลละติไนซ์ (gelatinization) ทำให้มีส่วนที่เป็นอสัณฐานของเม็ดแป้งจำนวนมาก สามารถดูดซับน้ำได้อย่างรวดเร็ว จากนั้นเก็บรักษาขนมทองม้วนที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 28 วัน ในถุงออลูมิเนียมฟรอยด์ พบว่าอัตราส่วนของแป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 0 และ 25 น้ำหนักต่อน้ำหนัก มีความชื้นเพิ่มขึ้น ในขณะที่อัตราส่วนร้อยละ 50 75 และ 100 น้ำหนักต่อน้ำหนัก ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนมีปริมาณน้ำอิสระต่ำ (0.60) เนื้อสัมผัสมีความแข็งไม่แตกต่างกันในแต่ละสูตร เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้าทำให้ขนมทองม้วนมีลักษณะขรุขระและมีรูพรุนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความชื้นลดลง มีความกรอบและเก็บรักษาได้นาน

คำสำคัญ: แป้งกล้วยน้ำว้า ขนมทองม้วน คุณลักษณะของขนมทองม้วน

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีเกษตรและอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

* Corresponding author e-mail: tan1ads@yahoo.com

DOI: <https://doi.org/10.65217/wichchajinstru.2024.v43i1.257916>

Received: 13 February 2023, Revised: 1 April 2023, Accepted: 19 May 2023

Abstract

The objective of this research was to utilize banana flour, which was produced from NamWa bananas substituting rice flour in Thai Crispy Roll products. The raw bananas were steamed in boiling water for 10 minutes, then cut and dried at 50°C for 6 hours. They were ground into the powder. The banana flour is a fine texture, has yellowish white, and smells of banana. After that, the banana flour was used to develop a Thai Crispy Roll (Khanom Thong Muan). The ratios of banana flour: rice flour were 0, 25, 50, 75 and 100% weight per weight (w/w). The ratio of banana flour was increased due to the brightness (L^*) decreased, redness (a^*) increased, while the yellowness (b^*) are not different and the viscosity increased. As a result, the starch granules are gelatinized. The amorphous parts of starch granules have a large number that can absorb water quickly. Next, stored Khanom Thong Muan in aluminum foil bags at room temperature for 28 days. The results found the moisture content of ratios 0 and 25% w/w was increased, but ratios 50, 75, and 100% w/w were not different significantly ($p > 0.05$) during storage. The free water content of all products was low (0.60). The texture (hardness) was not different in each ratio. The amount of banana flour increased, which represented the product was rougher and more porous. That affect product moisture to reduced, crispy, and can be stored for a long time.

Keywords: Banana flour, Thai crispy roll (Khanom Thong Muan), Characteristics of Khanom Thong Muan

บทนำ

กล้วยน้ำว้า (*Musa* ABB cv. Kluai 'Namwa') อยู่ในวงศ์ Musaceae เป็นพืชสมุนไพรที่ให้คุณค่าทางอาหารสูง อุดมด้วยวิตามินแร่ธาตุและใยอาหารที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย และมีคาร์โบไฮเดรตอยู่ในรูปของแป้งจำนวนมาก (สุปรียา และสุดใจ, 2537) สามารถเปลี่ยนเป็นน้ำตาลเมื่อเกิดการสุก นอกจากนี้เป็นแหล่งของแป้งทนย่อย (resistant starch) ซึ่งสามารถทนต่อการย่อยของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส (α -amylase) ในระบบทางเดินอาหาร (Fida *et al.*, 2019) จากการศึกษาปริมาณแป้งทนย่อยจากพืชต่าง ๆ ที่สามารถผลิตแป้งได้ พบว่าแป้งทนย่อยพบมากในกล้วย ร้อยละ 52-64 ผลิตภัณฑ์จากแป้งถั่วเขียว (glass noodle products) ร้อยละ 9-11 และในพืชตระกูลถั่ว (legume group) ร้อยละ 10-22 แป้งทนย่อยมีประโยชน์แก่สุขภาพ ช่วยในการขับถ่ายและระบบหมุนเวียนเลือด เนื่องจากคุณสมบัติของแป้งทนย่อยจะไม่ถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในลำไส้เล็ก แต่จะผ่านมาถึงลำไส้ใหญ่ จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในทางเดินอาหารที่อยู่ในกลุ่มโพรไบโอติก (probiotic) สามารถหมักเป็นกรดไขมันสั้น ๆ เช่น อะซิเตท (acetate) โพรพิโอเนต (propionate) และบิวทิเรต (butyrate) ช่วยในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค โดยการเพิ่มปริมาณของเหลวและ

ปรับสภาวะความเป็นกรด-ด่างในลำไส้ใหญ่ให้ต่ำลง ช่วยปรับสภาวะลำไส้ส่วนปลาย (rectum) ให้ดีขึ้น ลดการเกิดมะเร็งในลำไส้ จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้มีการใช้ประโยชน์จากกล้วยมากมาย เช่น การใช้แป้งกล้วยหอมดิบในการผลิตพาสต้า (จิรนาถ และคณะ, 2558) การใช้แป้งกล้วยไข่ดิบในการผลิตขนมทองม้วนและขนมปังหวาน (ภาสุรี และนัฐพัช, 2561; สุนทร, 2563) การใช้แป้งกล้วยน้ำว้าในการทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์บราวนี่ (วรรัชยา และคณะ, 2560) ดังนั้นการผลิตแป้งจากกล้วยสามารถเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลผลิตกล้วยและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้หลากหลาย นอกจากนี้สามารถใช้ในเชิงสุขภาพได้อีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมแป้งกล้วยน้ำว้า

โดยการนำกล้วยน้ำว้าดิบที่มีความสุกระยะที่ 1 จากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกิดจากดินปากอ่อ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา นำมาตัดเป็นลูกไม่ปอกเปลือก นำไปล้างทำความสะอาด จากนั้นนำไปนึ่งในน้ำเดือด เป็นเวลา 10 นาที ซึ่งการนึ่งหรือต้มจะเป็นวิธีการใช้ความร้อนเพื่อให้แป้งในกล้วยเกิดการเจลาติไนซ์ พักให้เย็น แล้วนำไปปอกเปลือก หั่นบาง ๆ เรียงบนตะแกรง และนำไปอบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง นำแผ่นกล้วยแห้งมาบดให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช (mesh) สังเกตลักษณะแป้งกล้วยน้ำว้าที่ได้ บรรจุลงอะลูมิเนียมฟรอยด์และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (อดิศรา, 2564) เพื่อนำไปทดลองใช้ต่อไป

2. การผลิตขนมทองม้วนจากแป้งกล้วยน้ำว้า

โดยการนำแป้งกล้วยน้ำว้าที่เตรียมได้ในขั้นตอนการเตรียมแป้งกล้วยน้ำว้า มาทดลองทำขนมทองม้วนดัดแปลงสูตรและวิธีการของ Maysylvie (2564) โดยแปรผันปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้าเพื่อทดแทนแป้งข้าวเจ้า ที่ระดับร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 โดยน้ำหนักแป้งในสูตร แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรการผลิตขนมทองม้วนที่ผสมแป้งกล้วยน้ำว้าในระดับต่าง ๆ

ส่วนผสม	สูตรที่ (ร้อยละ)				
	1 (ควบคุม)	2 (25)	3 (50)	4 (75)	5 (100)
แป้งข้าวเจ้า (กรัม)	225.00	168.75	112.50	56.25	0.00
แป้งกล้วยน้ำว้า (กรัม)	0.00	56.25	112.50	168.75	225.00
แป้งมันสำปะหลัง (กรัม)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
กะทิ (กรัม)	260.00	260.00	260.00	260.00	260.00
น้ำตาลปีบ (กรัม)	170.00	170.00	170.00	170.00	170.00
ไข่ไก่ (ฟอง)	1	1	1	1	1
งาดำ (กรัม)	1	1	1	1	1

ที่มา: อดิศรา (2546)

จากสูตรตารางที่ 1 ซึ่งส่วนผสมตามอัตราส่วนที่กำหนดในแต่ละสูตร จากนั้นนำกะทิ ผสมกับน้ำตาลปึก และตั้งไฟอ่อน ๆ เพื่อให้น้ำตาลปึกละลาย ตั้งให้เย็น เติมน้ำตาลปึกให้เข้ากัน จากนั้นเติมแป้งข้าวเจ้า แป้งกล้วยน้ำว้าและแป้งมันสำปะหลัง ผสมให้ส่วนผสมเข้ากัน เติมน้ำตาล และ นำแป้งปริมาณ 2 ช้อนโต๊ะ ไปใส่ในพิมพ์และร่อนแป้งสุกประมาณ 30-40 วินาที โดยแป้งที่ได้จะ เริ่มแข็ง จากนั้นพักให้เย็น และนำขนมทองม้วนที่ได้เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ เพื่อเก็บรักษา และวิเคราะห์ในขั้นตอนถัดไป

3. การวิเคราะห์คุณภาพขนมทองม้วน

วิเคราะห์คุณภาพทางด้านต่าง ๆ ของขนมทองม้วนที่ทดแทนด้วยแป้งกล้วยน้ำว้าที่ ระดับต่าง ๆ ด้วยการวิเคราะห์ความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้นแบบอินฟาเรด ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ และลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (texture analyzer, TA.XT2i) ตามวิธีการของจรรยา (2559) โดยใช้หัววัด cylinder probe (P/2) ขนาด 2 มิลลิเมตร กำหนดแรงกด 5 กิโลกรัม ความเร็วหัว 2.0 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะทาง 3 มิลลิเมตร โดย ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 5 ซ้ำ และตรวจสอบโครงสร้างทางจุลภาคด้วยเครื่อง scanning electron microscope (SEM) กำลังขยาย 100 เท่า (Bi *et al.*, 2017)

4. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของขนมทองม้วนในระหว่างการเก็บรักษา

นำขนมทองม้วนบรรจุถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ ปริมาณ 150 กรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 28 วัน สุ่มตรวจวิเคราะห์คุณภาพต่าง ๆ ทุกวันที่ 0 7 14 21 และ 28 วัน ทำการวิเคราะห์ ความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้นแบบอินฟาเรด ปริมาณน้ำอิสระด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ ลักษณะ เนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (texture analyzer, TA.XT2i) โดยใช้หัววัด cylinder probe (P/2) ขนาด 2 มิลลิเมตร กำหนดแรงกด 5 กิโลกรัม ความเร็วหัว 2.0 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะทาง 3 มิลลิเมตร โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 5 ซ้ำ วัดความหนืดด้วยเครื่องวิเคราะห์ความหนืดของ ของเหลว (Brookfield viscometer) และวัดโครงสร้างทางจุลภาคด้วยเครื่อง scanning electron microscope (SEM) กำลังขยาย 100 เท่า

5. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design: CRD) ทำการ ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความ แตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. ลักษณะของแป้งกล้วยน้ำว้า

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของกล้วยที่มีความสุกระยะที่ 1 พบว่ากล้วยระยะนี้ แป้งยังไม่เปลี่ยนเป็นน้ำตาล เนื่องจากกล้วยสุกจะมีน้ำตาลสูง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีที่เข้มขึ้น ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลจากการกระทำของเอนไซม์ (enzymatic browning) รวมถึงปฏิกิริยา เมลลาร์ด (maillard reaction) เมื่อใช้อุณหภูมิสูง (อดิศรา, 2564) ดังนั้นกล้วยที่มีความสุกระยะที่ 1 เมื่ออบแห้งจะทำให้กล้วยไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล พบว่า แป้งกล้วยน้ำว้ามีเนื้อละเอียด สีขาวอมเหลือง

มีกลิ่นหอมของกล้วยน้ำว้า แป้งกล้วยน้ำว้าที่ได้มีความชื้นร้อยละ 9.75 ± 0.15 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ที่กำหนดความชื้นของแป้งกล้วยน้ำว้าไม่เกินร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก ทำให้สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของแป้งกล้วยน้ำว้าได้ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2550)

2. ผลของปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้าต่อคุณภาพของขนมทองม้วน

การใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนต่าง ๆ คือ อัตราส่วนร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) 25 (สูตรที่ 1) 50 (สูตรที่ 2) 75 (สูตรที่ 3) และ 100 (สูตรที่ 4) น้ำหนักต่อน้ำหนักพบว่าลักษณะของน้ำแป้งที่ผสมแป้งกล้วยน้ำว้าในอัตราที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีสีที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ค่าสีของน้ำแป้งที่ผสมแป้งกล้วยน้ำว้าในอัตราส่วนต่าง ๆ พบว่าค่าความสว่างและค่าความเป็นสีแดงของแป้งขนมทองม้วนในแต่ละอัตราส่วนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในสูตรที่มีการเติมปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้าเพิ่มขึ้น ค่าค่าความสว่างลดลง และมีค่าความเป็นสีแดงที่เพิ่มขึ้นขณะที่ค่าความเป็นสีเหลืองมีค่าที่ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าสีของขนมทองม้วนที่ผสมแป้งกล้วยน้ำว้าที่ระดับต่าง ๆ

อัตราส่วนแป้งกล้วยน้ำว้า (ร้อยละ)	ค่าสี		
	ความสว่าง (L*)	ความเป็นสีแดง (a*)	ความเป็นสีเหลือง (b*)
0	79.78 ± 0.08^a	2.56 ± 0.21^e	20.70 ± 0.20^{cd}
25	71.82 ± 0.09^b	3.71 ± 0.06^d	21.51 ± 0.13^{bc}
50	65.96 ± 0.04^c	4.44 ± 0.14^c	20.44 ± 0.28^d
75	60.32 ± 0.08^d	5.03 ± 0.12^b	23.01 ± 0.64^a
100	52.25 ± 0.16^e	6.85 ± 0.45^a	22.02 ± 0.68^{ab}

หมายเหตุ: - ตัวอักษร a b c d e ที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

นอกจากนี้แป้งกล้วยน้ำว้าที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนต่าง ๆ พบว่าอัตราส่วนในการเติมแป้งกล้วยน้ำว้าเพื่อทดแทนแป้งข้าวเจ้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความหนืดของแป้งทองม้วนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ความหนืดของน้ำแป้งขนมทองม้วนที่ผสมแป้งกล้วยน้ำว้าที่ระดับต่าง ๆ

อัตราส่วนแป้งกล้วยน้ำว้า (ร้อยละ)	ความหนืด (เซนติพอยส์: cP)
0	0.50 ± 0.00^e
25	1.00 ± 0.00^d
50	5.00 ± 0.00^c
75	50.00 ± 0.00^b
100	66.70 ± 0.00^a

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ 3 ตัวอย่าง ($n=3$)

- ตัวอักษร a b c d e ที่แตกต่างกันในแถวแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3. การเปลี่ยนแปลงของขนมทองม้วนที่ใช้แป้งกล้วยน้ำว่าทดแทนแป้งข้าวเจ้าในสูตรต่าง ๆ

ในระหว่างการเก็บรักษาขนมทองม้วนที่ใช้แป้งกล้วยน้ำว่าทดแทนแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 น้ำหนักต่อน้ำหนัก เป็นระยะเวลา 0 7 14 21 และ 28 วัน ในถุงออลูมิเนียมฟรอยด์ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ พบว่าขนมทองม้วนที่ใช้แป้งกล้วยน้ำว่าทดแทนแป้งข้าวเจ้าในสูตรควบคุมและอัตราส่วนร้อยละ 25 น้ำหนักต่อน้ำหนัก มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา ในขณะที่ปริมาณความชื้นของขนมทองม้วนที่ใช้แป้งกล้วยน้ำว่าทดแทนแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนร้อยละ 50 75 และ 100 น้ำหนักต่อน้ำหนัก ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ตลอดระยะเวลา 28 วัน แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณความชื้นของขนมทองม้วนที่ผสมแป้งกล้วยน้ำว่าที่ระดับต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ตลอดระยะเวลา 28 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณความชื้นของขนมทองม้วนที่ผสมแป้งกล้วยน้ำว่าอัตราส่วนร้อยละ				
	0	25	50	75	100
0	3.23±0.05 ^{bB}	4.45±0.43 ^{aBC}	3.03±0.76 ^{bA}	3.53±0.23 ^{bA}	2.00±0.61 ^{cA}
7	3.31±0.10 ^{bB}	4.97±0.55 ^{aAB}	3.37±0.50 ^{bA}	2.87±0.15 ^{bA}	2.70±0.62 ^{bA}
14	3.20±0.36 ^{abB}	4.03±0.15 ^{abC}	4.37±1.67 ^{aA}	3.33±0.60 ^{abA}	2.43±0.21 ^{bA}
21	4.43±0.21 ^{aA}	4.67±0.35 ^{aABC}	4.00±1.15 ^{aA}	3.50±0.78 ^{abA}	2.73±0.25 ^{bA}
28	4.77±0.25 ^{abA}	5.33±0.51 ^{aA}	3.70±1.14 ^{bcA}	2.90±0.10 ^{cA}	2.87±0.35 ^{cA}

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ 3 ตัวอย่าง (n=3)

- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแถวแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

- ตัวอักษร A B C ที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่ใช้แป้งกล้วยน้ำว่าทดแทนแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนต่าง ๆ โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องตลอดระยะเวลา 28 วัน พบว่าปริมาณน้ำอิสระในสูตรควบคุม และอัตราส่วนร้อยละ 25 น้ำหนักต่อน้ำหนัก มีปริมาณน้ำอิสระสูงกว่าอัตราส่วนร้อยละ 50 75 และ 100 น้ำหนักต่อน้ำหนัก (ตารางที่ 5) และทุกสูตรมีปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้น เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ปริมาณน้ำอิสระในสูตรที่มีปริมาณแป้งกล้วยน้ำว่าอัตราส่วนร้อยละ 100 น้ำหนักต่อน้ำหนัก มีปริมาณน้ำอิสระน้อยที่สุด และทุกสูตรมีปริมาณน้ำอิสระต่ำหรือน้อยกว่า 0.60 ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 28 วัน

ตารางที่ 5 ปริมาณน้ำอิสระของขนมทองม้วนที่ผสมแป้งกล้วยน้ำว้าที่ระดับต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 28 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณน้ำอิสระของขนมทองม้วนที่ผสมแป้งกล้วยน้ำว้าอัตราส่วนร้อยละ				
	0	25	50	75	100
0	0.39±0.00 ^{aA}	0.36±0.00 ^{bB}	0.30±0.00 ^{cB}	0.33±0.03 ^{cA}	0.27±0.01 ^{dC}
7	0.32±0.01 ^{cdA}	0.44±0.03 ^{aAB}	0.36±0.01 ^{bA}	0.33±0.01 ^{bcA}	0.29±0.00 ^{dB}
14	0.44±0.04 ^{aA}	0.47±0.03 ^{aA}	0.34±0.01 ^{bcA}	0.36±0.03 ^{bA}	0.30±0.01 ^{cAB}
21	0.43±0.01 ^{aC}	0.44±0.04 ^{aAB}	0.37±0.01 ^{bA}	0.37±0.01 ^{bA}	0.32±0.01 ^{cA}
28	0.47±0.02 ^{aB}	0.47±0.02 ^{aA}	0.36±0.02 ^{bA}	0.28±0.01 ^{cB}	0.29±0.01 ^{cBC}

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ 3 ตัวอย่าง (n=3)

- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแถวแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
- ตัวอักษร A B C ที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของขนมทองม้วนที่ใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนต่าง ๆ ค่าที่รายงานเป็นแรงสูงสุดในการต้านการกด (maximum force) ซึ่งบ่งบอกถึงความแข็ง (gf) ของตัวอย่าง จากการวัดค่าความแข็งของม้วนที่ใช้แป้งกล้วยน้ำว้าเป็นส่วนผสมมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 28 วัน แสดงดังตารางที่ 6

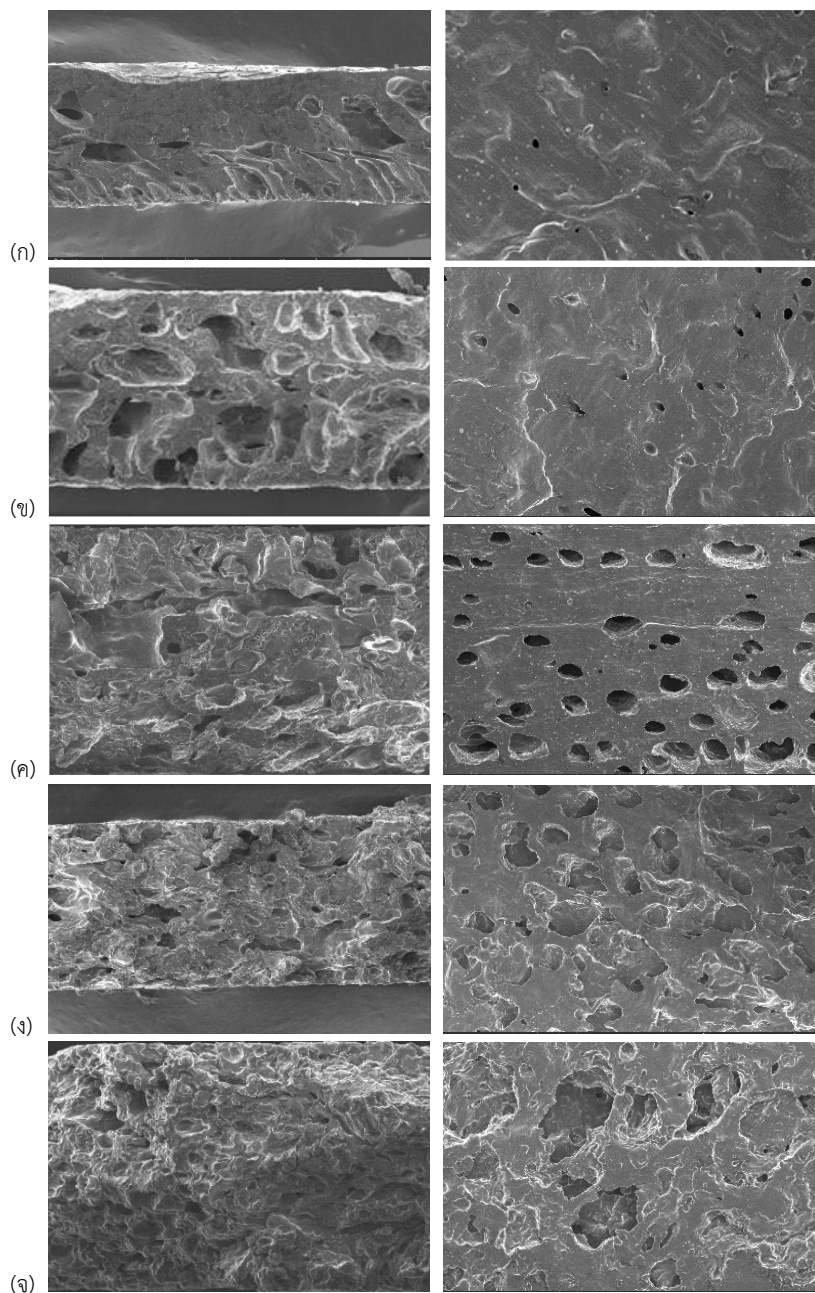
ตารางที่ 6 ค่าความแข็งของขนมทองม้วนที่ผสมแป้งกล้วยน้ำว้าที่ระดับต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ตลอดระยะเวลา 28 วัน

ระยะ เวลา (วัน)	ค่าความแข็งของขนมทองม้วนที่ผสมแป้งกล้วยน้ำว้าอัตราส่วนร้อยละ				
	0	25	50	75	100
0	512.46±202.71 ^{aA}	195.73±38.88 ^{bB}	592.54±178.05 ^{aA}	760.38±192.61 ^{aB}	597.64±132.38 ^{aA}
7	386.969±83.03 ^{bA}	266.97±47.45 ^{bB}	259.18±64.63 ^{bB}	253.25±45.48 ^{bC}	594.52±226.83 ^{aA}
14	500.72±85.81 ^{bA}	640.72±98.37 ^{bA}	588.99±145.68 ^{bA}	1268.25±175.82 ^{aA}	458.502±183.34 ^{bA}
21	479.00±88.54 ^{aA}	533.20±46.43 ^{aA}	625.42±169.32 ^{aA}	511.74±241.76 ^{aBC}	514.79±153.73 ^{aA}
28	482.43±127.79 ^{bA}	582.43±170.79 ^{abA}	766.24±144.06 ^{aA}	782.07±237.65 ^{aB}	584.52±100.73 ^{abA}

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ 3 ตัวอย่าง (n=3)

- ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแถวแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
- ตัวอักษร A B C ที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

โครงสร้างทางจุลภาคของขนมทองม้วนใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนต่าง ๆ โดยรูปด้านซ้ายเป็นรูปตัดขวางของขนมทองม้วนและรูปด้านขวาเป็นรูปพื้นผิวของขนมทองม้วน (ภาพที่ 1) เห็นได้ว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้า ส่งผลให้ลักษณะของขนมทองม้วนมีลักษณะขรุขระเพิ่มขึ้น และมีรูพรุนขนาดใหญ่ขึ้น การมีรูพรุนมากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบมากขึ้นและปริมาณความชื้นลดลง (จีรเดช และคณะ. 2564; Fida *et al.*, 2019)



ภาพที่ 1 โครงสร้างทางจุลภาคของขนมทองม้วนที่ผสมแป้งกล้วยน้ำว้าที่ระดับต่าง ๆ ได้แก่ ร้อยละ 0 (ก) 25 (ข) 50 (ค) 75 (ง) และ 100 (จ) ที่กำลังขยาย 100 เท่า (ซ้าย: ภาพตัดขวาง ขวา: ผิวหน้า)

การอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพของแป้งกล้วยน้ำว้า พบว่าแป้งกล้วยน้ำว้ามีเนื้อละเอียด สีขาวอมเหลือง มีกลิ่นหอมของกล้วยน้ำว้า และมีค่าความเป็นสีแดงเล็กน้อย เนื่องจากในกล้วยน้ำว้า มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดในขั้นตอนการผลิตแป้ง ซึ่ง Fida *et al.* (2019) ได้ศึกษาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในกล้วยน้ำว้า พบว่ากล้วยน้ำว้าระยะที่ 1 (ระยะแก่) มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ 0.2 และมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามระยะการสุกของกล้วย เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงระหว่างการสุกผลกล้วยจะมีอัตราการคายน้ำเพิ่มขึ้นและเกิดการสลายตัวของแป้ง ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาลในเนื้อ ปริมาณแป้งลดลง ซึ่งแป้งจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลซูโครสและเปลี่ยนต่อเป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตส (ปิยวรรณ, 2544) การละลายของแป้งกล้วยน้ำว้าแสดงถึงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างส่วนอสัณฐาน (amorphous) และส่วนที่เป็นผลึก (crystalline) บนสายโซ่ของเม็ดแป้ง เมื่อมีความร้อนในสภาวะที่มีปริมาณน้ำมากเกินไปจะทำให้โครงสร้างส่วนที่เป็นผลึกเกิดการคลายตัวและพันธะไฮโดรเจนในกลุ่มอะไมโลส (amylose) และอะไมโลเพกติน (amylopectin) ที่ยึดเหนี่ยวกันอ่อนแอลง ส่งผลให้โมเลกุลของน้ำสามารถเข้าไปในเม็ดแป้ง เกิดการพองตัวและละลายน้ำ ทั้งนี้จะส่งผลให้สมบัติต่าง ๆ ของแป้งเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น ความหนืด และการเกิดเจลลิตไนซ์ เป็นต้น จากผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนในการเติมแป้งกล้วยน้ำว้าเพื่อทดแทนแป้งข้าวเจ้ามากขึ้น ส่งผลให้ความหนืดของแป้งทองม้วนเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบความหนืดของแป้งกล้วยน้ำว้าและแป้งข้าวเจ้า พบว่าแป้งกล้วยน้ำว้ามีค่าความหนืดสูงกว่าแป้งข้าวเจ้า ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการคงทนต่ออุณหภูมิและการกวน สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นสารให้ความข้นหนืดในอาหารที่ต้องผ่านการให้ความร้อนด้วยการสเตอริไลซ์ได้ อีกทั้งพบว่าแป้งกล้วยน้ำว้ามีส่วนที่เป็นอะไมโลสสูงจะสามารถเกิดการคืนตัวได้ดีและเร็วกว่าแป้งที่มีปริมาณอะไมโลเพกตินสูง (ภาสุรี และนัฐพัช, 2561) การเตรียมแป้งกล้วยน้ำว้าด้วยการนึ่งเป็นการดัดแปรแป้งทางกายภาพด้วยความร้อน ทำให้แป้งบางส่วนเกิดการสุก (pre gelatinization) โครงสร้างแป้งเกิดการเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้แป้งสามารถดูดน้ำและละลายได้มากขึ้น (Naivikul and Arlai, 2022)

การเตรียมแป้งทองม้วนที่ผสมแป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 น้ำหนักต่อน้ำหนัก นำมาใส่พิมพ์เพื่อให้ความร้อนประมาณ 1-2 นาที พบว่าขนมทองม้วนที่ใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งข้าวเจ้าอัตราส่วนร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 น้ำหนักต่อน้ำหนัก ในแต่ละสูตรมีสีที่แตกต่างกัน เนื่องจากการเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้ามากขึ้นทำให้เกิดสีที่เข้มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของจิรนาถ และคณะ (2558) ได้ศึกษาปริมาณแป้งกล้วยหอมทองดิบในการผลิตเส้นพาสต้า พบว่าค่าความสว่างและค่าความเป็นสีเหลืองจะลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยหอมทองดิบมากขึ้น ทำให้พาสต้ามีสีค่อนข้างคล้ำ (สีน้ำตาลอ่อน) ทั้งนี้สีน้ำตาลอ่อนของแป้งกล้วยหอมทองดิบอาจเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลจากการกระทำของเอนไซม์ (enzymatic browning) รวมถึงปฏิกิริยาเมลลาร์ดในกระบวนการเตรียมแป้ง

ในระหว่างการเก็บรักษาขนมทองม้วนที่ใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 น้ำหนักต่อน้ำหนัก เป็นระยะเวลา 0 7 14 21 และ 28 วัน ในอุณหภูมิเย็นมพรอยด์ จากนั้นนำมาตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ พบว่าขนมทองม้วนที่ใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งข้าวเจ้าในสูตรควบคุมและอัตราส่วนร้อยละ 25 น้ำหนักต่อน้ำหนัก มีปริมาณ

ความชื้นของขนมทองม้วนตลอดการเก็บรักษามีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณความชื้นของขนมทองม้วนที่ใช้แป้งกล้วยน้ำว่าทดแทนแป้งข้าวเจ้าอัตราส่วนร้อยละ 50 75 และ 100 น้ำหนักต่อน้ำหนัก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ตลอดระยะเวลา 28 วัน แสดงดังตารางที่ 4 ปริมาณแป้งกล้วยน้ำว่าในอัตราส่วนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลง เช่นเดียวกับการศึกษาของจิรนาถ และคณะ (2558) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าจากแป้งกล้วยหอมดิบทดแทนเซโมลินา พบว่าเมื่อใช้ปริมาณแป้งกล้วยหอมดิบเพิ่มขึ้น ทำให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลง นอกจากนี้ Loza *et al.* (2017) ศึกษาการใช้ปริมาณแป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีในการผลิตคุกกี้ พบว่า การใช้แป้งกล้วยในสูตรเพิ่มขึ้น ทำให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลง ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน โดยมีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 1.88 และเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.98 ในเดือนที่ 3 ของการเก็บรักษา แป้งกล้วยน้ำว่าประกอบด้วยแป้งทeny่อย ซึ่งส่งผลให้ทนต่อการย่อยในลำไส้ อีกทั้งแป้งกล้วยน้ำว่าประกอบด้วยใยอาหารในปริมาณสูง การจัดเรียงตัวของเส้นใยเป็นแบบตาข่าย ทำให้ความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลง ในระหว่างการให้ความร้อน (Fida *et al.*, 2019) ซึ่งความชื้นจะมีผลต่อคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสและเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพด้านความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์ เมื่อศึกษาปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่ใช้แป้งกล้วยน้ำว่าทดแทนแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนต่าง ๆ โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องตลอดระยะเวลา 28 วัน พบว่าปริมาณน้ำอิสระในสูตรควบคุมและปริมาณแป้งกล้วยน้ำว่าร้อยละ 25 มีปริมาณน้ำอิสระสูงกว่าร้อยละ 50 75 และ 100 (ตารางที่ 5) และทุกสูตรมีปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา แต่ขนมทองม้วนที่มีอัตราส่วนแป้งกล้วยน้ำว่าร้อยละ 100 มีปริมาณน้ำอิสระน้อยที่สุด จากการทดลองตลอดการเก็บรักษา พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนทุกสูตรมีปริมาณน้ำอิสระต่ำหรือน้อยกว่า 0.60 ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 28 วัน ดังนั้นการใช้แป้งกล้วยน้ำว่าในผลิตภัณฑ์จึงนิยมใช้ในการผลิตที่มีความชื้นต่ำ ซึ่งสามารถช่วยควบคุมการเจริญของเชื้อรา ทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น

การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมทองม้วนที่ใช้แป้งกล้วยน้ำว่าทดแทนแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนต่าง ๆ โดยค่าที่รายงานเป็นแรงสูงสุดในการต้านการกด ซึ่งชี้บอกความแข็ง (hardness) ของตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 6 พบว่าทองม้วนที่ใช้แป้งกล้วยน้ำว่าเป็นส่วนผสมมีค่าความแข็งมากกว่าชุดควบคุม ค่าความแข็งที่มากบ่งบอกถึงควมมีรพุนที่เกิดจากเส้นใยจากแป้งกล้วยน้ำว่าทำให้ทองม้วนกรอบมากขึ้น (จิรเดช และคณะ, 2564) แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าความแข็งของขนมทองม้วนมีการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกันมากตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 28 วัน จากการศึกษาของภาสุรี และนัฐพัศ (2561) พบว่าการใช้แป้งข้าวเจ้าต่อแป้งมันสำปะหลัง (สูตรควบคุม) ให้ค่าความแข็ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ทดแทนแป้งผสมด้วยฟลาวร์ (flour) ต่อสตาร์ช (starch) จากกล้วยไข่ดิบ อัตราส่วนเท่ากับ 50:5 100:0 และ 0:100 ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบของแป้งข้าวเจ้าและแป้งกล้วยน้ำว่าประกอบด้วยปริมาณอะไมโลสที่ค่อนข้างสูง ปริมาณอะไมโลสจะมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งมากขึ้น การใช้อุณหภูมิสูงในการให้ความร้อนแก่แป้ง ส่งผลให้เม็ดแป้งเกิดการพองตัวสูงที่สุด (peak viscosity) เม็ดแป้งก็จะเกิดการแตกออก ความหนืดลดลง ทำให้แป้งสุกหรือเกิดการเจลาคีไนซ์ เมื่อลดอุณหภูมิลงโดยการปล่อยแป้งสุกให้เย็นตัวลง โครงสร้างภายในเม็ดแป้งจะจัดเรียงตัวใหม่อย่างเป็นระเบียบ (recrystallization) ด้วยพันธะไฮโดรเจนที่มีความแข็งแรงกว่าเดิม

หรือการคืนตัวของแป้งเกิดเป็นโครงร่างตาข่าย ทำให้แป้งเกิดลักษณะเป็นเจล (ภาสกรีย์ และนัฐพัช, 2561)

โครงสร้างทางจุลภาคของขนมทองม้วนใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนต่าง ๆ โดยรูปด้านซ้ายเป็นรูปตัดขวางของขนมทองม้วนและรูปด้านขวาเป็นรูปพื้นผิวของขนมทองม้วน (ภาพที่ 1) จะเห็นได้ว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้า ส่งผลให้ลักษณะของขนมทองม้วนมีลักษณะขรุขระเพิ่มขึ้นและมีรูพรุนขนาดใหญ่ขึ้น รูพรุนส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบและความชื้นลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการพองตัวมีความสัมพันธ์กับความกรอบ โดยผลิตภัณฑ์ที่มีการพองตัวสูงในขณะการให้ความร้อน จะทำให้โมเลกุลของแป้งที่ล้อมรอบช่องอากาศทำให้มีความหนาแน่นน้อย ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์แตกได้ง่ายซึ่งบ่งบอกถึงความกรอบ อัตราส่วนการพองตัวจะแปรผกผันกับความหนาแน่นรวมเนื่องจากถ้าผลิตภัณฑ์มีการพองตัวสูง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรมาก ทำให้ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ลดลง (ธีรเดช และคณะ, 2564) การดัดแปลงสภาพแป้งกล้วยน้ำว้าด้วยการให้ความร้อนส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดรูพรุนมากขึ้น (Fida *et al.*, 2019)

สรุปผลการวิจัย

แป้งกล้วยน้ำว้ามีลักษณะเนื้อละเอียด สีขาวอมเหลือง มีกลิ่นหอมของกล้วยน้ำว้า มีความหนืดมากขึ้นเมื่ออัตราส่วนเพิ่มขึ้น สามารถประยุกต์ใช้แป้งกล้วยน้ำว้าอัตราส่วนร้อยละ 75 ในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน ซึ่งส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ทองม้วนคงความกรอบมากขึ้น ความชื้นลดลง เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้า ส่งผลให้ลักษณะของขนมทองม้วนมีลักษณะขรุขระเพิ่มขึ้น รูพรุนมีขนาดใหญ่ขึ้น และผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัสลดลงในระหว่างการเก็บรักษา

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้สนับสนุนจากสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

เอกสารอ้างอิง

- จริยา สุขจันทร์. (2559). การพัฒนาอาหารท้องถิ่นจากแป้งสาคุ: หัวข้าวเกรียบแช่แข็ง. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 21(2), 17-30.
- จิรนาถ บุญคง ทิพวรรณ บุญมี และพัชรารวรรณ เรือนแก้ว. (2558). การใช้แป้งกล้วยหอมทองดิบที่มีสมบัติต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในผลิตภัณฑ์พาสต้า. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, 10(1), 19-29.
- ธีรเดช กนกเมธากุล นัฐวงศ์ เพื่องไพบูลย์ และรัชฎา ตั้งวงศ์ไชย. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบทอดจากกล้วยน้ำว้า. *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 22*. ขอนแก่น.
- ปิยวรรณ ศุภวิทพัฒนา. (2544). การผลิตแป้งกล้วย. *รายงานวิจัย*. สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม.
- ภาสกรีย์ ฤทธิเลิศ และนัฐพัช โคตรแปร. (2561). สมบัติของฟลาวาร์และสตรัคเจอร์จากเนื้อกล้วยไข่ดิบและการใช้ประโยชน์ในขนมทองม้วน. *วารสารเกษตร*, 34(3), 513-524.

- วรชยา คุ่มมี อภิญญา อัครเอกผาลิน ชิณพนธ์ ลือราช และชนาธิป รุ่งเรือง. (2560). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ บราวนี่กรอบโดยใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งสาลี. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4* (หน้า 937-946). กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2550). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง แป้งกล้วย (มผช. 1375)*. สืบค้นเมื่อ 16 กันยายน 2564, จาก: [http://lib3.dss.go.th/fulltext/techno_file/CF64/CF64\(D4\).pdf](http://lib3.dss.go.th/fulltext/techno_file/CF64/CF64(D4).pdf).
- สุนทร พักเฟื่อง. (2563). การประยุกต์ใช้แป้งกล้วยไข่เพื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยในผลิตภัณฑ์ขนมปังหวาน. *วารสารวิจัย*, 13(2), 1-8.
- สุปรียา ยืนยงสวัสดิ์ และสุดใจ คงทอง. (2537). *การศึกษาคุณสมบัติของสารสกัดโพลีแซคคาไรด์จากเปลือกกล้วยไข่ กล้วยน้ำว้าและกล้วยหอม*. รายงานวิจัย. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อดิสร่า ตันตสุทธิกุล. (2564). คุณลักษณะของแป้งกล้วยพรีลาเจไนซ์เพื่อการใช้ประโยชน์. *การประชุมวิชาการระดับชาติ ราชภัฏสุราษฎร์ธานีวิจัย ครั้งที่ 16*. สุราษฎร์ธานี.
- อดิสร่า ตันตสุทธิกุล. (2564). สภาวะการผลิตวันสวรค์จากกล้วยน้ำว้าโดย *Acetobacter* sp. TISTR 1014. *วารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 40(2), 97-105.
- Bi, Y., Zhang, Y., Jiang, H., Hong, Y., Gu, Z., Cheng, L., Li, Z. and Li, C. (2017). Molecular structure and digestibility of banana flour and starch. *Food Hydrocolloids*, 72, 219-227, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.06.003>.
- Fida, R., Pramafisi, G. and Cahyaha, Y. (2019). Application of banana starch and banana flour in various food product: A review. *International Conference on Food and Bio-Industry*, 443(1), doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/443/1/012057>.
- Loza, A., Quispe, M., Villanueva, J. and Peláez, P.P. (2017). Development of functional cookies with wheat flour, banana flour (*Musa paradisiaca*), sesame seeds (*Sesamum indicum*) and storage stability. *Scientia Agropecuaria*, 8(4), 315-325, doi: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.04.03>.
- Maysylvie (2564). *วิธีทำทองม้วนกรอบทองม้วนสด สูตรทำขายสร้างอาชีพทั้งนุ่มทั้งกรอบอร่อยจัดเต็ม*. สืบค้นเมื่อ 30 กันยายน 2565, จาก: <https://food.trueid.net/detail/zg9QWyQpabVg>.
- Naivikul, O. and Arlai, A. (2022). The effect of drying methods on the characteristics and functional properties of unripe banana (*Musa* spp.) flour: Air drying, freeze-drying and extrusion. *Interdisciplinary Research Review*, 17(2), 1-7.