

การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอ

Product development of cookies supplemented with extracted pomelo peel pectin

รณชัย จันทน์¹ ศรัณย์ สิทธิชัย¹ และ วิจิตรา แดงปรก^{1*}

Ronnachai Juntan¹, Sarun Sitthichai¹ and Wichitra Daengprok^{1*}

Received: 4 ก.ย. 2563

Revised: 10 พ.ย. 2563

Accepted: 20 ธ.ค. 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการเติมเพคตินจากเปลือกส้มโอในผลิตภัณฑ์คุกกี้ 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0, 5 และ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี พบว่าความชื้นของคุกกี้เพิ่มขึ้นเมื่อเติมเพคตินมากขึ้น ($p \leq 0.05$) ส่วนร้อยละน้ำหนักที่หายไป, การแผ่กระจาย, และค่าสีมีแนวโน้มที่ลดลง เมื่อเติมเพคตินจากเปลือกส้มโอในปริมาณมากขึ้น ($p \leq 0.05$) ส่วนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าคุกกี้ที่เสริมเพคตินจากเปลือกส้มโอร้อยละ 5 เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดในการเติมลงไปในคุกกี้ โดยพบว่ามีความชอบไม่แตกต่างกับคุกกี้ที่ไม่เสริมเพคติน (ตัวอย่างควบคุม) ($p > 0.05$)

คำสำคัญ: การพัฒนาผลิตภัณฑ์, คุกกี้, เพคตินจากเปลือกส้มโอ

Abstract

This research aimed to study the effects of pomelo peel pectin addition at 3 levels, i.e., 0, 5 and 10% of wheat flour weight on physical and chemical properties. It was found that the moisture content of the cookies increased with the higher level of pectin addition ($p < 0.05$). The percentage of weight loss, spread ratio, and color values tended to decrease with increased pomelo peel pectin ($p \leq 0.05$). The results of the sensory test were found that cookies with 5% pomelo peel pectin added were the most suitable for adding into the cookies with the similar liking scores with the control cookies ($p > 0.05$).

Keyword: product development, cookies, pectin from pomelo peel

บทนำ

ในสถานการณ์โรคระบาดโควิด-19 เป็นโรคระบาดที่อันตรายทำให้ผู้คนนั้นไม่กล้าที่จะออกไปไหนทำให้มีการกักตุนอาหารไว้สำหรับรับประทานโดยคุกกี้ก็เป็นทางเลือกหนึ่งอย่างที่ถูกเลือกที่จะซื้อเก็บไว้รับประทาน เนื่องจากสามารถเก็บไว้ได้นานและมีความสะดวกสบายในการบริโภคแต่คุกกี้ที่ขายตามท้องตลาดจะประกอบด้วยด้วยแป้งและไขมันเป็นส่วนใหญ่ จึงได้มีการแนวความคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้โดยใช้เปลือกส้มโอมาเป็นส่วนผสม เพื่อให้ได้คุกกี้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่มากขึ้นและเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ

ส้มโอนั้นมีเปลือกที่หนาและมีอายุการเก็บรักษานานกว่าผลไม้ชนิดอื่น เป็นที่นิยมบริโภคกันแพร่หลายโดยเฉพาะเนื้อของส้มโอ ส่วนเปลือกของส้มโอนั้นเป็นสิ่งที่ไม่สามารถบริโภคสดได้ จึงทำให้มีเปลือกเหลือทิ้งจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะนำเปลือกส้มโอมาใช้ประโยชน์ เปลือกส้มโอมีใยอาหารร้อยละ 33.1-36.5 ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบเพคติน นอกจากนั้นยังมีเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสโดยมีอัตราส่วนของใยอาหารที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำใกล้เคียง 1:2 และยังมีสารที่มีประสิทธิภาพในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น ฟลาโวนอยด์ (วันเพ็ญ แสงทองพินิจ, 2551)

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

¹Program in Food Science and Technology, Faculty of Engineering and Agro-industry, Mejo University, Chaigmai 50290

*Corresponding author; wichittra@mju.ac.th

เซลลูโลส (cellulose) เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์พืช จัดเป็นใยอาหาร (dietary fiber) ประเภทไม่ละลายน้ำ โครงสร้างประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสต่อกันเป็นสายยาวมากกว่า 2,000 หน่วยใยอาหารประเภทนี้พบมากในส่วนเปลือกสีขาวของพืชตระกูลส้มที่เรียกว่าอัลเบโด (albedo) ซึ่งจัดเป็นแหล่งใยอาหารที่มีคุณภาพดี เหมาะสำหรับนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร อัลเบโดมีน้ำเป็นองค์ประกอบสูงประมาณร้อยละ 80 ดังนั้นการนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารจำเป็นต้องผ่านกระบวนการทำให้แห้งหรืออาจทำเป็นผง เมื่อผ่านกระบวนการทำให้แห้งแล้วพบว่า สารประกอบชีวภาพในอัลเบโดมีปริมาณมากกว่าผลไม้ชนิดอื่น เช่น มะนาวและส้มโชกุน เป็นต้น สารประกอบทางชีวภาพของอัลเบโด ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ ซึ่งช่วยลดความเสี่ยง การเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ และวิตามินซี ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (นราธิป ปุณเกษม, 2559)

งานวิจัยในการสกัดเพคตินจากเปลือกส้มโอ นั้นได้นำมาศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดพบว่าการสกัดเพคตินนั้นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัด 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 90 นาทีจะได้เพคตินออกมามากที่สุด และกรดที่เหมาะสมในการสกัดมากที่สุดคือกรดไฮโดรคลอริกเพราะขนาดโมเลกุลของกรดไฮโดรคลอริกมีขนาดเล็กและสามารถปรับให้มีพีเอชที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินประมาณ 3-4 จึงเหมาะสมกับที่จะใช้เป็นตัวทำละลายในการสกัดเพคติน (ชินานาญ และ สัจญ์, 2555)

มีงานวิจัยที่ทดลองนำเพคตินจากเปลือกส้มโอไปใช้ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้ งานวิจัยนี้ที่เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการหมูแพะด้วยการเพิ่มปริมาณใยอาหารจากเปลือกส้มโอ ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าของเปลือกส้มโอที่เป็นของเหลือทิ้ง พบว่าการเติมเปลือกส้มโอในหมูแพะนั้นจะทำให้โปรตีนลดลงเนื่องจากการทดแทนเนื้อหมูด้วยเปลือกส้มโอ ส่วนปริมาณความชื้น, เกล็ดไขมัน, เกล็ดและปริมาณไขมันจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเปลือกส้มโอที่เติม โดยการเติมเปลือกส้มโอนั้นทำให้อายุการเก็บรักษานั้นสามารถเก็บไว้ได้นานขึ้น (วันเพ็ญ แสงทองพินิจ และคณะ, 2557)

งานวิจัยได้ศึกษาผลของการเติมเปลือกส้มโอส่วนขาวลงในหมูแพะ โดยใช้เปลือกส้มโอ 2 ประเภทได้แก่เปลือกส้มโอดิบและเปลือกส้มโอที่ต้มสุก 5 นาทีโดยเติมเปลือกส้มโอในปริมาณร้อยละ 2.5, 5, 7.5 และ 10 และนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีพบว่าหมูแพะนั้นมีปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.20 ถึง 1.88 ตามปริมาณเปลือกส้มโอที่เติมลงไป และด้านกายภาพพบว่า การเติมเปลือกส้มโอทำให้หมูแพะมีสีที่ซีดลงเล็กน้อย การทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าหมูแพะที่เติมเปลือกส้มโอดิบ ร้อยละ 2.5 และหมูแพะที่เติมเปลือกส้มโอต้มสุกไม่เกินร้อยละ 7.5 มีการยอมรับใกล้เคียงกับชุดควบคุม (วันเพ็ญ แสงทองพินิจ, 2553)

งานวิจัยในการศึกษาการเติมใยอาหารจากอัลเบโดของส้มโอในคุกกี้เนยสดพบว่า เปลือกส้มโอไม่มีผลต่อความแข็ง แต่ทำให้ความสว่างเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีแดงและค่าสีเหลืองลดลง ส่วนองค์ประกอบทางเคมีพบว่า การเสริมเปลือกส้มโอนั้นช่วยลดปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรตในคุกกี้และยังมีประโยชน์ในการเพิ่มปริมาณใยอาหารในผลิตภัณฑ์ (นราธิป ปุณเกษม, 2559)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเติมเพคตินจากเปลือกส้มโอร้อยละ 0, 5 และ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลีต่อสมบัติทางกายภาพ, สมบัติทางเคมีและสมบัติทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์คุกกี้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสกัดเพคตินจากเปลือกส้มโอ

นำเปลือกส้มโอพันธุ์ทองดี (*Citrus grandis* Osb.) ส่วนที่เป็นสีขาวมาล้างทำความสะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 1x1 นิ้วและอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (ยี่ห้อ Binder รุ่น FD 115 ประเทศเยอรมนี) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นานประมาณ 4 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดให้มีความละเอียดด้วยเครื่องปั่นอาหาร (ฉัตรชัย สังข์ผุด และคณะ, 2554) นำเปลือกส้มโอบด 10 กรัม เติมน้ำกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ในอัตราส่วน 1:12 (w/v) นำไปสกัดในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (ยี่ห้อ Heto lab equipment รุ่น DT1 ประเทศเดนมาร์ก) ที่ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 90 นาที กรองผ่านผ้าขาวบาง 1 ชั้น จากนั้นนำสารละลายที่ได้มาทำการตกตะกอนด้วยเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาณ 1 เท่า (v/v) ตั้งทิ้งไว้อุณหภูมิห้อง 15 ชั่วโมงและนำมารองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น จากนั้นนำตะกอนเพคตินมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมงและนำไปป่นละเอียดในโถบดแห้ง (ยี่ห้อ Philips รุ่น HR2115 ประเทศไทย) ใช้ความเร็วเบอร์ 2 จนละเอียด จากนั้นนำมาร่อนด้วยตะแกรงมาตรฐานขนาด 40 เมช (ดัดแปลงวิธีจาก ปฐมพงษ์ เทียงเพชร และคณะ, 2559)



Figure 1: Preparation of grapefruit peel.



Figure 2: White portion of grapefruit peel (Albedo).



Figure 3: Grapefruit peel in 0.05M hydrochloric acid.



Figure 4: Pectin precipitate in 95% ethanol solution.



Figure 5: The pectin sludge is filtered with two layers of white cloth.



Figure 6: Pectin from dehydrated grapefruit peel

2. วิเคราะห์สมบัติของเพคติน

2.1 ร้อยละของผลผลิต

คำนวณหาร้อยละของผลผลิตของเพคตินที่ได้จากสูตร (อิติมา และคณะ, 2552)

$$\text{ผลผลิต (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักผงเพคติน (กรัม)}}{\text{น้ำหนักผงเปลือกส้มโอเริ่มต้น (กรัม)}} \times 100$$

2.2 ค่าสี

นำเพคตินที่ได้มาวิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี (ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Flex EZ ประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้ L^* คือค่าความสว่างมีค่าความสว่างมากเมื่อเข้าใกล้ 100 และมีความมืดเมื่อเข้าใกล้ 0 ค่า a^* คือค่าความเป็นสีเขียว เมื่อมีค่าเป็นลบและ มีค่าความเป็นสีแดงเมื่อมีค่าเป็นบวกและค่า b^* คือค่าความเป็นสีเหลืองเมื่อมีค่าเป็นบวกและ ค่าความเป็นสีน้ำเงินเมื่อมีค่าเป็นลบ

3. การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมเพคตินจากเปลือกส้มโอ

โดยใช้เพคตินจากเปลือกส้มโอ 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0, 5, และ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลี ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยมีวิธีการทำคุกกี้ดังนี้ (อมรรัตน์ ถนอมแก้ว และคณะ, 2551) ร่อนแป้งสาลีเนกประสงค์ (ยี่ห้อ Tesco Lotus ผลิตโดย Tesco Lotus), น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (ยี่ห้อมิตรผล ผลิตโดยบริษัท รวมเกษตรกรอุตสาหกรรม จำกัด) และเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอ โดยใช้ตะแกรงร่อนแป้ง จากนั้นชั่งส่วนผสมต่าง ๆ ตามสูตรในตารางที่ 1 และนำมากรน (ยี่ห้อ Best Food ผลิตโดยบริษัท ลำสูง จำกัด) มาตีปั่นด้วยเครื่องผสมอาหาร (ยี่ห้อ KitchenAid รุ่น K5SS ประเทศสหรัฐอเมริกา) ให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเติมน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ผสมให้เข้ากัน จากนั้นใส่เกลือ (ยี่ห้อปรังทิพย์ ผลิตโดยบริษัท สหพัฒนพิบูล จำกัด) เล็กน้อย ปั่นส่วนผสมต่าง ๆ ให้เข้ากันดี แล้วใส่ไข่ไก่ลงไป ตีให้เป็นเนื้อเดียวกัน ใส่แป้งสาลีและส่วนผสมที่เหลือตีให้เข้ากันประมาณ 10 นาที จากนั้นจัดรูปร่างตามที่ต้องการ โดยใช้เครื่องกดคุกกี้ให้ได้รูปร่างเป็นวงกลม นำเข้าไปใส่ตู้อบ (ยี่ห้อ SAMAC ประเทศจีน) ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10-15 นาที เมื่อครบเวลานำออกจากตู้อบและตั้งทิ้งไว้ให้เย็นและบรรจุใส่ภาชนะบรรจุ



Figure 7: Cookies with 0%, 5% and 10% pectin, respectively.

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของคุกกี้

Ingredient	Quantity (g)		
	Formula 1 (Control)	Formula 2	Formula 3
Allpurpose flour	150	150	150
Pectin extracted from grapefruit peel	0	7.5	15
White sugar	75	75	75
Salt	0.37	0.37	0.37
Egg	1 ฟอง	1 ฟอง	1 ฟอง
Margarine	75	75	75
Baking powder	3.75	3.75	3.75

ที่มา : อมรรัตน์ ถนอมแก้ว และคณะ (2551)

4. การวิเคราะห์คุณสมบัติของคุกกี้เสริมเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอ

4.1 น้ำหนักที่หายไปจากการอบ

น้ำหนักที่เสริมเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอร้อยละ 0, 5 และ 10 มาชั่งน้ำหนักทั้งก่อนอบและหลังอบ

$$\text{น้ำหนักที่หายไป (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักคุกกี้ก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักคุกกี้หลังอบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักคุกกี้ก่อนอบ (กรัม)}} \times 100$$

4.2 การแผ่กระจาย

เมื่อเตรียมคุกกี้เสริมเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอ แล้วนำคุกกี้มา วัดความกว้าง (width) ความหนา (thickness) แล้วคำนวณค่าอัตราการแผ่กระจาย (spread ratio) ของชั้นคุกกี้ โดยวัดความกว้างของคุกกี้ที่วางเรียงชิดกัน 10 ชิ้น และวัดความหนาของคุกกี้ ที่วางซ้อนทับกัน 10 ชิ้น คำนวณค่าอัตราการแผ่กระจาย เทียบกับอัตราส่วนความกว้างต่อความหนาของคุกกี้และนำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (AACC, 2000)

4.3 การวัดค่าสี

นำคุกกี้ทั้ง 3 สูตรมาวิเคราะห์ค่าสี เช่นเดียวกับข้อ 2.2

4.4 ปริมาณความชื้น

ชั่งคุกกี้ทั้ง 3 สูตรมาปริมาณ 5 กรัมจากนั้นนำมาวัดปริมาณความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้น (Moisture Analyzer) (ยี่ห้อ Sartorius รุ่น MA 30 ประเทศอังกฤษ)

4.5 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้

ทำการทดสอบความชอบของผู้บริโภค โดยใช้การทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านของ ลักษณะปรากฏ, กลิ่นรส, เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมด้วยวิธี 9-Points Hedonic Scale โดยมีคะแนนความชอบ 1 – 9 คะแนน จาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) โดยมีผู้ทดสอบทั้งเพศชายและหญิงในมหาวิทยาลัยแม่โจ้จำนวน 30 คน มีอายุช่วง 21-63 ปี เป็นเพศชาย 16 คน เพศหญิง 14 คน

5. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ยและทดสอบความแปรปรวนแบบ ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีของ Duncan's Multiple Range Test (วิวัฒน์ หวังเจริญ, 2562)

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. คุณสมบัติของเพคติน

1.1 ร้อยละของผลผลิต

นำเปลือกส้มโอแห้งส่วนที่เป็นสีขาว (อัลเบโด) จำนวน 250 กรัม นำไปไฮโดรไลซ์ด้วยกรดไฮโดรคลอริกได้ เพคตินที่เป็นน้ำหนักแห้ง 13.1488 กรัม คิดเป็นร้อยละของผลผลิต 5.25±0.48

เมื่อเทียบกับงานวิจัยของปฐมพงษ์ เทียงเพชร และคณะ (2559) จะได้เพคตินจำนวน 3.3257 กรัมต่อเปลือกส้มโอ 10 กรัมโดยคิดเป็นร้อยละผลผลิต 33.25 ทั้งนี้ร้อยละของผลผลิตของเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอที่ได้จากการวิจัยนี้น้อยกว่า อาจเป็นเพราะว่าในวิธีของปฐมพงษ์ เทียงเพชร และคณะ (2559) ได้มีการนำส่วนที่เป็นเปลือกส้มโอที่ผ่านการสกัดโดยใช้กรดไฮโดรคลอริกนำมาสกัดซ้ำอีก 1 รอบจึงทำให้ปริมาณของเพคตินที่ได้มีปริมาณที่มากกว่าที่ได้จากการวิจัยนี้

1.2 ค่าสี

เพคตินที่สกัดได้จากเปลือกส้มโอพบว่ามีค่าสี L^* (ความสว่าง) เท่ากับ 64.67 ± 0.07 ส่วนค่า a^* มีค่าเข้าใกล้สีแดงโดยมีค่าเท่ากับ 7.93 ± 0.02 และค่า b^* ค่าเข้าใกล้สีเหลืองโดยมีค่าเท่ากับ 31.41 ± 0.03 ดังตารางที่ 2 โดยมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของธนาวัฒน์ เทียงเพชร และคณะ (2556) ค่าสีของเพคตินจากเปลือกส้มโอที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกมีค่าสี L^* อยู่ที่ 71.64 ± 1.97 ส่วน a^* อยู่ที่ 8.38 ± 0.36 และ b^* อยู่ที่ 20.26 ± 0.69

ตารางที่ 2 ค่าสีของเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอ

Pectin color value from pomelo peel	
L*	64.67±0.07
a*	7.93±0.02
b*	31.41±0.03

CIE color value : L * = brightness value (100 = bright 0 = black) a * = (+) is red (-) is green b * = (+) is yellow (-) is diamond.

2. วิเคราะห์คุณสมบัติของคูกี้

2.1 น้ำหนักที่หายไปจากการอบ

ผลของการใช้เพคตินจากเปลือกส้มโอเสริมในคูกี้ในระดับที่แตกต่างกัน 3 ระดับคือ ร้อยละ 0, 5 และ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลีต่อน้ำหนักก่อนอบและหลังอบแสดงในตารางที่ 3 จากการทดลองพบว่าคูกี้ที่เสริมเพคตินจากเปลือกส้มโอร้อยละ 0 ร้อยละน้ำหนักที่หายไปนั้นมีค่าที่มากกว่าคูกี้ที่เสริมเพคตินจากเปลือกส้มโอร้อยละ 5 และ 10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนคูกี้ที่เสริมเพคตินจากเปลือกส้มโอร้อยละ 5 และ 10 นั้นมีค่าร้อยละน้ำหนักที่หายไปไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เนื่องจากเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอเมื่อผสมกับส่วนผสมต่าง ๆ ทำให้เกิดความหนืดขึ้น โดยทำให้น้ำที่อยู่ในส่วนผสมนั้นระเหยออกได้ยากซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องการในอุตสาหกรรมขนมอบเพราะช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องของค่าวัตถุดิบ

ตารางที่ 3 ค่าการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการอบของคูกี้เสริมเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอร้อยละ 0, 5 และ 10

Sample	%Weight loss
Pectin 0%	43.08 ^b ±2.20
Pectin 5%	13.99 ^a ±8.44
Pectin 10%	13.07 ^a ±5.02

Data were reported as mean ± standard deviation of duplicate experiments.

^{ab} means with different letter within the same column were significantly different (p<0.05).

2.2 การแผ่กระจาย

ผลของการใช้เพคตินจากเปลือกส้มโอเสริมในคูกี้ในระดับที่แตกต่างกัน 3 ระดับคือ ร้อยละ 0, 5 และ 10 ของน้ำหนักแป้งต่อการแผ่กระจายของคูกี้ดังตารางที่ 4 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเพคตินจากเปลือกส้มโอมากขึ้นจะทำให้การแผ่กระจายของคูกี้ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการเนื่องมาจากคูกี้ที่ได้นั้นจะมีรูปร่างที่เล็กลงและจะทำให้ไม่ตอบสนองความต้องการต่อผู้บริโภค

เนื่องมาจากเพคตินจากเปลือกส้มโอที่เติมลงไปในคูกี้เมื่อเติมในปริมาณที่มากขึ้นมีผลทำให้มีการดูดซับน้ำมากขึ้นทำให้เกิดความหนืดในส่วนผสมของคูกี้มากขึ้นไปด้วย จึงส่งผลทำให้อัตราการแผ่กระจายนั้นลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธิดารัตน์ เปรมประสพโชค และศศิธร ประไพภัส (2558) เมื่อเติมเปลือกกล้วยที่มีส่วนเพคตินในปริมาณที่มากขึ้นการแผ่กระจายของคูกี้ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าการกระจายอยู่ในช่วง 2.64-3.69 ส่วนตัวอย่างควบคุมมีค่าการแผ่กระจายเท่ากับ 3.65 (ธิดารัตน์ เปรมประสพโชค และศศิธร ประไพภัส, 2558)

ตารางที่ 4 ค่าการแผ่กระจายเนื่องจากการอบของคุกกี้เสริมเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอร้อยละ 0, 5 และ 10

	Pectin 0%	Pectin 5%	Pectin 10%
Width (mm)	40.56 ^c ±1.20	38.38 ^b ±0.83	37.44 ^a ±1.20
Thickness (mm)	5.96 ^a ±0.80	7.80 ^b ±1.38	8.94 ^c ±0.66
Spread ratio	6.92 ^c ±0.89	5.08 ^b ±1.10	4.20 ^a ±0.38

Data were reported as mean ± standard deviation of duplicate experiments.

^{abc} means with different letter within the same column were significantly different (p≤0.05).

2.3 ค่าสี

การใช้เพคตินจากเปลือกส้มโอในคุกกี้ในปริมาณที่ต่างกัน ได้แก่ 0, 5 และ 10 ของน้ำหนัก พบว่าคุกกี้ที่เสริมเพคตินร้อยละ 0 และ 5 มีค่า L* (ความสว่าง) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่เมื่อเติมปริมาณเพคตินร้อยละ 10 จะมีค่าความสว่างที่ลดลง ส่วนค่า a* ของคุกกี้ทั้ง 3 สูตรค่าเข้าใกล้สีแดงโดยเมื่อเติมปริมาณเพคตินที่เพิ่มมากขึ้นทำให้ค่านี้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และค่า b* คุกกี้ที่เสริมเพคตินจากเปลือกส้มโอร้อยละ 5 และ 10 มีค่าที่ต่ำกว่าคุกกี้ที่ไม่ได้เสริมเพคติน แสดงในตารางที่ 5 ซึ่งคุกกี้ที่เสริมเพคตินจากเปลือกส้มโอมีค่าสีแดงและสีเหลืองลดลงทั้งนี้เนื่องมาจากเพคตินจากเปลือกส้มโอมีสีขาว

ตารางที่ 5 ค่าสีของคุกกี้เสริมเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอร้อยละ 0, 5 และ 10

Color value	Pectin 0 %	Pectin 5 %	Pectin 10 %
L*	79.94 ^a ±0.30	79.94 ^a ±0.55	77.56 ^b ±0.02
a*	5.44 ^a ±0.01	4.56 ^b ±0.06	4.23 ^c ±0.05
b*	37.15 ^a ±0.04	32.85 ^b ±0.17	32.53 ^b ±0.25

Data were reported as mean ± standard deviation of duplicate experiments.

^{abc} means with different letter within the same row were significantly different (p≤0.05).

2.4 ความชื้น

การใช้เพคตินจากเปลือกส้มโอในคุกกี้ในปริมาณที่ต่างกัน ได้แก่ 0, 5 และ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลี พบว่าเมื่อเสริมเพคตินจากเปลือกส้มโอในปริมาณที่มากขึ้นจะมีแนวโน้มความชื้นนั้นเพิ่มมากขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงในตารางที่ 6

ทั้งนี้เนื่องมาจากเพคตินจากเปลือกส้มโอมีปริมาณโปรตีนอยู่ที่ร้อยละ 1.53 ถ้าเพิ่มปริมาณเพคตินจากเปลือกส้มโอเข้าไปในคุกกี้เยอะ ๆ ทำให้สมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนในผลิตภัณฑ์มีมากขึ้น ทั้งในด้านการละลาย การอุ้มน้ำ ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับน้ำมีผลทำให้มีการดูดซึมน้ำในสูตรมากขึ้นความชื้นจึงมากขึ้น (ธิดารัตน์ เปรมประสพโชค และคณะ, 2558) และเกี่ยวกับคุณสมบัติของเพคตินเป็นสารที่รวมตัวกับน้ำได้ปริมาณมาก ทำให้คุกกี้ที่ได้มีความชื้นที่มากขึ้น

ตารางที่ 6 ปริมาณความชื้นของคุกกี้เสริมเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอร้อยละ 0, 5 และ 10

Sample	Pectin 0 %	Pectin 5 %	Pectin 10 %
% Moisture ^{ns}	6.50±0.84	7.31±0.28	7.46±0.49

^{ns} means not significantly different (p>0.05).

2.5 การทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสพบว่าคูกี้ที่เสริมเพคตินร้อยละ 0, 5 และ 10 มีคะแนนทางด้านลักษณะปรากฏและกลิ่นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนคุณลักษณะทางด้านรสชาติ, เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมของคูกี้ที่เสริมเพคตินร้อยละ 0 และ 5 มีคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 6-7 คือช่วงของความชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง และคูกี้ที่เสริมเพคตินร้อยละ 10 มีคะแนนน้อยกว่าคูกี้ที่เสริมเพคตินร้อยละ 0 และ 5 ในคุณลักษณะทางด้านรสชาติ, เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 5-6 คะแนนคือช่วงของความชอบแบบเฉยๆ ถึงชอบเล็กน้อยดังตารางที่ 7

ทั้งนี้สาเหตุคะแนนทางด้านลักษณะปรากฏไม่แตกต่างกันทั้ง ๆ ที่ค่าสีที่วัดด้วยเครื่องมีความแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากส่วนผสมของคูกี้แต่ละสูตรมีส่วนผสมที่ไม่แตกต่างกันมากนักทำให้ผู้ทดสอบมองสีของคูกี้ไม่แตกต่างกันแต่ในด้านการใช้เครื่องมือในการวัดค่าสีแล้วเกิดความแตกต่างเนื่องจากเครื่องวัดค่าสีนั้นมีความละเอียดในการวัดค่าสีมากกว่าสายตาของผู้ทดสอบ ส่วนคุณสมบัติทางด้านกลิ่นไม่เกิดความแตกต่างเนื่องมาจากปริมาณของเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอที่เติมไปในคูกี้ที่มีปริมาณที่เติมน้อยกลิ่นซึ่งอาจเป็นผลทำให้กลิ่นของคูกี้ที่นั้นไม่เกิดความแตกต่างกัน และคูกี้ที่เสริมเพคตินร้อยละ 10 มีคะแนนด้านรสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมน้อยกว่าตัวอย่างอื่น ๆ เนื่องมาจากเพคตินที่ได้จากเปลือกส้มโอจะมีสารลิโมนิน (limonin) ที่ให้รสขม ยิ่งเติมในปริมาณที่มากขึ้นคูกี้ที่ได้จะมีความขมที่มากและทำให้ผู้ทดสอบนั้นให้คะแนนทางด้านรสชาติที่ลดลง (นราธิป ปุณเกษม, 2559)

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคูกี้ที่เสริมเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอร้อยละ 0, 5 และ 10

Parameter	Pectin 0 %	Pectin 5 %	Pectin 10 %
Colour ^{ns}	6.83±1.28	6.83±1.26	6.23±1.30
Smell ^{ns}	6.90±1.42	6.76±1.35	6.66±1.32
Flavors	7.23 ^a ±1.29	6.86 ^{ab} ±1.45	6.40 ^b ±1.52
Texture	6.56 ^a ±1.50	6.53 ^a ±1.61	5.63 ^b ±1.65
Overall preference	6.93 ^a ±1.14	7.23 ^a ±1.22	6.06 ^b ±1.50

1-9 liking points, from 1 (most disliked) to 9 (most liked). The scores expressed are mean scores ± SD (n = 30).

^{abc} means with different letter within the same row were significantly different (p≤0.05).

^{ns} means not significantly different (p>0.05).

สรุปผลการวิจัย

การใช้กรดไฮโดรคลอริกในการสกัดเพคตินจากเปลือกส้มโอจะได้ผลผลิตร้อยละ 5.25±0.48 และเมื่อนำไปเสริมในคูกี้ร้อยละ 0, 5 และ 10 พบว่าค่าการกระจายและค่าสีจะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณเพคตินที่มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าความชื้นเมื่อเพิ่มเพคตินมากขึ้นทำให้ความชื้นสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และในการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสพบว่าคูกี้ที่เสริมเพคตินจากเปลือกส้มโอร้อยละ 5 เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดในการเติมลงไปในคูกี้ซึ่งมีความชอบไม่ต่างกับคูกี้ที่ไม่เติมเพคติน โดยมีความเป็นไปได้ในการใช้เพคตินจากเปลือกส้มโอร้อยละ 5 ในการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบต่าง ๆ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ขนมอบ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้เกิดขึ้นไม่ได้หากได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่านที่ให้ความรู้กับการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ขอขอบคุณนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้และบุคลากรมหาวิทยาลัยทุกท่านที่คอยสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านตลอดจนให้ความร่วมมือในการทดสอบชิมงานวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ฉัตรชัย สังข์ผุด, จีราภรณ์ สังข์ผุด และ จินตนา แก้วชนะ. (2554). สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากเปลือกส้มโอ ด้วยสารละลายกรด. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 7(1), 37-46.
- ชินานาฏ วิทยาประภากร และ สัณญ์ ทวีเกษมสมบัติ. (2555). การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากวัสดุทางการเกษตร. วารสารวิชาการและวิจัย มทร. พระนคร ฉบับพิเศษ. 5, 184-189.
- ธานุวัฒน์ ลากันตัญญู, ปฎิมา ทองขวัญ และ ศิริลักษณ์ สรพรมทิพย์. (2556). การสกัดเพคตินจากเปลือกผักและผลไม้. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 44(2)(พิเศษ), 433-436.
- ธิดารัตน์ เปรมประสพโชค และ ศศิธร ประไพภัส. (2558). การทดแทนน้ำตาลทรายในคุกกี้ด้วยกล้วยน้ำว้า. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 53 กรุงเทพมหานคร. น. 923-930.
- ธิดิมา คุณยศยิ่ง, ศิริมาเอมวงษ์, ไพฑูรย์ เกิดพร้อม และ แฉวีเสถียร บินโซดาโอ๊ะ. (2552). การศึกษาการลดน้ำหนักเนื้อดินสำหรับการประดิษฐ์เครื่องประดับเซรามิก. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. 50-61.
- นราธิป ปุณเกษม. (2559). การพัฒนาคุกกี้เนยสดเสริมใยอาหารจากอัลเบโดของส้มโอ. Journal of Food Health and Bioenvironmental Science. 9(1), 35-49.
- ปฐมพงษ์ เทียงเพชร, ราตรี บุมี และ ภาณุมาศ อุณสมัย. (2559). สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากเปลือกส้มโอ ด้วยกรดไฮโดรคลอริก. ใน รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชรครั้งที่ 3 วันที่ 22 ธันวาคม 2559 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร. 339-346.
- วิวัฒน์ หวังเจริญ. (2562). เอกสารประกอบการสอนวิชา ทอ 330 การควบคุมคุณภาพอาหาร. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 143 หน้า.
- วันเพ็ญ แสงทองพินิจ. (2551). การผลิตและคุณสมบัติของใยอาหารจากเปลือกส้มโอเพื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร. The 1st NPRU Academic Conference 2008. 1-12.
- วันเพ็ญ แสงทองพินิจ. (2553). การเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอในผลิตภัณฑ์หมวย. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48 วันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ 2553 ณ กรุงเทพมหานคร. 269-276.
- วันเพ็ญ แสงทองพินิจ, มนตรา ล่วงลือ, ปวีณา สมบูรณ์ผล และ สละ บตรโชติ. (2557). หมูแต่งเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอ ส่วนขาว. วารสารวิจัยและพัฒนาวิจัยในพระบรมราชูปถัมภ์. 9(2), 8-18.
- อมรรัตน์ ถนอมแก้ว, นุชรี รวาร์ตัน, ยุพาวรรณ ก้อนเรือง, สมฤทัย จิตภักดีบดินทร์ และ เถวียน บัวตุ้ม. (2551). การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมเพคตินจากเปลือกมะนาว. Thaksin University Journal, 11(2), 39-55.
- AACC. (2000). Approved Method of the American Association of Cereal Chemists. 8th ed. The American Association of Chemists. St. Paul, Minnesota.