บทความวิจัย

การใช้เมือกเมล็ดแมงลักผงเป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์บราวนี่

รสพร เจียมจริยธรรม[1*] และ ปิยะนุช รสเครือ[2]

ได้รับบทความ: 24 กรกฎาคม 2561
ได้รับบทความแก้ไข: 14 พฤศจิกายน 2561
ยอมรับตีพิมพ์: 27 พฤศจิกายน 2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปริมาณเมือกเมล็ดแมงลักต่อคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี ลักษณะทางประสาทสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์บราวนี่ โดยการทดแทนเนยด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 จากการศึกษาการสกัดเมือกเมล็ดแมงลัก พบว่า ผลผลิตของเมือกเมล็ดแมงลักเท่ากับร้อยละ 50 ± 2 ของน้ำหนักเมล็ดแมงลักแห้ง เมื่อทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้การขึ้นฟู จำนวนโพรงอากาศ รสหวาน และปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์จะมีกลิ่นรสเมือกเมล็ดแมงลัก ความแข็ง และความแน่นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคพบว่า ระดับการทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักในการใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์บราวนี่ สามารถทดแทนเมือกเมล็ดแมงลักได้มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 10 แต่น้อยกว่าร้อยละ 15 โดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน พบว่าร้อยละ 73.33 ของผู้ทดสอบให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 10 โดยมีปริมาณไขมันลดลงร้อยละ 7.12

คำสำคัญ: บราวนี่ เมือกเมล็ดแมงลัก สารทดแทนไขมัน

---

[1]ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วัฒนา กรุงเทพฯ 10110

[2]สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน 55000

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน, e-mail: rossaporn@g.swu.ac.th

Use of Basil Seed Mucilage Powder for Fat Replacer in Brownie Product

Rossaporn Jiamjariyatam[1*] and Piyanuch Roskhrua[2]

Received: 24 July 2018
Revised: 14 November 2018
Accepted: 27 November 2018

ABSTRACT

The objective of this study was to study the effect of basil seed mucilage on physical, chemical, sensory characteristics and the consumer acceptance of brownie product. The basil seed mucilage content was used instead of butter at 0, 5, 10, and 15%. The yield of basil seed mucilage from extraction was 50±2% of the dry basil seed weight. Increasing the mucilage from basil seed decreased puffiness, air cell, sweetness, and lipid content of brownie product significantly ($p \leq 0.05$). Adding the basil seed mucilage significantly increased off-flavor, hardness, and firmness of brownie product ($p \leq 0.05$). For the consumer acceptance, the basil seed mucilage used in brownie was greater than or equal to 10% but less than 15%. About the percentage of 73.33 of untrained panelists (n = 30) accepted brownie product which was used basil seed mucilage at 10%. The lipid content was decreased by 7.12%.

Keywords: brownie, basil seed mucilage, fat replacer

[1]Department of Home Economics, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Wattana, Bangkok 10110, Thailand
[2]Department of Agro-Industrial, Faculty of Sciences and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Pupheang District, Nan 55000, Thailand
*Corresponding author, e-mail: rossaporn@g.swu.ac.th

บทนำ

บราวนี่เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ได้รับความนิยมมากในกลุ่มผู้บริโภคทุกวัย โดยพลังงานที่ได้จากการรับประทานผลิตภัณฑ์ขนมอบส่วนมากจะมาจากไขมันหรือเนย น้ำตาล และแป้ง ซึ่งการบริโภคไขมันปริมาณมากเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งบางชนิด ส่วนการบริโภคไขมันอิ่มตัวสูงจะมีความเสี่ยงต่อโรคคอเลสเตอรอลสูงและโรคหลอดเลือดหัวใจ อีกทั้งการได้รับพลังงานเกินยังเป็นสาเหตุของโรคอ้วน [1] นอกจากนี้คุณค่าทางสารอาหารในบราวนี่ค่อนข้างต่ำเนื่องจากมีปริมาณไขมันสูงแต่มีใยอาหารต่ำ ดังนั้นใน ปัจจุบันจึงมีการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่หลากหลายชนิดที่มีปริมาณไขมันและคอเลสเตอรอลต่ำด้วยการใช้สารทดแทนไขมันประเภทต่างๆ เพื่อเป็นทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ เช่น การใช้สารทดแทนไขมันที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบและอิมัลซิฟายเออร์ในผลิตภัณฑ์คุกกี้ไขมันต่ำ [2] และการใช้สารทดแทนไขมันที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์มัฟฟิน [3] เป็นต้น

เมล็ดแมงลัก (Ocimum canum seed) เป็นแหล่งของใยอาหารที่ดี โดยในเมล็ดแมงลักประกอบด้วยปริมาณใยอาหารร้อยละ 7.11 ของน้ำหนักเมล็ดแมงลักเปียก [4] ในเมล็ดแมงลักมีส่วนที่เป็นเมือก (Mucilage) ซึ่งได้จากการสกัดโดยการแช่เมล็ดแมงลักในน้ำสะอาดในอัตราส่วน 1:30 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งจะได้ผลผลิตเท่ากับร้อยละ 20.60 ของเมล็ดแมงลัก และพบว่าผงเมือกมีความชื้นค่อนข้างสูงถึงร้อยละ 11.29 นอกจากนี้ยังพบว่าผงเมือกเมล็ดแมงลักแห้งที่ได้มีเส้นใยสูงถึงร้อยละ 81.04 เป็นองค์ประกอบหลัก [5] เมือกเมล็ดแมงลักเป็นสารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate- based fat replacer) โดยมี glucomannan ร้อยละ 43 และ 1,4-linked xylan ร้อยละ 24.3 [6] ซึ่งนอกจากจะเป็นแหล่งของใยอาหารแล้วยังทำหน้าที่ช่วยในการจับกับน้ำ ให้ลักษณะปรากฏที่ดีแก่สายตาโดยทำให้ดูชุ่มฉ่ำ ให้ความรู้สึกลื่น และมีความมันภายในปาก เนื่องจากสารกลุ่มนี้มีการจับน้ำปริมาณสูงทำให้อาหารมีปริมาณน้ำสูงขึ้น จึงส่งผลต่อลักษณะและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ได้ [7-9] เมือกเมล็ดแมงลักจึงสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการจับกับน้ำในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ได้

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำผงเมือกเมล็ดแมงลักมาใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ บราวนี่ และศึกษาผลของปริมาณผงเมือกเมล็ดแมงลักต่อคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี ลักษณะทางประสาทสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์บราวนี่

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การเตรียมวัตถุดิบเมือกเมล็ดแมงลัก

สกัดเมือกเมล็ดแมงลัก (ไร่ทิพย์, ประเทศไทย) โดยดัดแปลงวิธีการสกัดจาก Ruengjakpetch และ Arnpruang [10] เพื่อนำมาใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์บราวนี่ โดยการแช่เมล็ดแมงลักในน้ำสะอาดอัตราส่วน 1 ต่อ 30 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง กรองแยกน้ำส่วนเกินออก แล้วนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นละเอียด (Multi-Purpose Disintegrator, ฟิลิปปินส์) ที่ความเร็วต่ำสุด นาน 1 นาที บีบแยกเมือกด้วยผ้าขาวบางจากนั้นเทเมือกน้ำหนัก 500 กรัมที่ได้ใส่ถาดอะลูมิเนียม รองด้วยพลาสติกขนาด 30 × 30 ตารางเซนติเมตร หนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร นำไปอบในตู้อบลมร้อน (Binder, เยอรมัน) ที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วนำไปบดให้เป็นผงด้วยเครื่องปั่นของแห้งเป็นเวลา 7 นาที และร่อนผ่านตะแกรงขนาด

80 mesh จากนั้นนำไปคำนวณร้อยละของผลผลิตที่ได้ โดยคำนวณจากผลต่างของน้ำหนักเมล็ดแมงลักหลังอบแห้งและก่อนอบแห้งต่อน้ำหนักของเมล็ดแมงลักเริ่มต้น

2. การศึกษาการใช้เมือกเมล็ดแมงลักผงเป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์บราวนี่

ศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ใช้เมือกเมล็ดแมงลักเป็นสารทดแทนไขมัน โดยกำหนดปริมาณการทดแทนเนยด้วยเมือกเมล็ดแมงลักผงร้อยละ 0, 5, 10, 15 ตามลำดับ โดยร่อนแป้งอเนกประสงค์ร้อยละ 100 ผงโกโก้ร้อยละ 28 ของแป้งอเนกประสงค์ เบกกิ้งโซดาและเกลือร้อยละ 1 ของแป้งอเนกประสงค์ตามลำดับ พักทิ้งไว้ จากนั้นตั้งน้ำร้อยละ 50 (ของเมือกเมล็ดแมงลักผง) ให้เดือดแล้ว ละลายเนยสดร้อยละ 30 และดาร์กช็อกโกแลตร้อยละ 20 ของแป้งอเนกประสงค์ ด้วยวิธีการตุ๋น เติมน้ำตาลทรายขาวร้อยละ 60 และน้ำตาลทรายแดงร้อยละ 10 ของแป้งอเนกประสงค์ลงไปละลายให้เข้ากันแล้วพักทิ้งไว้ จากนั้นเติมเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 0, 5, 10, 15 ของเนย ตามลำดับ ลงไปในไข่ร้อยละ 82 ของแป้งอเนกประสงค์ คนให้เข้ากันเล็กน้อย แล้วค่อยๆ เทลงในส่วนผสมของช็อกโกแลต คนให้เข้ากันเทส่วนผสมของแป้งลงในส่วนผสมของช็อกโกแลต คนให้เข้ากัน จากนั้นเทส่วนผสมทั้งหมดปริมาณ 500 กรัมลงในพิมพ์สี่เหลี่ยมขนาด 10 × 10 นิ้ว ที่ปูกระดาษไขแล้ว นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที จากนั้นนำไปวัดคุณภาพต่างๆ ดังนี้

2.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ การขึ้นฟู โดยการวัดความสูงของผลิตภัณฑ์บราวนี่ และวัดความแข็งด้วยเครื่อง Texture Analyzer ยี่ห้อ Lloyd instrument รุ่น TA 500 ซึ่งประกอบด้วย Load Cell ขนาด 500 N หัวกดแบบ compression โดยระยะการกดอยู่ที่ 60% ของความสูงของตัวอย่าง

2.2 คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณไขมัน และปริมาณใยอาหาร วิเคราะห์โดยวิธี AOAC [11]

2.3 ลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Quantitative descriptive analysis (QDA) คัดเลือกผู้ทดสอบโดยใช้การทดสอบกลิ่นและรสชาติพื้นฐาน โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน (Trained panelists) จำนวน 8 คน ใช้สเกลแบบ 1-15คะแนน (น้อยถึงมาก) และมีการพัฒนาคำศัพท์และคัดเลือกคำศัพท์โดยผู้ทดสอบ โดยตัดตัวอย่างให้มีขนาด 2x2x2 เซนติเมตร จากนั้นกำหนดนิยามและวิธีการทดสอบลักษณะของแต่ละคำศัพท์ ดังนี้

- การขึ้นฟู (Puffiness) คือ ระดับความสูงของตัวอย่างซึ่งพิจารณาด้วยการมองเห็น
- จำนวนโพรงอากาศ (Air cell amount) คือ จำนวนฟองอากาศภายในเนื้อผลิตภัณฑ์ ซึ่งพิจารณาด้วยการนับจำนวนฟองอากาศที่มองเห็นภายในขอบเขตที่กำหนด
- กลิ่นรสเมือกเมล็ดแมงลัก (Off-flavor) คือ กลิ่นรสของเมือกเมล็ดแมงลักที่รับรู้ภายในปากขณะเคี้ยว
- ความแน่น (Firmness) คือ ความแน่นของเนื้อผลิตภัณฑ์ ซึ่งประเมินได้จากแรงที่ใช้ในการทำให้ตัวอย่างเสียรูปโดยเคี้ยวตัวอย่างด้วยฟันกรามจำนวน 3 ครั้ง ใช้ตัวอย่างอ้างอิงได้แก่ บัตเตอร์เค้ก ขนมเปียกปูนและขนมชั้น โดยมีระดับความแน่นเท่ากับ 5, 10 และ 15 ตามลำดับ
- รสหวาน (Sweetness) คือ การรับรู้ความเข้มของรสหวานในตัวอย่างภายในปากขณะเคี้ยว ใช้สารละลายน้ำตาลทรายความเข้มข้นร้อยละ 2, 4 และ 6 เป็นตัวอย่างอ้างอิง

2.4 การยอมรับของผู้บริโภค โดยวิธี 7-Point hedonic scale โดย 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 2 = ไม่ชอบมาก, 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย, 4 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ, 5 = ชอบปานกลาง, 6 = ชอบมาก และ 7 = ชอบมากที่สุด โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน (Untrained panelists) จำนวน 30 คน ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้สเกลยอมรับ ไม่แน่ใจ และไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์

การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ส่วนลักษณะทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภควางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) สถิติที่ใช้ได้แก่ โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS และ Duncan's Multiple Range Test ในการหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลอง

1. การศึกษาคุณภาพวัตถุดิบเมือกเมล็ดแมงลัก

จากการสกัดเมือกเมล็ดแมงลักและนำไปอบแห้งได้แผ่นเมือกเมล็ดแมงลักแห้งสีน้ำตาล เมื่อนำไปบดลดขนาดได้ผงเมือกเมล็ดแมงลักสีน้ำตาลคล้ำ ฟุ้งกระจายง่าย มีกลิ่นเฉพาะของเมือกเมล็ดแมงลัก โดยพบว่าได้ผลผลิตของเมือกเมล็ดแมงลักเฉลี่ยร้อยละ 50 $\pm$ 2 ของน้ำหนักเมล็ดแมงลักแห้ง

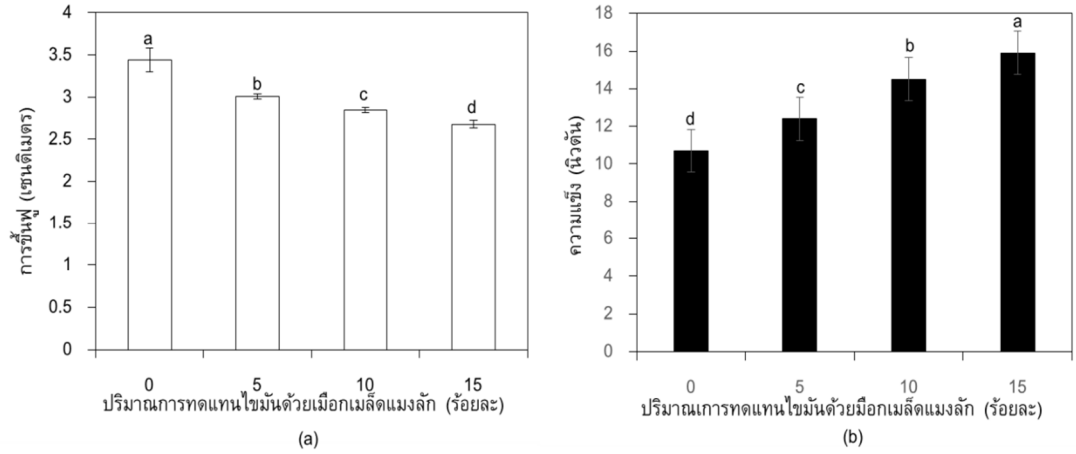
2. การใช้เมือกเมล็ดแมงลักเป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์บราวนี่

2.1 คุณภาพทางกายภาพ

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บราวนี่ ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 พบว่าผลิตภัณฑ์ บราวนี่ที่ทดแทนด้วยเมือกเมล็ดแมงลักในระดับที่สูงขึ้น มีโพรงอากาศและระดับความสูงที่ลดลง แสดงดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 ผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักระดับต่างๆ

จากรูปที่ 2(a) พบว่า การขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



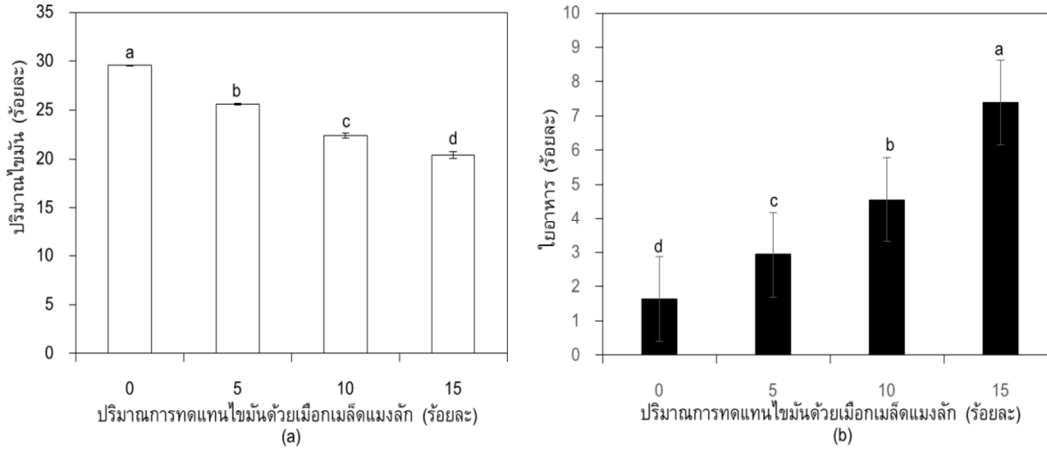
หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a, b, c, d) หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 2 การขึ้นฟู (a) และความแข็ง (b) ของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ใช้เมือกเมล็ดแมงลักเป็นสารทดแทนไขมัน

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บราวนี่ ด้วยการวัดความแข็งของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ผลการศึกษาความแข็งของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ระดับต่างๆ พบว่า ความแข็งของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังรูปที่ 2(b)

2.2 คุณภาพทางเคมี

จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ด้วยการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 พบว่า ปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังรูปที่ 3(a)



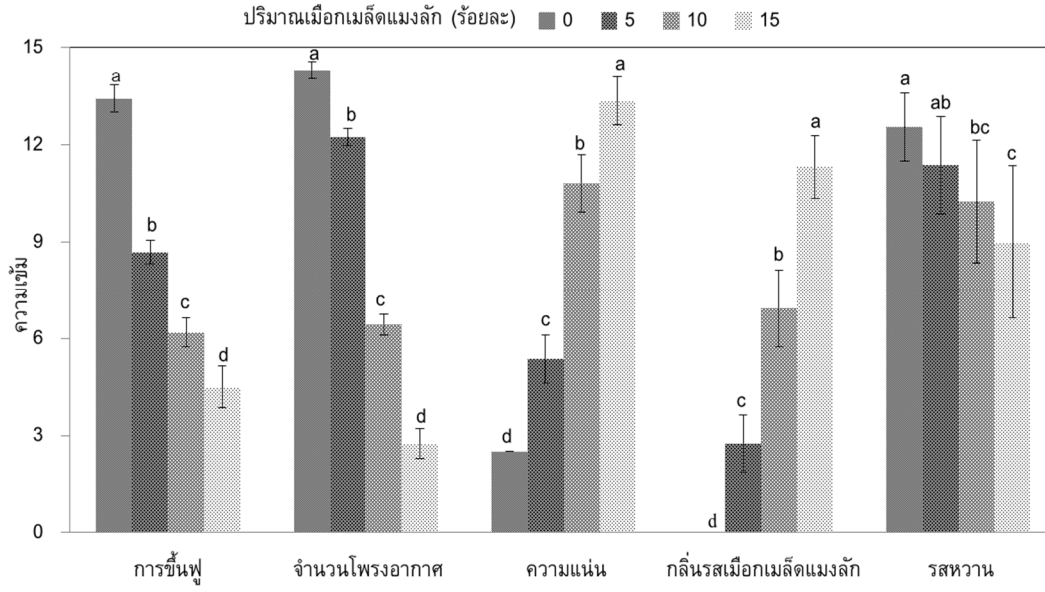
หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a, b, c, d) หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 3 ปริมาณไขมัน (a) และใยอาหาร (b) ของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ใช้เมือกเมล็ดแมงลักเป็นสารทดแทนไขมัน

จากการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารในผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 พบว่า ปริมาณใยอาหารของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังรูปที่ 3(b)

2.3 ลักษณะทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ใช้เมือกเมล็ดแมงลักเป็นสารทดแทนไขมันที่ระดับร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 พบว่า การขึ้นฟูและจำนวนโพรงอากาศของ ผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กลิ่นรสเมือกเมล็ดแมงลักของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ความแน่นของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ปริมาณการทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักมีผลต่อรสหวานของบราวนี่ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าเมื่อปริมาณการทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักมากขึ้นทำให้รสหวานลดลง แต่พบว่าปริมาณการทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ร้อยละ 0 และ 5, 5 และ 10, 10 และ 15 มีรสหวานแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงดังรูปที่ 4



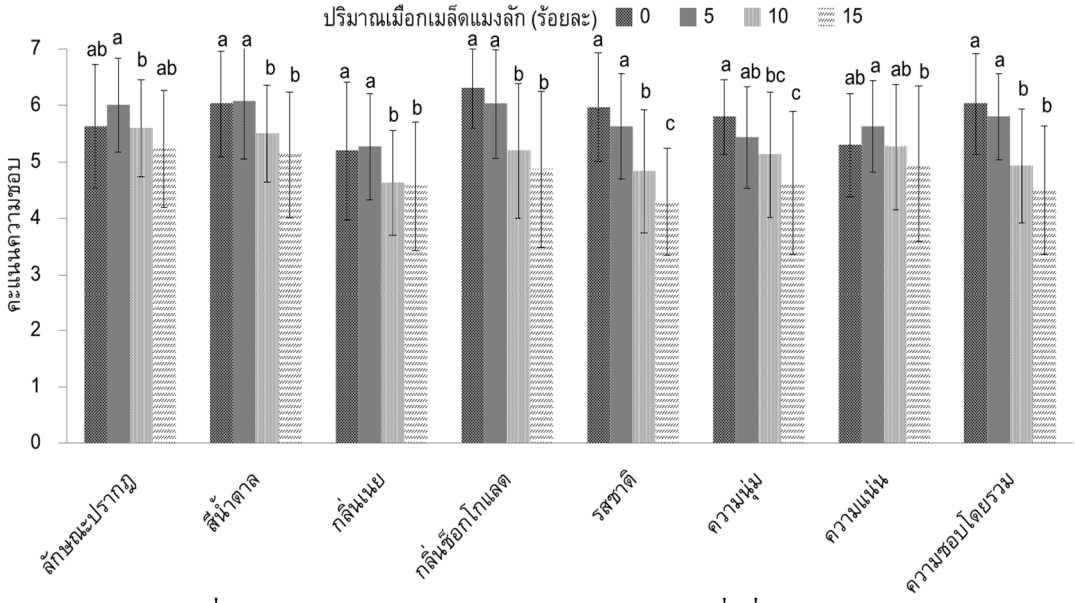
หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a, b, c, d) หมายถึง ระดับคะแนนเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ใช้เมือกเมล็ดแมงลักเป็นสารทดแทนไขมัน

2.4 การยอมรับของผู้บริโภค

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ใช้เมือกเมล็ดแมงลักเป็นสารทดแทนไขมันที่ระดับร้อยละ 0, 5, 10, และ 15 โดยวิธี 7-Point hedonic scale พบว่า ความชอบด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ความชอบด้านสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 5, 10 และ 15 มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ความชอบด้านกลิ่นเนยและกลิ่นช็อกโกแลตของผลิตภัณฑ์ บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 5, 10 และ 15 มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ความชอบด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 5, 10 และ 15 มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ความชอบด้านความนุ่มของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 5, 10 และ 15 มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ความชอบด้านความแน่นของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 0, 5, 10, และ 15 มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และความชอบ โดยรวมของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 5, 10 และ 15 มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ผู้บริโภคให้ความชอบในผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 5 อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก และให้ความชอบในผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 10 และ 15 อยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบถึงชอบปานกลาง ผู้บริโภคจำนวนร้อยละ 100 ยอมรับผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่

เติมเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 0 และ 5 และผู้บริโภคจำนวนร้อยละ 73.33 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่เติมเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 10 แต่ผู้บริโภคจำนวนร้อยละ 46.67 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่เติมเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 15 แสดงดังรูปที่ 5



หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a, b, c, d) หมายถึง ระดับคะแนนเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 5 การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ใช้เมือกเมล็ดแมงลักเป็นสารทดแทนไขมัน

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การเตรียมวัตถุดิบเมือกเมล็ดแมงลัก

จากการสกัดเมือกเมล็ดแมงลัก พบว่า ได้ผลผลิตของผงเมือกเมล็ดแมงลักเฉลี่ยร้อยละ 50 ± 2 ของน้ำหนักเมล็ดแมงลักแห้ง ในขณะที่งานวิจัยที่ศึกษาผลผลิตของผลเมือกเมล็ดแมงลัก [5,12-13] พบว่าผลผลิตของผงเมือกเมล็ดแมงลักเฉลี่ยร้อยละ 20.60, 21.18 และ 22.74 ของน้ำหนักเมล็ดแมงลักแห้งตามลำดับ อาจเนื่องมาจากในงานวิจัยนี้ได้ทำการบีบแยกเมือกครั้งเดียว ปริมาณเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้ และอาจมีส่วนของเมล็ดแมงลักปนออกมากับเมือก ในขณะที่งานวิจัยจากแหล่งอื่นใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการบีบแยกเมือกร่วมด้วย ในงานวิจัยของ Song และคณะ [14] ได้ใช้เครื่องปั่นแยกกากร่วมกับการใช้ความร้อนในขณะปั่นเมล็ดแมงลัก ส่งผลทำให้ปริมาณเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้จากงานวิจัยนี้มีค่ามากกว่างานวิจัยจากแหล่งอื่น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sadaf และคณะ [15] ที่พบว่าอุณหภูมิของกระบวนการสกัดเมือกเมล็ดแมงลักมีผลต่อผลผลิตเมือกเมล็ดแมงลักที่จะได้

2. การศึกษาคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บราวนี่

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ พบว่า การขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ทำให้ความแข็ง

เพิ่มขึ้นเนื่องจากเมือกเมล็ดแมงลักซึ่งเป็นใยอาหารซึ่งมีสมบัติดูดซับน้ำได้มาก จึงสามารถจับและสร้างพันธะกับน้ำได้ และจะไปขัดขวางการเกิดร่างแหกลูเตนที่สมบูรณ์ ทำให้โครงสร้างกลูเตนเก็บฟองอากาศได้น้อยลง เป็นผลให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อแน่นขึ้นและส่งผลให้การขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์ลดลง [16] ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Yusnita และคณะ [17] ที่ศึกษาการเติมใยอาหารจากแป้งซังข้าวโพดปริมาณร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ลงในผลิตภัณฑ์ขนมปัง พบว่า ความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณใยอาหารที่เติมลงไป เช่นเดียวกับการศึกษาของ Rubel และคณะ [18] ที่ศึกษาการเติมผงอินนูลินจากการสกัดของอาร์ติโชก (Artichoke) ปริมาณร้อยละ 2.5 และ 5 ลงในผลิตภัณฑ์ขนมปัง พบว่าความยืดหยุ่นของโดแป้งลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณผงอินนูลิน การศึกษาของ Lee และคณะ [19] พบว่า เมือกเมล็ดแมงลักสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์เค้กสปองค์มีค่า pH ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากเมล็ดแมงลักมีกรดยูโรนิก (uronic acid) เป็นองค์ประกอบ เมื่อผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรดมากขึ้น ส่งผลให้ฟองอากาศที่อยู่ภายในโครงสร้างผลิตภัณฑ์มีขนาดเล็กลง จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแน่นเนื้อมากขึ้น การศึกษาของ Gomez และคณะ [20] พบว่า การใช้สารประเภทไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloids) มาก จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแข็งมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์จะขัดขวางการดูดซึมน้ำของกลูเตนและเม็ดแป้ง (starch) ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดโครงสร้างที่สามารถกักเก็บอากาศไว้ในผลิตภัณฑ์น้อยลง ผลิตภัณฑ์จึงมีลักษณะที่แข็งมากขึ้น [21] ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Gularte และคณะ [22] ที่พบว่า การเติมไฮโดรคอลลอยด์เพียงร้อยละ 20 เข้าไปในผลิตภัณฑ์จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรลดลงและมีความแข็งเพิ่มมากขึ้น

3. การศึกษาคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์บราวนี่

การศึกษาคุณภาพทางเคมี พบว่า ปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 29.55, 25.58, 22.43 และ 20.42 ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณไขมันลดลงร้อยละ 9 เนื่องจากมีการลดปริมาณไขมันที่ใช้ในส่วนผสมและทดแทนด้วยเมือกเมล็ดแมงลัก ซึ่งเมือกเมล็ดแมงลักมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ได้แก่ กลูโคแมนแนน (glucomannans) 43% และ 1,4-linked xylan 24.3% และใยอาหาร [6] ดังนั้นเมื่อเติมเมือกเมล็ดแมงลักลงไปจึงไปแทนส่วนของไขมันในผลิตภัณฑ์บราวนี่ ส่งผลให้ปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ลดลง ส่วนปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของเมือกเมล็ดแมงลัก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Noiduang และ Junpong [5] พบว่าไอศกรีมที่ใช้เมือกจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวมีเส้นใยสูงถึงร้อยละ 81.04 ซึ่งสูงกว่าสูตรควบคุม ส่งผลให้ไอศกรีมมีปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้นด้วย

4. การศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บราวนี่

การศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่า การขึ้นฟูและจำนวนโพรงอากาศของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 5, 10 และ 15 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ความแน่นของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 5, 10 และ 15 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรควบคุม โดยผลิตภัณฑ์ บราวนี่สูตรควบคุมมีความแน่นน้อยที่สุด คือ 2.50 ในขณะที่ผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 15 มีความแน่นมากที่สุด คือ 13.37 เนื่องจากส่วนผสมที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์บราวนี่ คือ แป้งสาลี มีโปรตีนกลูเตนที่สามารถเกิดเป็นร่างแหที่แข็งแรงและสามารถกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้รักษารูปทรงของผลิตภัณฑ์ เมื่อมีการเติมเมือกเมล็ดแมงลักซึ่งเป็นใยอาหารเข้าไป ใยอาหารจะเข้าไปแทรกในโครงสร้างร่างแหของกลูเตนทำให้เกิดโครงสร้างร่างแหที่ไม่สมบูรณ์ จึงกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้น้อยลง มีผลทำให้เนื้อผลิตภัณฑ์มีความแน่นมากขึ้น [17-18] และการขึ้นฟูลดลง ร่วมกับมีการลดปริมาณไขมันลง ซึ่งไขมันเป็น

ส่วนประกอบที่ให้ความอ่อนนุ่มกับเนื้อผลิตภัณฑ์ [24] เมื่อลดไขมันลงจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสแน่นและแข็งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Yusnita และคณะ [17] ที่ศึกษาการเติมใยอาหารจากแป้งซังข้าวโพดปริมาณร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ลงในผลิตภัณฑ์ขนมปัง พบว่า ความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณใยอาหารที่เติมลงไป และการศึกษาของ Rubel และคณะ [18] ที่ศึกษาการเติมผงอินนูลินจากการสกัดของอาร์ติโชก (Artichoke) ปริมาณร้อยละ 2.5 และ 5 ลงในผลิตภัณฑ์ขนมปัง พบว่าความยืดหยุ่นของโดแป้งขนมปังลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณผงอินนูลิน เช่นเดียวกับการ ศึกษาของ Majzoobi และคณะ [24] ที่ศึกษาผลของการเติมเส้นใยอาหารจากข้าวโอ๊ตต่อลักษณะของส่วนผสมเหลวของแป้งและคุณลักษณะของสปันจ์เค้ก โดยแบ่งการเติมเส้นใยอาหารออกเป็นที่ระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20 และ 30 และพบว่า การเติมเส้นใยอาหารในปริมาณที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ความแน่นของเค้กเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) [24] และสอดคล้องกับการศึกษาของ Pomeranz [25] ที่ศึกษาคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของใยอาหารที่มีผลต่อคุณภาพของขนมปัง โดยพบว่า การเพิ่มใยอาหารใน ผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ระดับมากกว่าร้อยละ 7 จะมีผลให้ปริมาตรของผลิตภัณฑ์ลดลง ทั้งนี้เป็นเพราะสัดส่วนของกลูเตนมีปริมาณน้อยลง [25] กลิ่นรสเมือกเมล็ดแมงลักของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 5, 10 และ 15 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 15 มีกลิ่นรสเมือกเมล็ดแมงลักมากที่สุด คือ 11.37 รสหวานของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 5 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรควบคุม ในขณะที่รสหวานของผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 10 และ 15 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรควบคุมโดยผลิตภัณฑ์บราวนี่สูตรควบคุมมีรสหวานมากที่สุด คือ 12.43 ผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 15 มีรสหวานน้อยที่สุด ซึ่งอาจเป็นผลมาจากใยอาหารสามารถป้องกันการย่อยของเม็ดสตาร์ชในผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการย่อยเชิงเคมีภายในช่องปาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Brennan และคณะ [26] ที่ศึกษาผลของกัวกาแลคโตแมนแนน (guar galactomannan) ต่อกระบวนการย่อยสลายเม็ดสตาร์ชในผลิตภัณฑ์ขนมปัง โดยพบว่า ใยอาหารจะอยู่ล้อมรอบเม็ดสตาร์ชซึ่งป้องกันเม็ดสตาร์ชจากเอ็นไซม์ ทำให้เม็ดสตาร์ชไม่ถูกย่อย [26] นอกจากนี้การใช้เมือกเมล็ดแมงลักเป็นการเพิ่มเนื้อให้ผลิตภัณฑ์ จึงทำให้รสหวานลดลงได้

5. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บราวนี่

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ระดับการทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักในการที่จะใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์บราวนี่ สามารถทดแทนเมือกเมล็ดแมงลักได้ในระดับมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 10 แต่ไม่เกินร้อยละ 15 ผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่ทดแทนไขมันด้วยเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณมากมีเนื้อสัมผัสแน่นขึ้น ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นเมือกเมล็ดแมงลักมากขึ้นในขณะที่มีกลิ่นเนยและรสหวานน้อยลง ซึ่งจะส่งผลต่อผลิตภัณฑ์และการยอมรับของผู้บริโภค ทำให้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลดลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เอกสารอ้างอิง

1. Peters, J. C. (2003). Dietary fat and body weight control. *Lipids*, *38*(2), 123-127.
2. Sanchez, C., Klopfenstein, C. F., & Walker, C.E. (1995). Use of carbohydrate-based fat substitutes and emulsifying agents in reduced-fat shortbread cookies. *Cereal Chemistry*, *72*(1), 25-29.
3. Zahn, S., Pepke, F., & Rohm, H. (2010). Effect of inulin as a fat replacer on texture and sensory properties of muffins. *Journal of Food Science and Technology*, *45*(12), 2531-2537.
4. Masooma, M., Aqsa, Q., Saeeda, R., & Nouman, R. S. (2017). Nutritional assessment of basil seed and its utilization in development of value added beverage. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, *30*(3), 266-271.
5. Noiduang, B., & Junpong, W. (2006). Utilization of mucilage from hairy basil seed (Ocimum canum Sims) as a stabilizer in banana ice cream. *Journal of Food Technology*, *Siam University*, *2*(1), 18-27. (in Thai)
6. Anjaneyalu, Y. V., & Gowda, D. C. (1979). Structural studies of an acidic polysaccharide from *Ocimum basilicum* seeds. *Carbohydrate Research*, *75*, 251-256.
7. Lucca, P. A., & Tepper, B. J. (1994). Fat replacer and the functionality of fat in foods. *Trends in Food Science and Technology*, *5*, 12-19.
8. Giese, J. (1996). Developing low-fat meat products. *Food Technology*, *46*(4), 100-108.
9. Akoh, C. C. (1998). Fat replacers. *Food Technology*, *52*(3), 47-53.
10. Ruengjakpetch, S., & Arnpruang, P. (2002). Production of *Ocimum canum Sims* seed mucilage powder. *Warasan Ahan*, *32*(2), 144-153. (in Thai)
11. AOAC. (2010). Official methods of analysis. 18th Edition, Revision 3, *Association of official analytical chemists*, Washington DC.
12. Kampeng, S., Peerapatana, J., & Nantachai, K. (2012). Extraction and properties of *Ocimum canum* seed mucilage. *Agricultural Science Journal*, *43*(3), 373-375. (in Thai)
13. Noiduang, P., & Wilepana, N. (2007). Utilization of mucilage from hairy basil seed (*Ocimum canum Sims*) as a stabilizer in chicken dipping sauce. *Journal of Food Technology, Siam University*, *3*(1), 22-29. (in Thai)

14. Song, K. Y., O, H. Joung, K. Y., Shin, S. Y., & Kim, Y. S. (2017). Effects of basil (*Ocimum Basilicum L.*) seed mucilage substituted for fat source in sponge cake: physicochemical, structural, and retrogradation properties. *Journal of Food Science*, *29*, 681.
15. Sadaf, N., Idrees, A. W., & Farooq, A. M. (2017). Extraction optimization of mucilage from basil (*Ocimum Basilicum L.*) seeds using response surface methodology. *Journal of Advanced Research*, *8*(3), 235-244.
16. Katesiri, K., Suksomboon, A., & Limroongreungrat, K. (2015). Effect of particle sizes of coconut residue powder on quality of baked cake doughnut. *Agricultural Science Journal*, *46*(3), 341-344. (in Thai)
17. Yusnita, H., & Wong, F. L. (2012). Physicochemical properties and acceptance of high fibre bread incorporated with corn cob fiber. *Journal of Food and Agro-Industry*, *5*(6), 547-553.
18. Rubel, I. A., Perez E. E., Manrique, G. D., & Genovese, D. B. (2015). Fibre enrichment of wheat bread with Jerusalem artichoke inulin: effect on dough rheology and bread quality. *Food Structure*, *3*, 21-29.
19. Lee, S. E., & Lee, J. H. (2013). Quality and antioxidant properties of sponge cake incorporated with pine leaf powder. *Korean Journal*, *45*(1), 53-58.
20. Gomez, M., Ronda, F., Caballero, P. A., Blanco, C. A., & Rosell, C.M. (2007). Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloids*, *21*(2), 167-173.
21. Rodriguez-Garcia, J., Puig, A., Salvador, A., & Hernando, I. (2012). Optimization of a sponge cake formulation with inulin as fat replacer: structure, physicochemical, and sensory properties. *Journal of Food Science*, *77*(2), 189-197.
22. Gularte, M. A., de la Hera, E., Gomez, M., & Rosell, C. M. (2012). Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie*, *48*(2), 209-214.
23. Jammek, J., & Naivigul, A. (1996). General bakery technology. 4th Edition. Bangkok. Text and Journal Publication. (in Thai)
24. Majzoobi, M., Habibi, M., Hedayati, S., Ghiasi, F., & Farahnaky, S. (2015). Effects of commercial oat fiber on characteristics of batter and sponge cake. *Journal of Agricultural Science and Technology*, *17*, 99-107.
25. Pomeranz, Y. (1977). Fiber in bread making-effects on functional properties. *Cereal Chemistry*, *54*(1), 25-29.
26. Brennans, C. S., & Samyue, E. (2004). Evaluation of starch degradation and textural characteristics of dietary fiber enriched biscuits. *International Journal of Food Properties*, *7*, 647-657.