

ผลของปริมาณงาขี้ม่อนต่อคุณสมบัติทางกายภาพ ทางประสาทสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการของเค้กฟลาวมันสำปะหลัง ด้วยการใช้ไมโครเวฟในการอบ

ธิดารัตน์ แสนพรม*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาปริมาณงาขี้ม่อนต่อคุณภาพของเค้กฟลาวมันสำปะหลัง ด้วยการใช้ไมโครเวฟในการอบ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการเนื่องจากงาขี้ม่อนเป็นแหล่งของกรดไขมันโอเมก้า-3 จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผงงาขี้ม่อน ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และเถ้า เท่ากับ 45.64 ± 0.14 , 15.66 ± 0.11 , 33.78 ± 0.25 และ 3.94 ± 0.20 กรัม/100 กรัม โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ มีเส้นใยหยาบสูงถึง 3.18 ± 0.16 กรัม และพลังงานทั้งหมด 549.22 ± 1.27 กิโลแคลอรี/100 กรัม โดยน้ำหนักแห้ง นอกจากนี้ผงงาขี้ม่อนยังเป็นแหล่งของกรดไขมันที่มีคุณภาพ ประกอบไปด้วยกรดโอเมก้า-3 (Linolenic acid, n-3) โอเมก้า-6 (Linoleic acid, n-6) และโอเมก้า-9 (Oleic acid, n-9) เท่ากับ 18.13 ± 0.23 , 5.25 ± 0.29 และ 3.96 ± 0.20 กรัม / 100 กรัม โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ เมื่อศึกษาการเสริมผงงาขี้ม่อนในเค้กฟลาวมันสำปะหลัง พบว่าเมื่อปริมาณผงงาขี้ม่อนเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มลดลง ส่วนค่าสีแดง (a^*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัส พบว่าเมื่อปริมาณผงงาขี้ม่อนเพิ่มขึ้น ส่งผลค่าความแข็ง (Hardness) ความยืดหยุ่น (Springiness) การเกาะตัวกัน (Cohesiveness) และค่าแรงในการเคี้ยว (Chewiness) มีค่าลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม เมื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าการเสริมผงงาขี้ม่อน ร้อยละ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมเป็นปริมาณที่เหมาะสม เนื่องจากได้คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะมากกว่า 6.0 คะแนน จากการทดสอบแบบ 9-Point hedonic scale เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่าเค้กที่มีการใช้ฟลาวมันสำปะหลังเสริมผงงาขี้ม่อนเป็นแหล่งของเส้นใยหยาบ และกรดไขมันกลุ่มกรดไขมันโอเมก้า-3, 6 และ 9 ซึ่งเป็นกรดไขมันที่มีความสำคัญต่อร่างกาย

คำสำคัญ : เค้ก, งาขี้ม่อน, กรดไขมันโอเมก้า, คุณสมบัติทางกายภาพ, คุณภาพทางประสาทสัมผัส

* อาจารย์ประจำ สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

Corresponding author, email: Tidarat.sa@ssru.ac.th, Tel. 086-062-4155

Received : February 9, 2022; Revised : May 25, 2022; Accepted : May 31, 2022

Effects of Perilla Seeds Powder on Physical Properties, Sensory Qualities, and Nutritional Values of Cake from Tapioca Flour using Microwave Baking

Tidarat Sanphom*

Abstract

The objective of this research was to study the quantity of perilla seeds powder as a source of omega fatty acids on the qualities of cake from tapioca flour using microwave baking. The results showed that perilla seed powder contains carbohydrate, protein, fat, and ash 45.64 ± 0.14 , 15.66 ± 0.11 , 33.78 ± 0.25 , and 3.94 ± 0.20 g/100 g dry basis (d.b.) respectively. Crude fiber up to 3.18 ± 0.16 g and total energy 549.22 ± 1.27 kcal/100 g d.b. Moreover, perilla seed powder is a good source of quality fatty acids containing omega-3 (Linolenic acid, n-3), omega-6 (Linoleic acid, n-6), and omega-9 (Oleic acid, n-9) 18.13 ± 0.23 , 5.26 ± 0.20 และ 3.96 ± 0.20 g/100 g d.b., respectively. Studied perilla seed powder supplementation in cake from tapioca flour, an increase in the perilla seed powder resulted in decreased values for lightness (L^*), and yellowness (b^*), while there were increases in the values for redness (a^*). Texture quality showed that the increase of the perilla seeds powder resulted in decreased hardness, springiness, cohesiveness, and chewiness compared to the control. The sensory evaluation showed that 10% w/w was of suitable amount, because the consumers rated the liking score of all food products as like slightly (more than 6.0 point) from 9-Point Hedonic scale. The results showed that the nutritional values of perilla seed powder supplementation in cake from tapioca flour developed had been found to be good sources of crude fiber, and omega fatty acids (n-3, 6, and 9) which are the important nutrients to body functions.

Keywords : Cake, Perilla seed, Omega fatty acids, Physical properties, Sensory qualities

* Instructor, Home economics, Faculty of Science and technology, Suan Sunandha Rajabhat University

Corresponding author, email: Tidarat.sa@ssru.ac.th, Tel. 086-062-4155

Received : February 9, 2022; **Revised :** May 25, 2022; **Accepted :** May 31, 2022

ความสำคัญของปัญหาการวิจัย

เค้ก (Cake) เป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ได้รับความนิยมทั้งในและต่างประเทศ มีลักษณะเนื้อนุ่มและฟู ซึ่งมีให้เลือกมากมายหลายชนิด โดยมีสูตร ส่วนผสม และกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ได้แก่ วิธีการผสม ระยะเวลา และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามเค้กนั้นทำจากแป้งสาลีเป็นส่วนประกอบหลัก อาจเกิดข้อจำกัดสำหรับกลุ่มผู้บริโภคที่แพ้โปรตีนกลูเตนจากแป้งสาลี ทำให้เกิดอาการแพ้เมื่อบริโภค นอกจากนี้ยังมีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ ซึ่งมีสารอาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก จากข้อมูลหลายงานวิจัย พบว่าการเพิ่มปริมาณคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์เค้ก ควรเน้นทางโปรตีน เส้นใยอาหาร และกรดไขมันโอเมก้า เป็นต้น เพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์เค้กที่ดีต่อสุขภาพ และตอบโจทย์ผู้บริโภคที่รักษาสุขภาพ (Ounaroon & Tananuwong, 2019) ซึ่งกลุ่มกรดไขมันโอเมก้า ประกอบด้วยกรดไขมันโอเมก้า-3 (Linolenic acid, n-3) โอเมก้า-6 (Linoleic acid, n-6) และโอเมก้า-9 (Oleic acid, n-9) พบมากในกลุ่มพืชน้ำมัน นิยมนำไปผลิตเป็นอาหารเสริมเพื่อสุขภาพ ช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด สามารถลดความเสี่ยงการเกิดโรคหัวใจ โรคหลอดเลือดหัวใจและสมอง และโรคทางระบบประสาท เป็นต้น (Torri et al., 2019) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้งาขี้ม่อน เป็นวัตถุดิบในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่เค้ก ซึ่งเป็นธัญพืชที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบ เพื่อช่วยการเกิดโครงสร้างที่ดีของเนื้อเค้ก งาขี้ม่อนเป็นงาที่พบในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 18.19 โปรตีน ร้อยละ 18.10 ไขมัน ร้อยละ 40.11 และเส้นใยอาหาร ร้อยละ 22.23 (Joshi et al., 2015) นอกจากนี้ยังพบโอเมก้า-3 ร้อยละ 60-70 ซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่จำเป็นต่อร่างกาย ประกอบด้วย α -linolenic acid (ALA), Eicosapentaenoic acid (EPA) และ Docosahexaenoic acid (DHA) ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างไขมันที่สำคัญในสมอง และจอประสาทตา มีประโยชน์ต่อระบบประสาทช่วยในเรื่องความจำ และป้องกันโรคความจำเสื่อมในวัยชรา ป้องกันโรคหัวใจและสมองขาดเลือด (กษมาพร ปัญตะบุตร, 2562) กระบวนการผลิตเค้กในปัจจุบันมีการให้ความร้อนด้วยการใช้เตาอบ ซึ่งแป้งเค้กจะถูกให้ความร้อนโดยเริ่มจากชั้นนอกเข้าไปสู่ชั้นในจากการพาความร้อนของอากาศ ต่างจากลักษณะการให้ความร้อนด้วยเตาอบไมโครเวฟ โดยคลื่นไมโครเวฟที่ถูกปล่อยออกมาจะสัมผัสและทำปฏิกิริยากับโมเลกุลภายในอาหาร โดยเฉพาะกับโมเลกุลที่มีการจับตัวกันอยู่เป็นคู่หรือเป็นกลุ่ม ทำให้ได้รับการถ่ายโอนพลังงานและปล่อยออกในรูปแบบของพลังงานความร้อน ส่งผลให้โครงสร้างของอาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงและน้ำภายในเกิดการเคลื่อนที่ (Umbach, Davis & Gordon, 1990) การใช้คลื่นไมโครเวฟในการอบนั้นสามารถประหยัดเวลาพลังงาน และพื้นที่ใช้สอยในกระบวนการผลิตได้ดีกว่าเมื่อเทียบเคียงกับการใช้เตาอบแบบปกติ (Sumnu & Sahin, 2005) แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอบด้วยคลื่นไมโครเวฟไม่ยอมรับจากผู้บริโภคส่วนใหญ่ เนื่องจากปัญหาด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยส่วนใหญ่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะที่แน่น เหนียว ขาดสี สัน รสชาติ และบริเวณขอบไม่จับตัว รวมถึงการคืนตัวของแป้งที่รวดเร็วอีกด้วย (Schiffmann, 2001) ซึ่งเป็นอีกหนึ่งเป้าหมายของวงการอุตสาหกรรมอาหารในการพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการใช้ไมโครเวฟให้มีคุณภาพที่ดียิ่งขึ้น

ดังนั้นงานการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยเฉพาะกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า (Omega fatty acids) ในเค้กจากฟลาวมันสำปะหลังด้วยการเสริมผงงาขี้ม่อน และผ่านกระบวนการทำให้สุกด้วยการใช้ไมโครเวฟในการอบ ซึ่งเป็นการทำให้ขั้นตอนและกระบวนการในการผลิตเค้กให้มีความสะดวก รวดเร็ว และประหยัดเวลาต่อผู้บริโภค อีกทั้งการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารดังกล่าวเป็นการลดการใช้แป้งสาลี โดยการใช้ฟลาวมันสำปะหลัง (Tapioca flour) ทดแทนแป้งสาลี ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อกลุ่มผู้บริโภคที่แพ้โปรตีนจากแป้งสาลี และลดการนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกรดไขมันโอเมก้า-3 ในผงงาขี้ม่อน
2. ศึกษาปริมาณการเสริมผงงาขี้ม่อน ในเค้กจากฟลาวมันส์สำเร็จรูปโดยใช้การอบด้วยไมโครเวฟ
3. ศึกษาปริมาณกรดไขมันโอเมก้า-3 ในผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้

กรอบแนวคิดการวิจัย

งาขี้ม่อนมีคุณลักษณะเด่นทางด้านคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งเป็นแหล่งของกรดไขมันโอเมก้า-3 จึงถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำคัญในการศึกษา เพื่อเสริมคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์อาหาร ประกอบกับความสนใจในการศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ ซึ่งเป็นประเด็นที่ในอุตสาหกรรมอาหารต่างคิดหาวิธีประยุกต์ใช้ให้ผลิตภัณฑ์ที่ออกมามีคุณภาพเทียบเคียงกับกรรมวิธีอื่น ๆ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาทั้งสองประเด็นเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ภายในงานวิจัยนี้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

ฟลาวมันส์สำเร็จรูป (ตราชาวา จากไบโอเทคและสถาบันผลิตเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) และงาขี้ม่อน สายพันธุ์งาดอ จากโครงการหลวง

2. องค์ประกอบทางเคมีและกรดไขมันโอเมก้า-3 ในผงงาขี้ม่อน

การเตรียมผงงาขี้ม่อน โดยการนำงาขี้ม่อนสายพันธุ์งาดอ จากโครงการหลวง น้ำหนัก 100 กรัม ลงไปคั่วในกระทะด้วยไฟปานกลาง เป็นเวลา 5 นาที จนได้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปบดให้ละเอียดร่อนผ่านตะแกรง 70 เมช และ นำตัวอย่างไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น และเส้นใยหยาบ ตามวิธีการ AOAC (2019) จำนวน 3 ซ้ำ พลังงานทั้งหมดด้วยเครื่อง Bomb Calorimeter แสดงหน่วยเป็นกิโลแคลอรี และวิเคราะห์ชนิดของกรดไขมันโอเมก้า-3 กรดไขมันโอเมก้า-6 กรดไขมันโอเมก้า-9 โดยใช้เครื่อง Gas chromatography-flame ionisation detector (Agilent 6890, Agilent Technologies, Inc., Wilmington, USA)

3. ปริมาณการเสริมผงงาขี้ม่อนในเค้กจากฟลาวมันส์สำเร็จรูปโดยใช้การอบด้วยไมโครเวฟ

การพัฒนาเค้กจากฟลาวมันส์สำเร็จรูปเสริมผงงาขี้ม่อนใช้สูตรพื้นฐานจาก Sánchez-Pardo et al. (2008) ส่วนผสมประกอบด้วย ฟลาวมันส์สำเร็จรูป 100 กรัม เนยสด 80 กรัม น้ำตาลทราย 80 กรัม ไข่ไก่ 96 กรัม ยีสต์ผง 1.5 กรัม เกลือ 1.0 กรัม และวานิลลา 2.0 มิลลิกรัม สำหรับขั้นตอนนี้มีปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา คือปริมาณการเสริมผงงาขี้ม่อนที่ 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 5, 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ขั้นตอนการทำเริ่มจากตีเนยและน้ำตาลทรายด้วยเครื่องผสมอาหารโดยใช้ความเร็วรอบระดับ 2 เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเติม ไข่ไก่ เกลือ กลิ่นวานิลลา ยีสต์ แบะซาลิ ดีให้เข้ากันแล้วพักแป้งเป็นเวลา 30 นาที เทใส่พิมพ์หนักพิมพ์ละ 35 กรัม แล้วนำเข้าอบด้วยเตาอบไมโครเวฟที่ละ 5 ถ้วย โดยใช้กำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 3 นาที (Sattirarat, Charoenphan & Suksomboon, 2012) และนำตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพความชื้น สี เนื้อสัมผัส และคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.1 วัดค่าความชื้น (Moisture content) ตามวิธีการของ AOAC (2019) จำนวน 5 ซ้ำ

3.2 วัดค่าสี (Color) ด้วยเครื่อง Hunter Lab ได้แก่ค่าความสว่าง L* (ค่าความสว่างมีค่า 0-100 โดย 0 คือ วัตถุที่มีความสว่างสีดำ 100 คือ วัตถุที่มีความสว่างสีขาว) a* (+ คือ วัตถุที่มีสีแดง, - คือ วัตถุที่มีสีเขียว) b* (+ คือ วัตถุที่มีสีเหลือง, - คือ วัตถุที่มีสีน้ำเงิน) จำนวน 5 ซ้ำ

3.3 วัดคุณภาพทางเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) รุ่น TA.XT Plus C. ประเทศอังกฤษ วัดหาค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) การเกาะตัวกัน (Cohesiveness) และค่าแรงในการเคี้ยว (Chewiness) ชนิดหัววัด P/100 เส้นผ่าศูนย์กลาง 100 mm สภาวะที่ใช้ทดสอบ น้ำหนักตัวอย่าง 5 กรัม ความเร็วขณะทดสอบ (Test speed) 2 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วหลังทดสอบ (Post-test speed) 10 มิลลิเมตรต่อวินาที โดยกดหัววัดลงบนตัวอย่างเป็นระยะทาง (Probe distance) 100 มิลลิเมตร ของความสูงตัวอย่าง ทำการทดสอบจำนวน 10 ซ้ำ

3.4 วัดคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-Point hedonic scale) โดยให้คะแนนความชอบจาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 50 คน เกณฑ์การคัดเลือกคือ มีอายุระหว่าง 18-60 ปี เคยรับประทานผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบ และเป็นผู้ไม่มีประวัติในการแพ้อาหารจากส่วนผสมทั้งหมด ประเมินคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวม (Meilgaard et al., 1999)

4. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate analysis) ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และเส้นใยหยาบ ตามวิธีการ AOAC (2019) จำนวน 3 ซ้ำ และวิเคราะห์ชนิดของกรดไขมันโอเมก้า-3 กรดไขมันโอเมก้า-6 กรดไขมันโอเมก้า-9 โดยใช้เครื่อง Gas chromatography–flame ionisation detector ตามวิธีของ AOAC (2019) จำนวน 3 ซ้ำ จากนั้นนำมาคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรตด้วยสูตร คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) = $100 - [\text{โปรตีน (ร้อยละ)} + \text{ไขมัน (ร้อยละ)} + \text{เส้นใยหยาบ (ร้อยละ)} + \text{เถ้า (ร้อยละ)}]$

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์คุณภาพจะเป็นการเตรียมตัวอย่างครั้งเดียว แล้วทำการวิเคราะห์ซึ่งมีการวางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพความชื้น สี และเนื้อสัมผัส และวางแผนการทดลองแบบ Randomized completely block design (RCBD) สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพประสาทสัมผัส นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผงงาขี้ม่อน

จากการนำตัวอย่างงาขี้ม่อนพันธุ์งาดอบแห้งและบดเป็นผงละเอียดขนาดอนุภาค 210 ไมครอน (70 เมช) (ภาพที่ 1) จะได้ผงงาขี้ม่อนที่มีความชื้น ร้อยละ 0.99 ± 0.01 โดยน้ำหนักเปียก (Wet basis, w.b.) เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่าผงงาขี้ม่อน น้ำหนักแห้ง 100 กรัม ประกอบด้วยปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และเถ้า เท่ากับ 45.64 ± 0.14 , 15.66 ± 0.11 , 33.78 ± 0.25 และ 3.94 ± 0.20 กรัม ตามลำดับ นอกจากนั้นยังมีเส้นใยหยาบสูงถึง 3.18 ± 0.16 กรัม และให้พลังงานทั้งหมด 549.22 ± 1.27 กิโลแคลอรี เมื่อวิเคราะห์คุณภาพของกรดไขมันที่มีอยู่ในผงงาขี้ม่อน พบว่าประกอบด้วยกรดไขมันชนิดอิ่มตัว คือ กรดปาล์มิติก (Palmitic acid) และกรดสเตียริก (Stearic acid) เท่ากับ 3.86 ± 0.25 และ 1.12 ± 0.03 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ และกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่เป็นกรดไขมันกลุ่มกรดไขมันโอเมก้า-3 (Linolenic acid, n-3) กรดไขมันโอเมก้า-6 (Linoleic acid, n-6) และกรดไขมันโอเมก้า-9 (Oleic acid, n-9) เท่ากับ 18.13 ± 0.23 , 5.25 ± 0.29 และ 3.96 ± 0.20 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของผงงาขี้ม่อน น้ำหนักแห้ง 100 กรัม

Nutritional value (% d.b.)	Perilla seeds powder
Moisture (% w.b.)	0.99±0.01
Carbohydrate	45.64±0.14
Protein	15.66±0.11
Fat	33.78±0.25
Ash	3.94±0.20
Crude fiber	3.18±0.16
Palmitic acid	3.86±0.25
Stearic acid	1.12±0.03
Linolenic acid (n-3)	18.13±0.23
Linoleic acid (n-6)	5.25±0.29
Oleic acid	3.96±0.20
Total omega 3 fatty acids	18.13±0.23
Total omega 6 fatty acids	5.25±0.29
Total omega 9 fatty acids	3.96±0.20
Total energy (kcal)	549.22±1.27



ภาพที่ 1 ลักษณะของผงงาขี้ม่อน

2. ผลการศึกษาปริมาณการเสริมผงงาขี้ม่อนในเค้กจากฟลาวมันส์สำเร็จรูปโดยใช้การอบด้วยไมโครเวฟ

ผลการศึกษาปริมาณการเสริมผงงาขี้ม่อนในเค้กจากฟลาวมันส์สำเร็จรูปที่ระดับร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม), 5, 10, 15, และ 20 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้ง แสดงดังตารางที่ 2 และ 3 เมื่อวิเคราะห์ปริมาณความชื้น พบว่าปริมาณผงงาขี้ม่อนมีผลต่อค่าความชื้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการเติมผงงาขี้ม่อน ร้อยละ 5-15 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้ง มีค่าไม่แตกต่างกับตัวอย่างควบคุม แต่เมื่อเพิ่มปริมาณผงงาขี้ม่อน ร้อยละ 20 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้ง มีปริมาณความชื้นลดลงมากที่สุด คือ ร้อยละ 14.94 ± 0.76 w.b. ในขณะที่ตัวอย่างควบคุมมีปริมาณความชื้น ร้อยละ 17.73 ± 0.75 w.b. ผลการวิเคราะห์ค่าสีของเค้กจากฟลาวมันส์สำเร็จรูปทดแทนแป้งสาลีที่มีการเสริมผงงาขี้ม่อน พบว่าเมื่อปริมาณผงงาขี้ม่อนเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่าสีแดง (a^*) ค่าที่ได้มีความใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม ทำให้ได้เค้กที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อนถึงเข้ม เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่มีสีเหลืองอ่อน เมื่อวิเคราะห์คุณภาพทางเนื้อสัมผัส พบว่าเมื่อปริมาณผงงาขี้ม่อนเพิ่มขึ้น ส่งผลค่าความแข็ง (Hardness) ความยืดหยุ่น (Springiness) การเกาะตัวกัน (Cohesiveness) และค่าแรงในการเคี้ยว (Chewiness) มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับ

ตัวอย่างควบคุม จากพิจารณาค่าความแข็ง และความยืดหยุ่นของเค้ก ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญของเค้ก พบว่าปริมาณการเสริมผงงาขึ้นม่อน ร้อยละ 5-10 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้ง ทำให้เค้กมีคุณภาพทางเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม ในขณะที่ปริมาณผงงาขึ้นม่อน ร้อยละ 15-20 ทำให้ค่าความแข็ง และความยืดหยุ่นของเค้กมีค่าลดลง เค้กมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ร่วนขึ้น (ภาพที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณความชื้น ค่าสี และคุณภาพทางเนื้อสัมผัสของเค้กจากฟลาวมันส์สำหรับเสริมผงงาขึ้นม่อนโดยใช้การอบด้วยไมโครเวฟ

Qualities	Perilla seeds powder (%w/w)				
	Control	5	10	15	20
Moisture (%)	17.73±0.75 ^a	18.28±0.52 ^a	17.69±0.92 ^a	17.89±0.12 ^a	14.94±0.76 ^b
L*	69.75±0.34 ^a	65.27±0.65 ^b	62.90±0.57 ^c	58.56±0.32 ^d	58.02±0.13 ^d
a*	5.68±0.06 ^b	5.43±0.06 ^c	5.39±0.02 ^c	5.82±0.46 ^a	5.66±0.11 ^b
b*	27.52±0.06 ^a	24.47±0.23 ^b	23.21±0.08 ^c	22.47±0.91 ^d	20.80±0.16 ^e
Hardness	8535.32±1190.47 ^a	7579.87±255.17 ^a	7527.82±679.86 ^a	5648.45±1570.28 ^b	5484.47±570.35 ^b
Springiness	0.37±0.05 ^a	0.34±0.03 ^{ab}	0.36±0.04 ^a	0.31±0.05 ^{bc}	0.28±0.05 ^c
Cohesiveness	0.20±0.02 ^a	0.18±0.02 ^a	0.18±0.02 ^{ab}	0.15±0.02 ^{bc}	0.15±0.04 ^c
Chewiness	620.55±131.44 ^a	454.21±81.63 ^{ab}	531.63±165.45 ^b	260.81±90.13 ^c	260.87±93.21 ^c

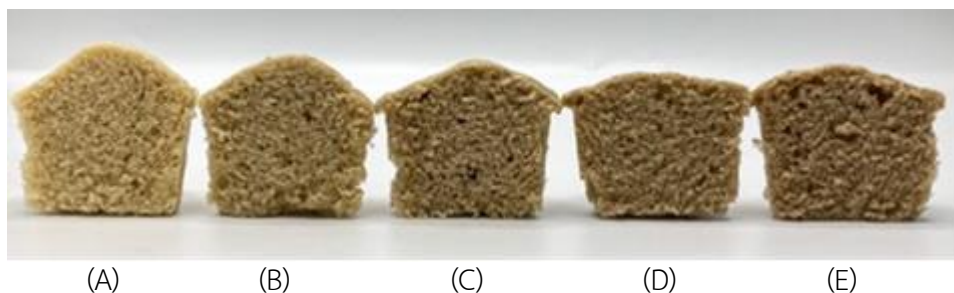
^{a-e} ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนแบบ 9-Point hedonic scale ของเค้กที่มีการใช้ฟลาวมันส์สำหรับเสริมผงงาขึ้นม่อนที่ระดับร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม), 5, 10, 15, และ 20 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้ง พบว่าปริมาณผงงาขึ้นม่อน มีผลต่อคุณภาพทางลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณผงงาขึ้นม่อน ร้อยละ 5-10 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้ง ในทุกคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส มีคะแนนความชอบอยู่ในช่วง 6.0 คะแนน แต่เมื่อเพิ่มปริมาณผงงาขึ้นม่อน ร้อยละ 10 ขึ้นไป ทำให้คะแนนความชอบลดลงต่ำกว่า 5 คะแนน เมื่อพิจารณาปัจจัยในด้านความชอบโดยรวม พบว่าปริมาณการเสริมผงงาขึ้นม่อนที่ระดับร้อยละ 5-10 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้ง มีคะแนนเท่ากับ 6.12-6.26 คะแนน ในขณะที่การเสริมร้อยละ 15-20 มีคะแนน เท่ากับ 5.60-5.68 คะแนน ดังนั้นจากผลการทดลองข้างต้น จึงมีการเลือกปริมาณการเสริมผงงาขึ้นม่อนที่ระดับร้อยละ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้ง เป็นปริมาณที่เหมาะสมต่อการนำมาเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้เค้กฟลาวมันส์สำหรับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กจากฟลาวมันส์สำหรับเสริมผงงาขึ้นม่อนโดยใช้การอบด้วยไมโครเวฟ

Sensory attributes	Perilla seeds powder (%w/w)				
	control	5	10	15	20
Appearance	7.14±1.62 ^a	7.10±1.12 ^a	6.86±1.38 ^a	5.68±1.67 ^b	5.74±1.68 ^b
Color	7.06±1.60 ^a	6.94±1.20 ^a	6.78±1.43 ^a	6.00±1.77 ^b	5.74±1.70 ^b
Odor	6.54±1.79 ^a	6.00±1.72 ^{ab}	6.16±1.76 ^{ab}	5.86±1.98 ^b	6.00±2.05 ^{ab}
Taste	6.96±1.65 ^a	5.88±1.64 ^{bc}	6.30±1.38 ^b	5.30±2.08 ^b	5.68±2.06 ^b
Texture	5.32±2.24 ^{ab}	5.12±1.73 ^{bc}	6.02±1.57 ^a	4.74±1.74 ^c	4.66±1.79 ^c
Overall liking	6.70±1.48 ^a	6.26±1.39 ^{ab}	6.12±1.75 ^{bc}	5.68±1.58 ^{cd}	5.60±1.73 ^d

^{a-d} ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 2 ลักษณะสีของการเสริมผงงาขึ้นในเค้กจากฟลาวมันสำปะหลังโดยใช้การอบด้วยไมโครเวฟ

(A) 0%w/w, (B) 5%w/w, (C) 10%w/w, (D) 15%w/w, and (E) 20%w/w

3. ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เค้กฟลาวมันสำปะหลังที่มีการเสริมผงงาขึ้น ร้อยละ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้ง แสดงดังตารางที่ 4 พบว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มีความชื้น ร้อยละ 13.20 ± 0.22 w.b. โดยน้ำหนักตัวอย่างแห้ง 100 กรัม ประกอบด้วยปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และเถ้า เท่ากับ 56.62 ± 0.08 , 7.43 ± 0.03 , 30.47 ± 0.01 และ 1.09 ± 0.09 กรัม ตามลำดับ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งของเส้นใยหยาบ 4.40 ± 0.05 กรัม และให้พลังงานทั้งหมด 474 ± 5.66 กิโลแคลอรี สำหรับคุณภาพของกรดไขมัน พบว่าประกอบด้วยกรดไขมันชนิดอิ่มตัว คือ กรดปาล์มิติก และกรดสเตียริก เท่ากับ 7.38 ± 0.32 และ 2.55 ± 0.39 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ และกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ที่เป็นกรดไขมันกลุ่มกรดไขมันโอเมก้า-3 (Linolenic acid, n-3) กรดไขมันโอเมก้า-6 (Linoleic acid, n-6) และกรดไขมันโอเมก้า-9 (Oleic acid, n-9) เท่ากับ 2.10 ± 0.64 , 1.31 ± 0.14 และ 7.11 ± 0.13 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 4 คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เค้กฟลาวมันสำปะหลังที่มีการเสริมผงงาขึ้นปริมาณ 100 กรัม

Nutritional value (% d.b.)	Developed cake
Moisture (% w.b.)	13.2 ± 0.22
Carbohydrate	56.62 ± 0.08
Protein	7.43 ± 0.03
Fat	30.47 ± 0.01
Ash	1.09 ± 0.09
Crude fiber	4.40 ± 0.05
Palmitic acid	7.38 ± 0.32
Stearic acid	2.55 ± 0.39
Linolenic acid (n-3)	2.10 ± 0.64
Linoleic acid (n-6)	1.31 ± 0.14
Oleic acid	7.11 ± 0.13
Total omega 3 fatty acids	2.10 ± 0.64
Total omega 6 fatty acids	1.31 ± 0.14
Total omega 9 fatty acids	7.11 ± 0.13
Total energy (kcal)/100 g	474 ± 5.66

การอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผงงาขี้ม่อน

การผลิตผงงาขี้ม่อน ทำให้มีความชื้น ร้อยละ 0.99 ± 0.01 โดยน้ำหนักเปียก ซึ่งมีปริมาณความชื้นต่ำ สามารถควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย ส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (Jin, Tang & Sablani, 2019) คุณค่าทางโภชนาการของผงงาขี้ม่อน ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และเถ้า โดยเป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร และกรดไขมัน ซึ่งมีสัดส่วนของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูงกว่าชนิดอิ่มตัว โดยเฉพาะกรดไขมันโอเมก้า-3 (Linolenic acid, n-3) มีปริมาณมากที่สุด รองลงมา คือ กรดไขมันโอเมก้า-6 (Linoleic acid, n-6) และกรดไขมันโอเมก้า-9 (Oleic acid, n-9) Liao et al. (2018) รายงานว่าน้ำมันจากงาขี้ม่อนเป็นแหล่งสำคัญของกรดไขมันโอเมก้า-3 อยู่ระหว่างร้อยละ 60-70 ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของงาขี้ม่อน โดยกรดไขมันโอเมก้า-3 จัดเป็นกรดไขมันจำเป็น (Essential fatty acid) มีความสำคัญมากต่อสุขภาพของมนุษย์ และมีคุณสมบัติช่วยลดการอักเสบในร่างกาย นอกจากนี้การที่ผงงาขี้ม่อนเป็นแหล่งของกรดไขมันโอเมก้า-3 และโอเมก้า-6 ซึ่งความสมดุลของกรดไขมันทั้งสองชนิด สามารถลดคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด ช่วยลดความเสี่ยงการเกิดโรคอ้วน โรคหลอดเลือดหัวใจและสมอง และโรคทางระบบประสาท เป็นต้น (Torri et al., 2019) ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของชาวนัฐ จันทร และปฏิภาณ จันทจำ (2559) และโชชน ศรีเกตุ และคณะ (2560) ศึกษาปริมาณกรดไขมันในงาขี้ม่อน พบว่างาขี้ม่อนประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (Polyunsaturated Fatty Acids, PUFAs) ปริมาณสูงถึงร้อยละ 54-64 กรดไขมันที่พบมากที่สุด คือ Linolenic acid ซึ่งเป็นกรดไขมันโอเมก้า-3 ร้อยละ 35-45

2. ผลการศึกษาปริมาณการเสริมผงงาขี้ม่อนในเค้กจากฟลาวมันสำปะหลังโดยใช้การอบด้วยไมโครเวฟ

ผลการศึกษาปริมาณการเสริมผงงาขี้ม่อนในเค้กจากฟลาวมันสำปะหลังที่ระดับร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม), 5, 10, 15, และ 20 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้ง พบว่าเมื่อปริมาณผงงาขี้ม่อนเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 20 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้ง ทำให้ความชื้นมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการทดลองเป็นการเสริมผสมของแห้ง ในขณะที่ปริมาณของเหลวคงที่ ซึ่งปริมาณผงงาขี้ม่อน ร้อยละ 5-10 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้ง ทำให้คุณภาพของเค้กฟลาวมันสำปะหลังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเนื้อสัมผัสและคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในขณะที่การวิเคราะห์ค่าสีเค้กจาก ฟลาวมันสำปะหลังที่มีการเสริมผงงาขี้ม่อน พบว่าเมื่อปริมาณผงงาขี้ม่อนเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความสว่าง และค่าสีเหลืองมีแนวโน้มลดลง ส่วนค่าสีแดง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากลักษณะสีธรรมชาติของผงงาขี้ม่อนมีสีน้ำตาลเข้ม จึงมีบทบาทต่อสีของเค้ก เมื่อวิเคราะห์คุณภาพทางเนื้อสัมผัส พบว่าเมื่อปริมาณผงงาขี้ม่อนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความแข็ง ความยืดหยุ่น การเกาะตัวกัน และค่าแรงในการเคี้ยว มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ทำให้เนื้อเค้กที่ได้มีลักษณะเนื้อภายในร่วน และเนื้อภายนอกแน่นและแข็ง เนื่องจากงาขี้ม่อนที่ใช้ในการเสริมมีลักษณะเป็นผงแห้ง ซึ่งมีโปรตีนและเส้นใยอาหารเป็นองค์ประกอบ จึงส่งผลต่อคุณภาพทางเนื้อสัมผัสของเค้ก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jeddou et al. (2017) พบว่าการเพิ่มเส้นใยอาหารและโปรตีนในผลิตภัณฑ์เค้ก ส่งผลให้เค้กมีแนวโน้มความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ซึ่งผลการทดลองที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกับการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนแบบ 9-Point hedonic scale พบว่าปริมาณผงงาขี้ม่อนที่ระดับร้อยละ 10 ขึ้นไป ทำให้คะแนนความชอบลดลงต่ำกว่า 5 คะแนน ในขณะที่ปริมาณผงงาขี้ม่อนที่ระดับร้อยละ 5-10 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้ง มีคะแนนความชอบโดยรวม มากกว่า 6.0 คะแนน ซึ่งแสดงถึงการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ นอกจากการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในเค้กที่มีผลการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ ยังอาจเกี่ยวข้องกับความสะดวกในการรับประทานของผู้บริโภค นิสา การเพียร และคณะ (2560) รายงานว่าการพัฒนาเค้กไมโครเวฟ ทำให้ผู้บริโภคสามารถรับประทานได้ง่าย ๆ ที่บ้าน ได้ความสดใหม่ พร้อมรับประทาน และยังประหยัดด้วยเครื่องไมโครเวฟ ถือว่าเป็นการเพิ่มทางเลือกที่ดีให้กับผู้บริโภค

3. ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้

คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เค้กฟลาวมันสำปะหลังที่มีการเสริมผงงาขี้ม่อนที่พัฒนาได้ ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และเกลือ นอกจากนั้นยังเป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร ซึ่งประเมินจากการวิเคราะห์เส้นใยหยาบ โดยเส้นใยอาหาร มีบทบาทสำคัญต่อภาวะโภชนาการ เป็นสารอาหารที่มีประโยชน์เชิงสุขภาพ สามารถลดการเจ็บป่วยจากโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด มะเร็งบางชนิด และท้องผูก เป็นต้น (Jeddou et al., 2017) Rodríguez et al. (2006) รายงานว่าเส้นใยอาหารมีความเกี่ยวข้องกับการควบคุมการทำงานของระบบลำไส้ สามารถลดระดับคอเลสเตอรอล และการดูดซึมกลูโคสในลำไส้ สำหรับคุณภาพของกรดไขมัน พบว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มีส่วนของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูงกว่าชนิดอิ่มตัว โดยเฉพาะกรดไขมันโอเมก้า-3 กรดไขมันโอเมก้า-6 และกรดไขมันโอเมก้า-9 ซึ่งมีปริมาณลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับผงงาขี้ม่อน (ตารางที่ 1) Li et al. (2015) รายงานว่าไขมันจากงาขี้ม่อนมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated fatty acids, PUFA) ร้อยละ 76 – 93 สำหรับกรดไขมันโอเมก้า-3 และกรดไขมันโอเมก้า-6 จัดเป็นกรดไขมันจำเป็น (Essential fatty acid) มีความสำคัญมากต่อสุขภาพของมนุษย์ รายงานของ Xiaoyan et al. (2019) พบว่าน้ำมันงาขี้ม่อนมีคุณสมบัติช่วยลด Triglycerides (TG), total cholesterol (TCH) และ Low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) สามารถลดความเสี่ยงการเกิดโรคระบบหลอดเลือดสมองและหัวใจ เบาหวาน และอัลไซเมอร์ เป็นต้น (Torri et al., 2019)

สรุปผลการวิจัย

ผงงาขี้ม่อน เป็นแหล่งของวัตถุดิบที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยสารอาหารหลายชนิด โดยเฉพาะเส้นใยหยาบ และกรดไขมันโอเมก้า จึงเหมาะสมต่อการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์อาหาร และการสกัดเป็นน้ำมัน เพื่อประโยชน์ในเชิงสุขภาพ จากการศึกษาปริมาณงาขี้ม่อน (ร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม), 5, 10, 15, และ 20 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้ง) ต่อคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางประสาทสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการของเค้กฟลาวมันสำปะหลัง ด้วยการใช้ไมโครเวฟในการอบ พบว่าปริมาณผงงาขี้ม่อน ร้อยละ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมเป็นปริมาณที่เหมาะสมต่อการนำมาพัฒนาเป็นเค้กเพื่อสุขภาพ ทำให้ปริมาณความชื้น ค่าความสว่าง ค่าสีเหลือง มีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ในขณะที่ค่าสีแดง เพิ่มขึ้น สำหรับคุณภาพทางเนื้อสัมผัส (ค่าความแข็ง ความยืดหยุ่น การเกาะตัวกัน และค่าแรงในการเคี้ยว) มีค่าใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม เมื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าปริมาณผงงาขี้ม่อน ร้อยละ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้ง ทำให้คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะมากกว่า 6 คะแนน จึงเป็นปริมาณที่เหมาะสมต่อการนำมาเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับเค้กฟลาวมันสำปะหลัง เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และเกลือ เท่ากับ 56.62 ± 0.08 , 7.43 ± 0.03 , 30.47 ± 0.01 และ 1.09 ± 0.09 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ นอกจากนั้นยังเป็นแหล่งของเส้นใยหยาบ 4.40 ± 0.05 กรัม/100 กรัม และให้พลังงานทั้งหมด 474 กิโลแคลอรี สำหรับคุณภาพของกรดไขมัน พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้เป็นแหล่งของกรดไขมันกลุ่มกรดไขมันโอเมก้า-3, 6 และ 9 ซึ่งเป็นกรดไขมันที่มีบทบาทต่อการทำงานของร่างกาย สามารถลดความเสี่ยงการเกิดโรคระบบหลอดเลือดสมองและหัวใจ เบาหวาน และอัลไซเมอร์ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลิตภัณฑ์เค้กฟลาวม้นสำหรับผู้ที่มีการเสริมผงงาขี้ม่อน เป็นแหล่งของสารอาหารคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เกลือ และเส้นใยหยาบ อีกทั้งยังมีกรดไขมันโอเมก้า-3 กรดไขมันโอเมก้า-6 และกรดไขมันโอเมก้า-9 ซึ่งมีความสำคัญต่อระบบการทำงานของร่างกาย ผลิตภัณฑ์นี้เหมาะสำหรับผู้เป็นโรคแพ้อาหารจากแป้งสาลี และมีประโยชน์ต่อผู้ที่รักสุขภาพ นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางให้ผู้ประกอบการใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เพื่อสุขภาพ

เอกสารอ้างอิง

- กัษมาพร ปัญตะบุตร. (2562). งาขี้ม่อนและประโยชน์ต่อสุขภาพ. *วารสารอาหาร*, 49(3), 11-16.
- ชวณัฐ จันทร และปฏิภาณ จันทจำ. (2559). ผลของงาขี้ม่อนที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของโดและขนมปัง และหลักการอบ. เชียงใหม่: ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- โซชน ศรีเกตุ, สาโรจน์ รอดคื่น และธนัชฐนันท์ บุญศรีชนะ. (2560). ผลของกากงาขี้ม่อนผงต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและความคงตัวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันของหมุยอระหวางการเก็บรักษา. *วารสารเกษตรพระวรุณ*, 14(2), 270-284.
- นิตา การเพียร, พิชริดา ยุทธกล้า, รัชนิกร ใจบุญ และปรรัตน์ ศุภมิตรโยธิน. (2560). ไมโครเวฟเค้กข้าวไรซ์เบอร์รี่. *วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา*, 2(2), 30-38.
- AOAC. (2019). *Official Methods of Analysis*. (21st ed.). Rockville, MD: AOAC International.
- Jin, Y., Tang, J., & Sablani, S. S. (2019). Food component influence on water activity of low-moisture powders at elevated temperatures in connection with pathogen control. *LWT – Food and Technology*, 112, 217-229.
- Joshi, A., Sharma, A., Pandey, D.P., & Bachheti, R.K. (2015). Physico-chemical properties of *Perilla frutescens* seeds. *Der Pharma Chemica*, 7(5), 35-41.
- Jeddou, K.W., Bouaziz, F., Zouari-Ellouzi, S., Chaari, F., Ellouz-Chaabouni, S., Ellouz-Ghorbe, R., & Nouri-Ellouz, O. (2017). Improvement of texture and sensory properties of cakes by addition of potato peel powder with high level of dietary fiber and protein. *Food Chemistry*, 217, 668-677.
- Liao, B.N., Hao, Y.J., Lu, J.X., Bai, H.Y., & Zhang, H.Y. (2018). Transcriptomic analysis of perilla frutescens seed to insight into the biosynthesis and metabolic of unsaturated fatty acids. *BMC Genomics*, 19, 213-226.
- Li, H.Z., Zhang, Z.J., Hou, T.Y., Li, X.J., & Chen, T. (2015). Optimization of ultrasound assisted hexane extraction of perilla oil using response surface methodology. *Industrial Crops and Products*, 76, 18-24.
- Meilgaard, M., Civille, G. V., & Carr, B.T. (1999). *Sensory evaluation techniques*. (3rd ed). Boca Raton: CRC Press.

- Ounaroon, N., & Tananuwong, K. (2019). Application of hydroxypropyl distarch phosphate in sponge cake. *Journal of Food Technology*, 14(2), 120-132.
- Rodríguez, R., Jiménez, A., Fernández-Bolaños, A., Guillén, R., & Heredia, A. (2006). Dietary fiber from vegetable products as source of functional ingredients. *Trends in Food Science and Technology*, 17, 3-15.
- Sánchez-Pardo, M. E., Ortiz-Moreno, A., Mora-Escobedo, R., Chanona-Pérez, J. J., & Necoechea-Mondragón, H. (2008). Comparison of crumb microstructure from pound cakes baked in a microwave or conventional oven. *LWT-Food Science and Technology*, 41(4), 620-627.
- Sattirarat, N., Charoenphan, C., & Suksomboon, A. (2012). Effect of utilization of purple sweet potato flour as wheat flour replacement on the properties. *Agricultural Science Journal*, 43(2), 29-32.
- Schiffmann, R. F. (2001). Microwaves processes for the food industry. In A. K. Datta, & R. C. Anantheswaran (Eds.), *Handbook of microwave technology for food applications* (pp. 299-337). New York, United States of America.
- Sumnu, G., & Sahin, S. (2005). The microwave processing of foods. In H. Schubert, & M. Regier (Eds.), *Baking using microwave processing* (pp. 119-141). Cambridge, England.
- Torri, L., Bondioli, P., Folegatti, L., Folegatti, L., Rovellini, P., Piochi, M., & Morini, G. (2019). Development of perilla seed oil and extra virgin olive oil blends for nutritional, Oxidative stability and consumer acceptance improvements. *Food Chemistry*, 286, 584-591.
- Umbach, S. L., Davis, E. A., & Gordon, J. (1990). Effects of heat and water transport on the bagel-making process: Conventional and microwave baking. *Cereal Chemistry*, 67(4), 355-360.
- Xiaoyan, C., Zhongyong, G., Qiuli, F., Long, L., Xiajing, L., Yibin, W., Shouqun, J., & Zongyong, J. (2019). Effects of dietary perilla seed oil supplementation on lipid metabolism, meat quality, and fatty acid profiles in Yellow-feathered chickens. *Poultry Science*, 98(11), 5714-5723.

