

บทความวิจัย

การบูรณาการการเรียนรู้เคมีในกระบวนการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพ :

กรณีศึกษาการพัฒนาคุกกี้ธัญพืชและคุกกี้กล้วยน้ำว้า

มูฮัมหมัดอามีน หะยีหามะ¹ ยะโก๊ะ ขาเร็มดาเบะ² อามีนนา สาแม³

¹ อาจารย์ประจำ สาขาวิชาเคมี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยฟาฏอนี, จังหวัดปัตตานี

² อาจารย์ประจำ สาขาวิชาเคมี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยฟาฏอนี, จังหวัดปัตตานี

³ อาจารย์ประจำ สาขาวิชาเคมี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยฟาฏอนี, จังหวัดปัตตานี

อีเมลผู้แต่งหลัก : h.muhammadameen@ftu.ac.th เบอร์โทร : 084 860 0493

วันที่รับ : 29 สิงหาคม 2567 ✿ วันที่รับแก้ไข : 30 กันยายน 2567 ✿ วันที่ตอบรับ : 30 ธันวาคม 2567

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร ผู้ผลิตและนักพัฒนายังขาดความรู้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เคมี ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อบูรณาการการเรียนรู้ด้านเคมีในกระบวนการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพ โดยศึกษาและพัฒนาสูตรคุกกี้ธัญพืชและคุกกี้กล้วยน้ำว้า ด้วยการลดปริมาณน้ำตาลและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางกายภาพ สูตรที่พัฒนาขึ้นมีส่วนอินทผลัมและกล้วยน้ำว้า 260 กรัมต่อน้ำตาล 150 กรัม ซึ่งได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแสดงให้เห็นว่าคุกกี้ธัญพืชและกล้วยน้ำว้ามีคะแนนความชอบอยู่ในระดับปานกลางถึงชอบมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.24 ± 0.72 และ 4.16 ± 0.68 ตามลำดับ นอกจากนี้ การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีพบค่าร้อยละความชื้นของอินทผลัมและกล้วยน้ำว้าอยู่ที่ 1.04 และ 1.18 ตามลำดับ ซึ่งแสดงถึงศักยภาพในการใช้ผลไม้เหล่านี้ในผลิตภัณฑ์อาหารที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค การศึกษานี้จึงยืนยันถึงความสำคัญของการนำความรู้ทางเคมีมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาสูตรอาหารที่มีคุณภาพสูงและเหมาะสมต่อสุขภาพอย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : การบูรณาการเคมี, อาหารเพื่อสุขภาพ, คุกกี้ธัญพืช, คุกกี้กล้วยน้ำว้า

RESEARCH

The Integrating Chemistry Learning in the Production Process of Healthy Foods: A Case Study on the Development of Date and Namwa Banana Cookies

Muhammad Ameen Hadjihama¹ Yakoh Khareemdabe² Amina Samae³

¹ Lecturer in the Department of Chemistry Faculty of Education Fatoni University, Ch.Pattani

² Lecturer in the Department of Chemistry Faculty of Education Fatoni University, Ch.Pattani

³ Lecturer in the Department of Chemistry Faculty of Education Fatoni University, Ch.Pattani

Corresponding Author, Email : h.muhammadameen@ftu.ac.th **Tel :** 084 860 0493

Received : August 29, 2024 ✿ **Revised :** September 30, 2024 ✿ **Accepted :** December 30, 2024

Abstract

Food product development, manufacturers and developers still lack knowledge about the application of chemistry, which affects the quality and nutritional value of the products. This research aims to integrate chemistry learning into the production process of healthy food by studying and developing a formula of date and banana cookies by reducing the amount of sugar and evaluating their sensory, chemical and physical qualities. The developed formula has a ratio of 260 g of dates and bananas to 150 g of sugar, which is accepted by consumers. The sensory evaluation results show that the date and banana cookies have a moderate to high liking score, with an average value of 4.24 ± 0.72 and 4.16 ± 0.68 , respectively. In addition, the chemical quality analysis found that the moisture percentage of dates and bananas were 1.04 and 1.18, respectively, indicating the potential of using these fruits in food products that meet consumer needs. This study therefore confirms the importance of applying chemical knowledge to effectively develop high-quality and healthy recipes.

Keywords : Chemical Integration, Healthy Food, Date Cookies, Banana Cookies

บทนำ

ปัจจุบันน้ำตาลกลายเป็นส่วนผสมในอาหารเกือบทุกชนิดโดยเฉพาะในขนมทานเล่น อาหารว่าง ประเภทเบเกอรี่ เพิ่มโอกาสให้ประชากรไทยบริโภคน้ำตาลเกินคำแนะนำที่สำนักโภชนาการได้กำหนด ก่อให้เกิดโรคกลุ่มเมตาบอลิก คือ โรคหัวใจ หลอดเลือด และเบาหวาน (Wang & Huang, 2022; Chaiyawat & Chongsuvivatwong, 2021; Suwannapong & Phetphum, 2020) Hayiyakoh และ Japrang (2024) ได้กล่าวว่าการพัฒนาอาหารเพื่อสุขภาพจึงเป็นหนึ่งในความท้าทายที่สำคัญในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งต้องอาศัย การบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิชาเคมี ที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการเข้าใจและควบคุม กระบวนการผลิตอาหาร

คุกกี้ (Cookies) เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเบเกอรี่ ที่มีความชื้นต่ำมีขนาดเล็ก รสหวาน มีส่วนผสมหลัก คือ แป้งสาลี ไขมัน และน้ำตาล ความชื้นเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของคุกกี้ โดยความชื้นที่เหมาะสม สำหรับคุกกี้อยู่ระหว่าง 3-5% (Gujral & Sinha, 2010; O'Brien & O'Brien, 2008) การควบคุมระดับ ความชื้นช่วยป้องกันการเกิดสภาพไม่พึงประสงค์ เช่น การสูญเสียความกรอบหรือความเหนียวของคุกกี้ นอกจากนี้ การควบคุมปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เช่น การเกิดสีน้ำตาลในขนมอบ (Maillard reaction) ช่วยให้เราสามารถปรับสูตรคุกกี้ให้มีรสชาติและคุณภาพที่ดียิ่งขึ้น จึงจัดเป็นอาหารที่คนไทย ส่วนใหญ่รู้จักกันดีและนิยมนำคุกกี้มารับประทานแทนเป็นอาหารว่าง หรือมอบให้ผู้คนเนื่องในโอกาสต่างๆ ขนมที่ผู้คนนิยมเลือกนำไปมอบเป็นของขวัญให้แก่กันก็มักจะเป็นขนมประเภทเบเกอรี่ โดยเฉพาะคุกกี้ เนื่องจากขนมอบรสชาติตะวันตกเหล่านี้เป็นที่นิยมของคนไทย ด้วยความหอม หวาน มัน กรอบ และสามารถ เก็บได้นาน อีกทั้งผู้ผลิตยังพัฒนาในด้านความคิดสร้างสรรค์ให้คุกกี้มีสีสันน่ารับประทาน ทำให้ผู้ที่ชื่นชอบ รับประทานคุกกี้เกิดปัญหาโรคอ้วน และปัญหาสุขภาพอื่นๆตามมา ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ให้ มีปริมาณน้ำตาลลดลงและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เช่น การทดแทนน้ำตาลทรายในคุกกี้ด้วยกลูโคส (จิตรรัตน์ เปรมประเสริฐโชค, ศศิธร จานเก่า และประไพรัช ทาน้อย, 2557) การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้จากมันเทศ(นรินทร์ เจริญพันธ์, 2561) การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมเส้นใยอาหารจากชงจำปาตะ (วิภาวรรณ วงศสุตาลักษณ์, 2559) การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งปราศจากกลูเตนบางชนิด (จิระนาถ รุ่งช่วง และนภัสพร พิเหลียงสกุล, 2561) การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้กรอบด้วยวัตถุดิบแตกหักจากกระบวนการบรรจุหีบห่อกล้วยทอด กรอบ (สิรินทรา สิทธิชัยวงศ์ ปรมศ ศรีแก้ว หริพล ธรรมนารักษ์ และสมอ บุญพันธ์, 2563) การพัฒนา ผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมแพคตินจากเปลือกมะนาว (อมรรัตน์ ถนอมแก้ว, 2551) เคมีมีบทบาทสำคัญในกระบวนการ ผลิตอาหาร เนื่องจากช่วยให้เข้าใจถึงปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิต การเก็บรักษา และการบริโภค อาหาร การนำความรู้ด้านเคมีมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาอาหารจึงเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ที่มี คุณภาพสูง มีรสชาติที่ดี และมีคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสม (García *et al.*, 2020; Miller *et al.*, 2023)

น้ำตาลในผลไม้ประกอบอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส (Glucose) คือน้ำตาลในเลือดที่ร่างกาย สามารถย่อยและดูดซึมได้เร็วที่สุด เป็นแหล่งพลังงานของเซลล์ในร่างกาย และให้พลังงานเพื่อใช้ใน ชีวิตประจำวัน น้ำตาลฟรุคโตส (Fructose) ช่วยกระตุ้นการสร้างไขมันทั้งที่ตับและเส้นเลือด อยู่ในรูปแบบ

น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหรืออาจอยู่คู่กับน้ำตาลกลูโคสในรูปน้ำตาลทราย โดยน้ำตาลชนิดนี้สามารถเข้าสู่เซลล์ได้โดยไม่ต้องพึ่งอินซูลิน และน้ำตาลซูโครส(Sucrose) พบได้ในผลไม้สุกเกือบทุกประเภท เมื่อน้ำตาลซูโครสแตกตัวหรือถูกย่อยจะให้น้ำตาลกลูโคสกับน้ำตาลฟรุกโตส อย่างละ 1 โมเลกุล

กล้วยน้ำว้าเป็นผลไม้ที่สามารถให้พลังงานแก่ร่างกายได้ประมาณ 60 กิโลแคลอรี ซึ่งเป็นพลังงานที่ได้จากน้ำตาลธรรมชาติที่มีอยู่ในกล้วยน้ำว้า โดยมีน้ำตาลธรรมชาติทั้ง 3 ชนิด ส่วนแร่ธาตุและวิตามินในกล้วยน้ำว้า ได้แก่ แมกนีเซียม โพแทสเซียม ซึ่งสามารถช่วยป้องกันโรคความดัน และวิตามินบี 6 ที่ช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน รวมถึงวิตามินบี 1, บี 2, วิตามินซี และวิตามินเอในปริมาณมาก (Chowdhury *et al.*, 2021; Fadimu *et al.*, 2022) ในส่วนของอินทผลัม เป็นผลไม้ที่ไม่มีคอเลสเตอรอลและไขมันต่ำ อุดมไปด้วยเบต้าแคโรทีน ลูทีน และซีแซนทีนซึ่งมีส่วนช่วยป้องกันมะเร็งในช่องท้อง แก้วโรควิถีวินศิริระ แก้วกระหาย และลดเสมหะภายในลำคอ (Zhao *et al.*, 2021) หากรับประทานอินทผลัมในช่วงเช้าขณะท้องว่างก็จะช่วยฆ่าเชื้อโรคพยาธิและสารพิษที่ตกค้างในลำไส้และระบบทางเดินอาหาร ช่วยลดความรุนแรงของแผลกระเพาะอาหาร อีกทั้งน้ำตาลในอินทผลัมเป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตส สามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้อย่างรวดเร็ว ให้ปริมาณน้ำตาลและโพแทสเซียมในปริมาณที่เหมาะสมแก่ร่างกาย (Al-Qarawi *et al.*, 2020) การพัฒนาคุกกี้จากอินทผลัมและกล้วยน้ำว้าเป็นตัวอย่างของการบูรณาการวิชาเคมีในกระบวนการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพ อินทผลัมและกล้วยน้ำว้าเป็นวัตถุดิบที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ วิตามิน และแร่ธาตุ การนำมาใช้เป็นส่วนผสมหลักในการพัฒนาคุกกี้ไม่เพียงแต่จะช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ แต่ยังสามารถสร้างผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่หันมาใส่ใจสุขภาพ (Farah *et al.*, 2022).

การบูรณาการความรู้ด้านเคมีและอาหารเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณภาพและปลอดภัย (McClements, 2017). ความรู้ทางเคมีช่วยให้ผู้ผลิตและนักพัฒนาผลิตภัณฑ์สามารถเข้าใจโครงสร้างและคุณสมบัติของสารอาหาร เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพและรสชาติของผลิตภัณฑ์ (López-Castillo & Montalvo-González, 2018). การเข้าใจคุณสมบัติทางเคมีจึงเป็นสิ่งสำคัญในการเลือกวัตถุดิบและการควบคุมกระบวนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ (Drewnowski & Almiron-Roig, 2010) นอกจากนี้ การควบคุมปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตอาหาร เช่น การเกิดสีน้ำตาลในขนมอบ (Maillard reaction) หรือการเกิดกรดในกระบวนการหมัก ช่วยให้สามารถควบคุมคุณภาพและปรับสูตรอาหารให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้บริโภคได้มากยิ่งขึ้น (Micha *et al.*, 2017) การบูรณาการความรู้ด้านเคมียังช่วยในการพัฒนาสูตรอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ โดยสามารถลดปริมาณสารที่ไม่พึงประสงค์ เช่น น้ำตาลหรือไขมัน โดยยังคงรสชาติและคุณค่าทางโภชนาการไว้ได้ เช่น การใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล หรือการเลือกใช้ไขมันที่มีคุณสมบัติทางสุขภาพที่ดีกว่า (Liu, 2003) การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ก็เป็นอีกหนึ่งด้านที่สำคัญ ความรู้ด้านเคมีช่วยในการประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร ทั้งในด้านทางกายภาพ เช่น ความชื้น สี และกลิ่น รวมถึงคุณภาพทางเคมี เช่น สารตกค้างหรือสารปรุงแต่งที่อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพผู้บริโภค (McClements, 2017) สุดท้ายนี้ การบูรณาการความรู้ด้านเคมีและอาหารเปิดโอกาสให้มีการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่สามารถตอบสนองความต้องการของตลาดได้ดี

ยิ่งขึ้น เช่น ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพหรืออาหารสำหรับกลุ่มเป้าหมายเฉพาะ (Drewnowski & Almiron-Roig, 2010) การบูรณาการความรู้ด้านเคมีและอาหารจึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการสร้างสรรค์และพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณภาพสูง ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค และส่งเสริมสุขภาพในระยะยาว (Micha *et al.*, 2017). การศึกษานี้มุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการผลิตคุกกี้อินทผลัมและกล้วยน้ำว้า โดยใช้ความรู้ทางเคมีเป็นพื้นฐานในการเลือกใช้วัตถุดิบและกำหนดกระบวนการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง มีคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสม และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การวิจัยนี้จึงเป็นตัวอย่างของการบูรณาการการเรียนรู้เคมีเข้ากับการพัฒนาอาหารเพื่อสุขภาพ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมอาหารและสุขภาพในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อบูรณาการการเรียนรู้เคมีในการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการใช้กล้วยน้ำว้าและอินทผลัมต่อการลดปริมาณน้ำตาลในคุกกี้
2. เพื่อประเมินคุณภาพอาหารทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้กล้วยน้ำว้าและคุกกี้อินทผลัม และคุณภาพทางเคมี และทางกายภาพ

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การบูรณาการการเรียนรู้เคมีในกระบวนการพัฒนาสูตรคุกกี้ที่เหมาะสม โดยใช้กล้วยน้ำว้าและอินทผลัมเป็นส่วนผสมหลัก เพื่อศึกษาแนวทางในการลดปริมาณน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหาร
2. การวิจัยจะทำการประเมินคุณภาพอาหารทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้จากกล้วยน้ำว้าและอินทผลัม รวมถึงการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพของคุกกี้ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้มาตรฐานทางวิชาการเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เชื่อถือได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผู้บริโภคสามารถบริโภคผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่มีปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดโรค
2. ได้ทราบผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัส ระหว่างคุกกี้ที่ใช้น้ำตาลทรายกับคุกกี้ที่ใช้กล้วยน้ำว้าและคุกกี้ที่ใช้อินทผลัม
3. นักศึกษาในสาขาวิชาเคมีสามารถประยุกต์ใช้การวิจัยในการบูรณาการเรียนการสอนโดยการพัฒนาหลักสูตรที่เน้นความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาอื่น ๆ ผ่านโครงการวิจัยแบบมีส่วนร่วม การสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ใหม่ และการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ โดยมุ่งหวังที่จะตอบสนองต่อปัญหาสังคมและส่งเสริมการคิดวิเคราะห์อย่างมีประสิทธิภาพในกระบวนการศึกษา

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาสูตรพื้นฐานคุกกี้ปั้นและสูตรการใช้กล้วยน้ำว้าและอินทผลัมในการลดปริมาณน้ำตาลในคุกกี้ ขั้นตอนแรกของการวิจัยนี้เริ่มด้วยการศึกษาสูตรพื้นฐานของคุกกี้ปั้นจำนวน 1 สูตร เพื่อใช้เป็นพื้นฐานใน

การพัฒนาสูตรใหม่ โดยมีการทดลองพัฒนา 2 สูตรเพิ่มเติมโดยใช้อินทผลัมและกล้วยน้ำว้าแทนที่น้ำตาลในคุกกี้ ในแต่ละกระบวนการทดลองนี้ มีการบูรณาการความรู้ทางเคมี เช่น การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของวัตถุดิบและผลของการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลในสูตรคุกกี้ เมื่อพัฒนาสูตรเรียบร้อยแล้ว ได้ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีการประเมินแบบ 5-Point Hedonic Scale ซึ่งมีผู้เข้าร่วมการทดลองชิมจำนวน 25 คน จากกลุ่มนักศึกษาและบุคลากรในมหาวิทยาลัยฟาฏอนี จังหวัดปัตตานี ทั้งนี้ มีการอบรมผู้เข้าร่วมเพื่อให้การทดสอบมีความแม่นยำและเป็นมาตรฐาน

2. การศึกษาปริมาณการใช้อินทผลัมและกล้วยน้ำว้าในการลดปริมาณน้ำตาล การวิจัยนี้พัฒนาจากสูตรคุกกี้ที่ใช้น้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลไอซิ่งเป็นวัตถุดิบหลัก โดยได้นำอินทผลัมและกล้วยน้ำว้าอบแห้งมาใช้เพื่อลดปริมาณน้ำตาลในการผลิตคุกกี้ สูตรที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยการใช้อินทผลัมและกล้วยน้ำว้าในปริมาณ 260 และ 410 กรัม ตามลำดับ โดยลดการใช้น้ำตาลลงเหลือ 150 และ 0 กรัม ตามลำดับ กระบวนการนี้ยังคงมีการบูรณาการความรู้ทางเคมีเพื่อศึกษาและวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้น

3. การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสูตรคุกกี้ทั้งสองจะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ การวิเคราะห์ที่ใช้คือการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA in CRD) หรือ F-test และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ซุลฟาร์ บาโด และ ชูซานา เบนมีนา ,2562)

4. การศึกษาคุณภาพทางเคมีของคุกกี้อินทผลัมและคุกกี้กล้วยน้ำว้าทั้ง 4 สูตร หลังจากพัฒนาสูตรเสร็จสิ้น ได้ทำการศึกษาคุณภาพทางเคมีของคุกกี้แต่ละสูตร เช่น การวัดปริมาณความชื้นตามมาตรฐาน AOAC (2000) โดยแต่ละขั้นตอนมีการบูรณาการความรู้ทางเคมีเพื่อประเมินคุณภาพ

5. การวิเคราะห์ค่าสี การวิเคราะห์ค่าสีของคุกกี้อินทผลัมและคุกกี้กล้วยน้ำว้าได้ทำโดยใช้แถบเทียบสีเพื่อระบุชื่อสีของคุกกี้ที่ได้ เพื่อสะดวกเวลาผู้ประกอบการจะนำไปใช้ และ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่จะพัฒนา (นาดียะฮ์ มะยูนุ และสุสนา ดากอฮา,2562) ซึ่งในขั้นตอนนี้ยังคงมีการบูรณาการความรู้ทางเคมีในแต่ละกระบวนการศึกษาอย่างต่อเนื่อง

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้อินทผลัมและคุกกี้กล้วยน้ำว้าต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส ทางเคมี และทางกายภาพ ทำการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการใช้กล้วยน้ำว้าและอินทผลัมต่อการลดปริมาณน้ำตาลในคุกกี้ โดยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส และนำคุกกี้อินทผลัมและคุกกี้กล้วยน้ำว้ามาวิเคราะห์หาคุณภาพทางเคมี และทางกายภาพ คือ วิเคราะห์ปริมาณความชื้น และวิเคราะห์ค่าสี

1. ผลการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิต ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้อินทผลัม และกล้วยน้ำว้าในการลดปริมาณน้ำตาล ที่อัตราส่วนระหว่าง 260 : 150 กรัม และ 410 : 0 กรัม ตามลำดับ การพัฒนาคุกกี้โดยใช้อินทผลัมในการลดปริมาณน้ำตาล แสดงให้เห็นถึงผลกระทบที่มีต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในแต่ละสูตร โดย

สูตรที่ 1 ใช้อินทผลัม 260 กรัม ต่อน้ำตาล 150 กรัม พบว่ามีลักษณะที่ปรากฏที่น่ารับประทาน สีเหลืองทองตามธรรมชาติ กลิ่นหอมของวานิลลาผสมกลิ่นเนย รสชาติหวานกำลังดี คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ที่ 4.24 ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยที่พบว่าการใช้อินทผลัมในผลิตภัณฑ์อบสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและช่วยในการลดน้ำตาลได้ (Alkhalidy et al., 2021; Karam et al., 2022) ในส่วนของสูตรที่ 2 ซึ่งใช้อินทผลัม 410 กรัม ต่อน้ำตาล 0 กรัม มีลักษณะผิวคุกกี้ค่อนข้างขรุขระ สีเข้มกว่า กลิ่นของแป้งมากกว่าวานิลลา และรสชาติค่อนข้างจืด คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ที่ 3.18 ซึ่งบ่งชี้ว่าการใช้อินทผลัมในปริมาณที่มากขึ้นอาจส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค (Smadi et al., 2020) การศึกษาเพิ่มเติมยังแสดงให้เห็นว่า อินทผลัมมีประโยชน์ทางโภชนาการสูง ซึ่งรวมถึงไฟเบอร์ แร่ธาตุ และสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสามารถช่วยลดความเสี่ยงของโรคหัวใจและโรคเบาหวานได้ (Nour et al., 2023) นอกจากนี้ การปรับสูตรและสัดส่วนของวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เช่น คุกกี้ สามารถส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสได้ เช่น ความกรอบ ความนุ่ม และรสชาติ ซึ่งมีความสำคัญต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคและการยอมรับผลิตภัณฑ์ในตลาด (Mansoori et al., 2021)



ก



ข

ภาพที่ 1 รูปภาพแสดงผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้อินทผลัมในการลดปริมาณน้ำตาล ทั้ง 2 สูตร

(ก) สูตรที่ 1 ใช้อินทผลัมในการลดปริมาณน้ำตาลที่อัตราส่วนอินทผลัม 260 กรัม น้ำตาล 150 กรัม

(ข) สูตรที่ 2 คุกกี้ที่ใช้อินทผลัมในการลดปริมาณน้ำตาลที่อัตราส่วนอินทผลัม 410 กรัม น้ำตาล 0 กรัม

ผลิตภัณฑ์คุกกี้โดยใช้กล้วยน้ำว้าในการลดปริมาณน้ำตาล คือ สูตรที่ 1 ใช้กล้วยน้ำว้า 260 กรัม ต่อน้ำตาล 150 กรัม สูตรที่ 2 ใช้กล้วยน้ำว้าในการลดปริมาณน้ำตาล ที่ปริมาณกล้วยน้ำว้า 410 กรัม ต่อน้ำตาล 0 กรัม โดยสูตรที่ 1 จะมีลักษณะที่ปรากฏที่น่ารับประทาน แต่ค่อนข้างหนา สีเหลืองทองอ่อน กลิ่นหอมของวานิลลาผสมกล้วยน้ำว้าเล็กน้อย รสชาติหวานกำลังดี สม่่าเสมอ ไม่หวานโดด เนื้อสัมผัสยังไม่กรอบมาก คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ที่ 4.16 สูตรที่ 2 จะมีลักษณะที่ปรากฏของผิวคุกกี้ค่อนข้างขรุขระ ไม่น่ารับประทาน สีเข้ม

กว่าคุกกี้มาตรฐาน ได้กลิ่นของกล้วยน้ำว้าค่อนข้างชัดเจน รสชาติหวานพอประมาณ เนื้อสัมผัสนุ่มและมีความชื้นผสมอยู่ คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ที่ 3.40



ก



ข

ภาพที่ 2 รูปภาพแสดงผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้อินทผลัมในการลดปริมาณน้ำตาล ทั้ง 2 สูตร

- (ก) สูตรที่ 1 คุกกี้ที่ใช้กล้วยน้ำว้า ในการลดปริมาณน้ำตาลในอัตราส่วนกล้วยน้ำว้า 260 กรัม น้ำตาล 150 กรัม
- (ข) สูตรที่ 2 คุกกี้ที่ใช้กล้วยน้ำว้า ในการลดปริมาณน้ำตาลที่อัตราส่วนกล้วยน้ำว้า 410 กรัม น้ำตาล 0 กรัม

2. ผลการศึกษาการยอมรับจากผู้บริโภคที่มีต่อคุกกี้อินทผลัม และคุกกี้กล้วยน้ำว้า

ผลการทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อคุกกี้อินทผลัม และคุกกี้กล้วยน้ำว้า โดยใช้วิธี 5 - point hedonic scale สอดคล้องกับบทวิจัยของ วิภาวรรณ วงศ์สุดาลักษณ์ (2559) โดยเลือกทำคุกกี้ทั้ง 4 สูตร พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในทุกลักษณะได้แก่ ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 สูตร มีคะแนนความชอบของทุกลักษณะไม่แตกต่างกันทั้ง 4 สูตร อยู่ในระดับปานกลางถึงชอบ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้อินทผลัมและคุกกี้กล้วยน้ำว้า

คุณลักษณะ	คุกกี้อินทผลัม		คุกกี้กล้วยน้ำว้า	
	สูตรที่ 1	สูตร 2	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
ลักษณะที่ปรากฏ	4.16 ± 0.80^a	3.64 ± 0.56^b	4.08 ± 0.75^a	3.60 ± 0.50^b
สี	4.12 ± 0.52^a	3.72 ± 0.67^b	4.04 ± 0.73^a	3.72 ± 0.67^b
กลิ่น	3.84 ± 0.89^a	3.28 ± 0.84^b	4.04 ± 0.73^a	3.60 ± 0.76^b
รสชาติ	4.32 ± 0.98^a	2.88 ± 0.88^b	4.08 ± 0.90^a	3.08 ± 0.90^b
เนื้อสัมผัส	4.04 ± 0.67^a	3.04 ± 0.93^b	3.76 ± 0.92^a	3.20 ± 0.76^b
ความชอบโดยรวม	4.24 ± 0.72^a	3.18 ± 0.69^b	4.16 ± 0.68^a	3.40 ± 0.64^b

หมายเหตุ : (a-b) ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแผนอนที่มีตัวอักษรต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ของ คุกกี้อินทผลัมสูตรที่ 1 ได้รับการยอมรับจากผู้ประเมินมากกว่าสูตรที่ 2 โดยความชอบโดยรวมสำหรับสูตรที่ 1 อยู่ที่ 4.24 ขณะที่สูตรที่ 2 อยู่ที่ 3.18 สำหรับ คุกกี้กล้วยน้ำว้า สูตรที่ 1 มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ที่ 4.16 และสูตรที่ 2 ที่ 3.40 คะแนน การยอมรับที่สูงกว่าในสูตรที่ 1 ทั้งในคุกกี้อินทผลัมและคุกกี้กล้วยน้ำว้าอาจเกิดจากการปรับใช้ อินทผลัมและกล้วยน้ำว้า ในสัดส่วนที่สมดุลกับน้ำตาลและวัตถุดิบอื่น ทำให้รสชาติและกลิ่นมีความหวานละมุนและพอดี ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความชอบจากผู้บริโภคมากกว่า สูตรที่ 2 ที่ใช้อินทผลัมในปริมาณมากขึ้นแต่น้ำตาลลงทั้งหมด ซึ่งอาจทำให้รสชาติค่อนข้างจืดหรือเนื้อสัมผัสไม่คงตัว (Alkhalidy et al., 2021; Smadi et al., 2020) จากการศึกษา Alkhalidy et al. (2021) และ Smadi et al. (2020) พบว่า การลดปริมาณน้ำตาลในคุกกี้โดยใช้ อินทผลัมสามารถทำได้ แต่ต้องระวังในเรื่องของความสมดุลของวัตถุดิบ เนื่องจากอินทผลัมมี น้ำตาลธรรมชาติสูง แต่รสชาติอาจไม่กระจายทั่วถึงเท่ากับน้ำตาลในบางกรณี ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะหวานไม่สม่ำเสมอในแต่ละชิ้น นอกจากนี้ สูตรที่มี อินทผลัมในปริมาณมาก อาจทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงในเนื้อสัมผัสและกลิ่น เนื่องจากส่วนประกอบน้ำตาลธรรมชาติในอินทผลัมอาจทำให้เนื้อสัมผัสของคุกกี้มีความร่วนหรือขรุขระมากขึ้น และกลิ่นแป้งอาจชัดเจนกว่า (Mansoori et al., 2021) การพัฒนา คุกกี้เพื่อสุขภาพ ที่ลดน้ำตาลแต่ยังคงมีรสชาติและคุณภาพที่ดีจึงต้องพิจารณาความสมดุลในทุกองค์ประกอบ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการและความชอบจากผู้บริโภคอย่างสูงสุด

1. ผลการศึกษาปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์คุกกี้โดยใช้กล้วยน้ำว้าและอินทผลัมในการลดปริมาณน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลไอซิ่ง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของคุกกี้อินทผลัมและคุกกี้กล้วยน้ำว้าทั้ง 4 สูตร นำมาวิเคราะห์หาคุณภาพทางเคมี พบว่า มีปริมาณความชื้น ดังตาราง

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้น

องค์ประกอบทางเคมี	ผลการวิเคราะห์			
	คุกกี้อินทผลัม		คุกกี้กล้วยน้ำว้า	
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
วิเคราะห์ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	1.04 ± 0.05	1.68± 0.06	1.18± 0.05	1.73± 0.06

คุกกี้ที่ใช้อินทผลัมและกล้วยน้ำว้าอบแห้ง 410 กรัม ในการลดปริมาณน้ำตาล มีค่าความชื้นร้อยละ 1.68± 0.06 และ 1.73± 0.06 ตามลำดับ พบว่าปริมาณค่าความชื้นในคุกกี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากในเนื้ออินทผลัมและกล้วยน้ำว้าอบแห้งยังคงมีปริมาณความชื้นอยู่ เมื่อเติมเนื้ออินทผลัมและกล้วยน้ำว้าในปริมาณมากขึ้น จึงมีค่าความชื้นที่เพิ่มขึ้นกว่าคุกกี้ที่ใช้อินทผลัมและกล้วยน้ำว้าในปริมาณ 260 กรัม ที่มีค่าความชื้นเพียงร้อยละ 1.04 ± 0.05 และ 1.18± 0.05 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธิดารัตน์ เปรมประสพโชค ศศิธรงานเก่า และประไพโรภัส ทาน้อย (2559) เมื่อทดสอบน้ำตาลทรายด้วยกล้วยน้ำว้าเข้าไปในสูตรคุกกี้

มากขึ้น ปริมาณความชื้นและปริมาณเส้นใย ของคุกกี้มีแนวโน้มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ระบุค่าความชื้นของคุกกี้ต้องไม่เกินร้อยละ 7 โดยน้ำหนัก การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า (มผช.118/2555)

2. การวิเคราะห์ค่าสีของคุกกี้อินทผลัม และคุกกี้กล้วยน้ำว้าโดยใช้แถบเทียบสี เพื่อระบุชื่อสีของคุกกี้



ก

ข

ภาพที่ 3 รูปภาพแสดงการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้อินทผลัมในการลดปริมาณน้ำตาล ทั้ง 2 สูตร



ก

ข

ภาพที่ 4 รูปภาพแสดงการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่กล้วยน้ำว้าในการลดปริมาณน้ำตาลทั้ง 2 สูตร

จากการวิเคราะห์ค่าสี พบว่าคุกกี้อินทผลัมสูตรที่ 1 จะอยู่ในสีของ Moderate Yellow ระดับ B จะมีสีที่อ่อนกว่าคุกกี้อินทผลัมสูตรที่ 2 ซึ่งจะอยู่ในสีของ Moderate Yellow ระดับ A และการเทียบสีของคุกกี้กล้วยน้ำว้าสูตรที่ 1 จะอยู่ในสีของ Pale Yellow คุกกี้กล้วยน้ำว้าสูตรที่ 2 อยู่ในสีของ Light Yellow ซึ่งจะอยู่ในระดับ C ที่ระดับเดียวกัน

การบูรณาการความรู้ทางเคมีสามารถทำได้ในหลายประเด็น ดังนี้ การศึกษาและควบคุมปริมาณน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ ความรู้ทางเคมีเกี่ยวกับน้ำตาลและสารให้ความหวานจากธรรมชาติ เช่น อินทผลัม มีความสำคัญในการปรับปรุงสูตรคุกกี้เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณน้ำตาลลดลง การศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างโมเลกุลของน้ำตาลและสารให้ความหวานอื่นๆ ช่วยให้เลือกใช้และปรับปริมาณส่วนผสมได้อย่างเหมาะสม เพื่อรักษาความหวานที่เหมาะสมโดยไม่ส่งผลกระทบต่อรสชาติหรือคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Ibrahim, Hegazy, & Amin, 2016) การวิเคราะห์ความชื้นในผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์ความชื้นเป็นกระบวนการทางเคมี

ที่สำคัญในการประเมินคุณภาพของคุกกี้ ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและโครงสร้างเคมีของวัตถุดิบช่วยให้สามารถควบคุมความชื้นในผลิตภัณฑ์ได้ดี เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์และรักษาความกรอบของคุกกี้ (Su & Flores, 2017) การวิเคราะห์สีของผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์สีสามารถเชื่อมโยงกับปฏิกิริยาทางเคมี เช่น ปฏิกิริยา Maillard ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการอบ การทำความเข้าใจเคมีของการเกิดสีในอาหารช่วยให้สามารถปรับอุณหภูมิและเวลาการอบให้เหมาะสม เพื่อให้ได้คุกกี้ที่มีสีที่พึงประสงค์และสม่ำเสมอ (Ghoshal & Gupta, 2015) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการปรับปรุงสูตร การทดลองปรับสูตรด้วยการเพิ่มหรือลดปริมาณอินทผลัมและน้ำตาลสามารถอธิบายได้ด้วยความรู้ทางเคมี เช่น การละลายของน้ำตาล ความสามารถในการยึดเกาะของแป้ง และการกระจายตัวของส่วนผสมภายในคุกกี้ ซึ่งส่งผลต่อรสชาติและเนื้อสัมผัสที่ต่างกัน ความเข้าใจในเคมีของส่วนผสมเหล่านี้จะช่วยให้สามารถปรับปรุงสูตรให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพที่ดีขึ้น (Noor Aziah, Mohamad Noor, & Ho, 2012) การควบคุมคุณภาพโดยใช้เทคนิคทางเคมี ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคทางเคมีในการวิเคราะห์คุณภาพ เช่น การตรวจหาปริมาณน้ำตาลหรือความชื้น สามารถนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพคงที่และตรงตามความต้องการของตลาด (Katz, Doughty, & Ali, 2011)

ข้อเสนอแนะของการวิจัย

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่อง การเลือกผลไม้ในการทำผลิตภัณฑ์คุกกี้ เพราะผลไม้บางชนิดมีความชื้นมาก ทำให้คุกกี้ไม่กรอบ และมีความชื้น
2. ควรมีการศึกษาวิธีการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์คุกกี้กล้วยน้ำว้าและคุกกี้อินทผลัมเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น
3. เมื่อนำไปศึกษาวิเคราะห์ค่าความชื้น ควรทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทดสอบแบบ 3 ซ้ำ

บรรณานุกรม

- จิระนาถ รุ่งช่วง & นภัศรพี เหลืองสกุล. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งปราศจากกลูเตนบางชนิด. *วารสารการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร*. 14(1). 47-56.
- ซุลฟาร์ บาโด และ ชูซานา เบนมีนา. (2562). การวิเคราะห์ค่าสถิติในงานวิจัยอาหาร. *วารสารวิทยาศาสตร์การอาหาร*. 17(2). 44-50.
- ธิดารัตน์ เปรมประโสไพโชค, ศศิธร जानเก่า, & ประไพโรภัส ทาน้อย. (2557). การทดแทนน้ำตาลทรายในคุกกี้ด้วยกล้วยน้ำว้า. *วารสารวิจัยอาหาร*. 7(3). 45-53.
- นรินทร์ เจริญพันธ์. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้จากมันเทศ. *วารสารเทคโนโลยีอาหาร*. 12(2). 97-103.
- นาตียะห์ มะยูนู และ สุสนา ดากอฮา. (2562). การวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์คุกกี้เพื่อสนับสนุนผู้ประกอบการ. *วารสารการพัฒนากิจการอาหารชุมชน*. 5(1). 20-28.
- วิภาวรรณ วงศ์สุตาลักษณ์. (2559). การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมเส้นใยอาหารจากชั่งจำปาตะ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร*. 11(1). 21-29.
- สิรินทรา สิทธิชัยวงศ์, ประเมศ ศรีแก้ว, หริพล ธรรมนารักษ์, & สมอ บุญพันธ์. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้กรอบด้วยวัตถุดิบแตกหักจากกระบวนการบรรจุหีบห่อกล้วยทอดกรอบ. *วารสารวิทยาศาสตร์อาหารและเทคโนโลยี*. 19(1). 73-85.
- อมรรัตน์ ถนอมแก้ว. (2551). การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมแพคตินจากเปลือกมะนาว. *วารสารการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร*. 4(2). 56-63.
- Al-Qarawi, A. A., Mufeed, R. I., & Rehman, A. (2020). Nutritional and health benefits of dates: A review. *Journal of Food Science and Technology*. 57(5). 1834-1841.
- Alkhalidy, H., Ali, M., & El-Agamy, E. (2021). Evaluation of the chemical and sensory properties of cookies made with date palm fruit. *Food Science & Nutrition*. 9(6), 3232-3240.
- AOAC. (2000). Official Methods of Analysis (17th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Chaiyawat, M., & Chongsuvivatwong, V. (2021). The prevalence of sugar-sweetened beverage consumption and its association with metabolic diseases in Thai adults: A nationwide survey. *BMC Public Health*. 21(1). 1234.
- Chowdhury, S. A., Rahman, M. M., & Hossain, M. S. (2021). Nutritional composition and health benefits of banana: A review. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*. 11(1). 51-59.
- Drewnowski, A., & Almiron-Roig, E. (2010). Human perceptions and preferences for fat-rich foods. In *Food chemistry and nutrition* (pp. 215-234). CRC Press.

- Fadimu, G. J., & Adebayo, A. H. (2022). Phytochemical properties and nutritional value of banana (*Musa spp*): A review. *Food Science and Nutrition*. 10(4). 960-973.
- Farah, H. M., Omar, S., & Zainudin, A. (2022). Nutritional composition of whole wheat cookies enriched with banana and date pulp. *International Journal of Food Science*, 2022, 1-9.
- García, M. C., Diego, P., & Montoya, L. (2020). Integrating chemistry knowledge in food product development. *Chemistry and Food Science*. 4(1). 100-111.
- García, O., Aizawa, M., & Narváez-Cuenca, C. (2020). The role of chemistry in food safety and quality. *Food Chemistry*, 345, 128835.
- Ghoshal, G., & Gupta, R. (2015). *Impact of sugar reduction on the sensory and physicochemical properties of bakery products*. *Journal of Food Processing and Preservation*. 39(6). 1312-1320.
- Hayiyakoh, K., & Japrang, T. (2024). *Market opportunity and potential of halal instant food products in Pattani province*. *Al-Nur Journal of Graduate Studies*. 19(36). 144-147.
- Ibrahim, M. I., Hegazy, E. S., & Amin, M. A. (2016). *Effect of sugar substitution by date palm puree on the quality of cookies*. *Journal of Food Science and Technology*. 53(2). 1213-1220.
- Katz, D. L., Doughty, K., & Ali, A. (2011). *Sugar reduction: A systematic review of the evidence for sustained behavior change and weight loss*. *American Journal of Clinical Nutrition*. 94(1). 5-10.
- Liu, R. H. (2003). Health benefits of fruits and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78(3). 517S-520S.
- López-Castillo, M. A., & Montalvo-González, E. (2018). Chemical and nutritional aspects of functional foods: An overview. *Food Science and Technology International*. 24(7). 610-624.
- Mansoori, P., Khan, M. I., & Khattak, M. (2021). Effect of various natural sweeteners on the sensory properties and quality of cookies. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(5). 2785-2792.
- McClements, D. J. (2017). Food structure and functionality: How structural design affects food quality and stability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 16(2). 220-232.

- McClements, D. J. (2017). Understanding the science behind food chemistry. *Annual Review of Food Science and Technology*. 8(1). 31-52.
- Micha, R., Peñalvo, J. L., Cudhea, F., Imamura, F., Rehm, C. D., & Lichtenstein, A. H. (2017). Association between dietary factors and mortality from heart disease, stroke, and type 2 diabetes in the United States. *JAMA Internal Medicine*. 177(10). 1455-1465.
- Miller, R. J., Jones, D. E., & Salinas, M. (2023). Chemical assessment of food products: Implications for consumer health. *Journal of Food Science and Technology*. 60(2). 563-578.
- Noor Aziah, A. A., Mohamad Noor, Y., & Ho, L. H. (2012). *Physicochemical and organoleptic properties of cookies incorporated with legume flour*. *International Food Research Journal*. 19(4). 1539-1543.
- O'Brien, L. M., & O'Brien, C. (2008). Understanding the importance of water in cookie production. *Journal of Food Quality*. 31(4). 474-487.
- Smadi, M., Makhzoumi, M., & Al-Sharif, I. (2020). Health benefits of dates as a natural sweetener in baked products. *Food Quality and Preference*, 10(3). 75-90.
- Su, X., & Flores, R. A. (2017). *Effect of sugar and fat reduction on the texture of cookies: Measurements and modeling*. *Journal of Food Engineering*, 63(2). 133-176.
- Suwannapong, P., & Phetphum, T. (2020). The rising burden of non-communicable diseases related to high sugar intake in Thailand. *Thai Journal of Public Health*. 50(2). 78-85.
- Wang, C. K., & Huang, Y. C. (2022). Sugar consumption and metabolic syndrome: A review of recent studies in Thailand. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2022, Article ID 987654.
- Zhao, H., Wang, Y., & Zha, Y. (2021). Health benefits of date palm (*Phoenix dactylifera* L.): A review. *Journal of Functional Foods*. 18(6). 2775-2780.