KKU SCIENCE JOURNAL
Journal Home Page : https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/KKUSciJ
Published by the Faculty of Science, Khon Kaen University, Thailand

การใช้ลูกประเป็นวัตถุดิบทางเลือกเพื่อทดแทนอัลมอนด์บางส่วนในผลิตภัณฑ์คุกกี้

Utilization of Pra Seed (*Elateriospermum tapos* Blume) as an Alternative Ingredient to Partially Substitute Almond in Cookies

ดลฤดี พิชัยรัตน์[1*] และ นพรัตน์ มะเห[1]

Donrudee Pichairat[1*] and Nopparat Mahae[1]

[1]สาขาวิชาอุตสาหกรรมอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดตรัง 92150

[1]Department of Food Industry, Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang, 92150, Thailand

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ลูกประเป็นวัตถุดิบทางเลือกทดแทนอัลมอนด์ในการผลิตคุกกี้ โดยศึกษาคุณภาพของลูกประอบแห้ง อัตราส่วนที่เหมาะสมของลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์ในการผลิตคุกกี้ (25:75 50:50 และ 75:25) และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ผลการศึกษาพบว่าลูกประอบแห้งมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ ไขมัน โปรตีน เยื่อใย และกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยเฉพาะกรดอัลฟาลิโนเลนิก (โอเมก้า 3) รวมทั้งมีสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ การเพิ่มสัดส่วนการทดแทนอัลมอนด์ด้วยลูกประอบแห้งส่งผลให้ค่าความสว่าง (L*) ปริมาณโปรตีน และเยื่อใยของผลิตภัณฑ์ลดลง ขณะที่ค่าความแข็งและค่าการแตกหักเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) และมีคะแนนความชอบโดยรวมลดลงเมื่อระดับการทดแทนมากกว่าร้อยละ 50 โดยอัตราส่วนของลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์ที่เหมาะสม คือ 50:50 เนื่องจากให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและมีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ($p > 0.05$) นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่พัฒนาขึ้นมีกรดอัลฟาลิโนเลนิก (โอเมก้า 3) ในปริมาณ 1.24 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดรวมถึงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าผลิตภัณฑ์สูตรควบคุม ($p < 0.05$) อีกทั้งมีปริมาณไซยาไนด์คงเหลือ 4.76 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภค ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าลูกประมีศักยภาพในการใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนอัลมอนด์ และสามารถช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและสมบัติเชิงหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ได้

ABSTRACT

The objective of this research was to investigate the use of Pra seeds (*Elateriospermum tapos* Blume) as an alternative ingredient to replace almonds in cookie production. The quality of dried Pra seeds, the appropriate substitution ratios of dried Pra seeds to almonds (25:75, 50:50, and 75:25), and the quality of the resulting products were evaluated. The results showed that dried Pra seeds contained fat, protein, fiber, and unsaturated fatty acids, particularly alpha-linolenic acid (omega-3), and also exhibited antioxidant properties. Increasing the substitution level of almonds with dried Pra seeds resulted in decreases in product lightness (L*),

*Corresponding Author, E-mail: donrudee.J@rmutsv.ac.th

Received date: 29 September 2025 | Revised date: 10 April 2026 | Accepted date: 11 May 2026
doi: 10.14456/kkuscij.2026.39

protein content, and fiber content, while hardness and fracturability increased ($p < 0.05$). Overall liking scores decreased when the substitution level exceeded 50%. The optimal ratio of dried Pra seeds to almonds was 50:50, as it produced cookies with acceptable sensory attributes and sensory scores comparable to the control ($p > 0.05$). The developed cookies contained 1.24 g of alpha-linolenic acid per 100 g dry weight and showed higher total phenolic content and antioxidant capacity than the control ($p < 0.05$). In addition, the residual cyanide content was 4.76 mg/kg dry weight, which is within safe consumption limits. These findings indicate that dried Pra seeds have potential as an alternative ingredient to replace almonds and enhance the nutritional value and functional properties of the product.

คำสำคัญ: วัตถุดิบทางเลือก ลูกประอบแห้ง อัลมอนด์ คุกกี้
Keywords: Alternative Ingredient, Dried Pra Seeds, Almonds, Cookies

บทนำ

เมล็ดประหรือลูกประเป็นผลผลิตที่ได้จากต้นประ (*Elateriospermum tapos* Blume) ซึ่งเป็นไม้ต้นขนาดใหญ่ที่พบขึ้นตามธรรมชาติในเขตป่าดิบชื้นทางภาคใต้ของประเทศไทย โดยเฉพาะบริเวณเทือกเขานครศรีธรรมราชและเทือกเขาบรรทัด ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ตรัง และพัทลุง มีรูปร่างยาวรี มีเปลือกแข็งสีน้ำตาลเข้มหุ้มบริเวณภายนอก ภายในมีเยื่อหุ้มเมล็ดและเนื้อเมล็ดสีขาวนวล มีรสชาติมันและขมเล็กน้อย สามารถรับประทานได้ โดยจะออกผลผลิตปีละ 1 ครั้ง ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม (ปริญญาและคณะ, 2561; วัฒนณรงค์, 2561; Charoensuk *et al*., 2018) ลูกประมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเป็นแหล่งของโปรตีน เยื่อใย และกรดไขมันจำเป็น โดยเฉพาะกรดอัลฟาลิโนเลนิก (โอเมก้า 3) และกรดลิโนเลอิก (โอเมก้า 6) ซึ่งพบในปริมาณร้อยละ 10.21 - 12.48 9.25 - 11.37 0.82 - 1.86 และ 2.97 - 4.45 โดยน้ำหนักตามลำดับ (วราศรีและคณะ, 2563; จุรีภรณ์และคณะ, 2566) อย่างไรก็ตาม ในลูกประมีสารไซยาโนจินิกไกลโคไซด์ (cyanogenic glycosides) คือ อะมิกดาลิน (amygdalin) เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกเปลี่ยนเป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์ (hydrogen cyanide) ที่มีความเป็นพิษ และหากได้รับในปริมาณมากอาจทำให้ปวดศรีษะ อาเจียน ความดันโลหิตต่ำ เป็นอัมพาต หมดสติ และเสียชีวิตได้ โดยปริมาณไฮโดรเจนไซยาไนด์ที่ทำให้เสียชีวิตเฉียบพลันสำหรับมนุษย์อยู่ในช่วง 0.5 - 3.5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (Park *et al*., 2024) เพื่อความปลอดภัยในการบริโภค คณะผู้เชี่ยวชาญด้านวัตถุเจือปนอาหารขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติและองค์การอนามัยโลก (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives; JECFA) ได้กำหนดปริมาณไซยาไนด์สูงสุดที่ร่างกายรับได้ต่อวันโดยประมาณ (Provisional Maximum Tolerable Daily Intake; PMTDI) ไว้ที่ 0.02 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน (FAO and WHO, 2012) ดังนั้นการบริโภคลูกประจึงต้องนำไปผ่านการเตรียมด้วยการต้ม คั่ว อบแห้ง หรือต้ม แล้วดองในน้ำเกลือ เพื่อลดปริมาณไซยาไนด์ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย ก่อนนำไปประกอบอาหารประเภทต่าง ๆ เช่น แกงส้ม แกงไตปลา ต้มกะทิ น้ำพริก หรือใช้เป็นผักเคียงกินกับข้าวและขนมจีน (นฤมลและคณะ, 2563) มีรายงานการศึกษาที่พบว่าการต้มลูกประในน้ำเดือดนาน 30 นาที สามารถลดปริมาณไซยาไนด์ในลูกประได้ร้อยละ 46.21 (วราศรีและคณะ, 2563) ขณะที่การต้มลูกประในสารละลายผสมระหว่างเกลือและกรดซิตริกนาน 20 นาที ร่วมกับการทำแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส สามารถลดปริมาณไซยาไนด์ในลูกประลงได้มากกว่าร้อยละ 60 โดยยังคงคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการของลูกประไว้ได้ (ดลฤดีและนพรัตน์, 2568) อย่างไรก็ตามแม้ว่าลูกประเป็นวัตถุดิบท้องถิ่นที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่การใช้ประโยชน์เพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารยังไม่เป็นที่แพร่หลาย ปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากลูกประเพื่อเพิ่มมูลค่าและความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์ เช่น มาการองและนมประ ที่ให้โปรตีนสูง มีองค์ประกอบของกรดไขมันจำเป็น และมีความปลอดภัยต่อการบริโภค (วราภรณ์และวันดี, 2562; จุรีภรณ์และคณะ, 2566)

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ความต้องการบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมอบในประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปีพ.ศ. 2567 ตลาดผลิตภัณฑ์ขนมอบมีอัตราการเติบโตประมาณร้อยละ 7 ต่อปี และมีมูลค่าทางการตลาดประมาณ 48,400 ล้านบาท (ฐานเศรษฐกิจ, 2568) ขณะเดียวกันผู้บริโภคมีแนวโน้มให้ความสำคัญกับคุณภาพและการให้ประโยชน์ต่อสุขภาพของผลิตภัณฑ์มากขึ้น ดังนั้นแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบในปัจจุบันจึงมุ่งเน้นไปที่การใช้วัตถุดิบจากพืชเพื่อทดแทนวัตถุดิบดั้งเดิม หรือใช้เป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งนอกจากจะช่วยสร้างความหลากหลายและความแปลกใหม่ให้กับผลิตภัณฑ์แล้ว ยังตอบสนองต่อความต้องการด้านสุขภาพของผู้บริโภคได้อย่างเหมาะสม (รวิพร, 2567) คุกกี้เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมในการบริโภค เนื่องจากมีเนื้อสัมผัสกรอบ รสชาติหวานมัน และเก็บรักษาได้นาน มีส่วนผสมหลัก คือ แป้งสาลี น้ำตาล ไขมัน รวมถึงส่วนผสมอื่น ๆ ที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น ไข่ไก่ เกลือ ผงฟู และน้ำ เป็นต้น (สุดาทิพย์และคณะ, 2561) คุกกี้ที่จำหน่ายโดยทั่วไปมีคุณค่าทางโภชนาการต่ำและให้พลังงานสูง การบริโภคในปริมาณมากจึงอาจส่งผลเสียต่อร่างกายจากการได้รับพลังงานเกิน และนำมาซึ่งความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรังต่าง ๆ ปัจจุบันจึงได้มีการศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ให้มีความหลากหลายและมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น โดยนำวัตถุดิบจากพืช เช่น ใบกะเพรา อัลมอนด์ เม็ดมะม่วงหิมพานต์ และถั่วลายเสือ มาใช้เป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีน กรดไขมัน แร่ธาตุ ใยอาหาร และสารต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์ (สุดาทิพย์และคณะ, 2561; Pineli *et al*., 2015; Babiker *et al*., 2021; Owheruo *et al*., 2024) ซึ่งอัลมอนด์เป็นวัตถุดิบชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์คุกกี้ เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเป็นแหล่งของโปรตีน ใยอาหาร กรดไขมันไม่อิ่มตัว วิตามินอี แร่ธาตุ และสารพฤษเคมี ทั้งยังมีรสชาติที่ดี (Yildiz and Gocmen, 2021) อย่างไรก็ตามอัลมอนด์เป็นวัตถุดิบนำเข้าที่มีราคาสูง การนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์จึงส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งการนำวัตถุดิบท้องถิ่นที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันมาใช้ทดแทนอัลมอนด์ในผลิตภัณฑ์จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตและส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบในท้องถิ่นได้

การศึกษาครั้งนี้จึงเกิดแนวคิดในการนำลูกประซึ่งเป็นผลผลิตในพื้นที่จังหวัดตรัง มาใช้ประโยชน์เป็นวัตถุดิบทางเลือกในผลิตภัณฑ์ขนมอบ โดยนำลูกประมาผ่านขั้นตอนการเตรียมเพื่อให้มีคุณภาพเหมาะสมกับการบริโภค และนำมาใช้ทดแทนอัลมอนด์ในการผลิตคุกกี้ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแปลกใหม่ มีอัตลักษณ์ในเชิงพื้นที่และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าและส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากลูกประซึ่งเป็นวัตถุดิบในท้องถิ่นให้เป็นที่รู้จักและแพร่หลายมากยิ่งขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างลูกประอบแห้ง

ลูกประที่เก็บได้ในช่วงฤดูกาล (เดือนกรกฎาคม - สิงหาคม) ในพื้นที่ตำบลน้ำผุด อำเภอเมือง จังหวัดตรัง นำมาคัดแยกลูกที่เสียหรือแตกออก และคัดแยกขนาดโดยเลือกใช้ลูกที่มีความยาวในช่วง 3 - 3.5 เซนติเมตร (รูปที่ 1a) ล้างน้ำและวางพักไว้ให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นนำมาเตรียมลูกประอบแห้งตามวิธีการของดลฤดีและนพรัตน์ (2568) โดยนำลูกประมาแกะเอาเปลือกแข็งหุ้มเมล็ดออก แล้วต้มในสารละลายผสมระหว่างเกลือความเข้มข้นร้อยละ 2 และกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (อัตราส่วนลูกประต่อสารละลายที่ใช้ต้ม 1:5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ที่อุณหภูมิ 90 ± 5 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที เมื่อครบเวลาทำให้เย็นในน้ำเย็นและแกะเอาเยื่อหุ้มเมล็ดออก ล้างน้ำให้สะอาด วางพักไว้ให้สะเด็ดน้ำ (รูปที่ 1b) นำลูกประที่ได้มาหั่นเป็นชิ้นตามแนวยาวให้มีความหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร และทำแห้งในตู้อบลมร้อนแบบถาด (ยี่ห้อ Owner food รุ่น TD-10A ประเทศไทย) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนลูกประมีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก (รูปที่ 1c) บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟลอยด์ ปิดผนึกแบบสุญญากาศ นำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ขนาด ค่าสี ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี องค์ประกอบทางเคมี ปริมาณไซยาไนด์ทั้งหมด ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ เปรียบเทียบกับอัลมอนด์สไลด์ทางการค้า และศึกษาปริมาณกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า



(a) (b) (c)

รูปที่ 1 ลูกประ; ลูกประสด (a) ลูกประหลังการต้ม (b) ลูกประหลังการทำแห้ง (c)

2. การศึกษาอัตราส่วนของลูกประอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตคุกกี้

สูตรและกระบวนการผลิตคุกกี้ต้นแบบที่เหมาะสม นำมาใช้ผลิตคุกกี้สูตรควบคุม โดยมีส่วนผสมประกอบด้วย อัลมอนด์สไลด์ 120 กรัม มะพร้าวอบแห้ง 40 กรัม แป้งเค้ก 45 กรัม ไข่ขาว 75 กรัม น้ำตาลไอซิ่ง 50 กรัม เนยสดเค็ม 40 กรัม และเกลือ 1 กรัม (ตารางที่ 1) ผลิตคุกกี้โดยตีไข่ขาวกับน้ำตาลไอซิ่งด้วยเครื่องผสมอาหาร (ยี่ห้อ Electrolux รุ่น EHM2000 ประเทศไทย) ที่ระดับความเร็วปานกลาง นาน 5 นาที จนไข่ขาวตั้งยอดอ่อน จากนั้นเทเนยละลายและเกลือลงในส่วนผสมของไข่ขาว แล้วผสมจนส่วนผสมเข้ากัน (ใช้เวลานาน 1 นาที) ใส่มะพร้าวอบแห้งและอัลมอนด์สไลด์ ตะล่อมด้วยพายยางจนส่วนผสมทั้งหมดเข้ากัน (ใช้เวลานาน 2 นาที) วางพักที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที นำส่วนผสมที่ได้มาชั่งน้ำหนักให้ได้ประมาณ 13 กรัมต่อชิ้น ขึ้นรูปเป็นแผ่นกลมด้วยแม่พิมพ์สแตนเลส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.5 เซนติเมตร แล้วนำเข้าอบในเตาอบไฟฟ้า (ยี่ห้อ Semon รุ่น DHL-6B ประเทศไทย) ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ทำการศึกษาอัตราส่วนของลูกประอบแห้งที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนอัลมอนด์ในการผลิตคุกกี้ โดยแปรอัตราส่วนร้อยละระหว่างลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์สไลด์ที่ 3 ระดับ คือ 25:75 50:50 และ 75:25 (ส่วนผสมแสดงดังตารางที่ 1) จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มาตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพและเคมี ได้แก่ ค่าสี ลักษณะเนื้อสัมผัส ค่าวอเตอร์แอคติวิตี ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใย และคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทำการคัดเลือกสูตรผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากข้อมูลคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 1 ส่วนผสมผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่มีอัตราส่วนของลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์สไลด์ที่ระดับต่าง ๆ

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)			
	สูตรควบคุม (0:100)	สูตรที่ 1 (25:75)	สูตรที่ 2 (50:50)	สูตรที่ 3 (75:25)
ลูกประอบแห้ง	-	30	60	90
อัลมอนด์สไลด์	120	90	60	30
มะพร้าวอบแห้ง	40	40	40	40
แป้งเค้ก	45	45	45	45
ไข่ขาว	75	75	75	75
น้ำตาลไอซิ่ง	50	50	50	50
เนยสดเค็ม	40	40	40	40
เกลือ	1	1	1	1

3. การศึกษาคุณภาพของคุกกี้อัลมอนด์ลูกประ

คุกกี้อัลมอนด์ลูกประสูตรที่ได้รับการคัดเลือกจากการศึกษาข้อ 2 นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมี ปริมาณกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ เปรียบเทียบกับคุกกี้สูตรควบคุม และศึกษาปริมาณไซยาไนด์ทั้งหมดและคุณค่าทางโภชนาการ

4. การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

4.1 ขนาด ตรวจวัดความกว้างและความหนาของแผ่นลูกประอบแห้งและอัลมอนด์สไลด์ ด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (ยี่ห้อ Mitutoyo รุ่น 530-119 ประเทศญี่ปุ่น) ทำการทดลองตัวอย่างละ 10 ซ้ำ

4.2 ค่าสี ตรวจวัดค่าสีของลูกประอบแห้ง อัลมอนด์สไลด์ และคุกกี้ด้วยเครื่องวัดสี (ยี่ห้อ Hunter lab รุ่น Color Flex EZ45-0 ประเทศสหรัฐอเมริกา) รายงานผลเป็นค่า L* (ค่าความสว่าง มีค่า 0 - 100 โดย 0 คือสีดำ/100 คือสีขาว) a* (- ค่าความเป็นสีเขียว/+ ค่าความเป็นสีแดง) และ b* (- ค่าความเป็นสีน้ำเงิน/+ ค่าความเป็นสีเหลือง) ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

4.3 ลักษณะเนื้อสัมผัส ตรวจวัดค่าความแข็ง (hardness) และค่าการแตกหัก (fracturability) ของคุกกี้ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (ยี่ห้อ Stable Micro Systems รุ่น TA.XT plusC ประเทศอังกฤษ) ตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Ramaroson (2024) เลือกการทดสอบด้วยการกด (compression) โดยใช้วิธีกด 3 จุด (3-point bending test) ด้วยหัวทดสอบ HDP/3PB กำหนดให้ความเร็วระหว่างการทดสอบ (test speed) เท่ากับ 1 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะในการกด 10 มิลลิเมตร ทำการทดลองตัวอย่างละ 5 ซ้ำ

5. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

5.1 ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (water activity; a_w) ตรวจวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตีของลูกประอบแห้ง อัลมอนด์สไลด์ และคุกกี้ด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (ยี่ห้อ Aqualab รุ่น 4TE ประเทศสหรัฐอเมริกา) ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

5.2 องค์ประกอบทางเคมี วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกประอบแห้ง อัลมอนด์สไลด์ และคุกกี้ ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน โปรตีน เยื่อใย ตามวิธีการของ AOAC (2016) และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด ด้วยวิธีการคำนวณตามวิธีการของ Benjakul and Karnjanapratum (2018) ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

5.3 ปริมาณกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า วิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันกลุ่มโอเมก้าในลูกประอบแห้งและคุกกี้ ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี (gas chromatography: GC) ตามวิธีการของ AOAC (2023) ทำการทดลองตัวอย่างละ 2 ซ้ำ

5.4 ปริมาณไซยาไนด์ทั้งหมด วิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์ทั้งหมดในลูกประอบแห้ง อัลมอนด์สไลด์ และคุกกี้ ด้วยวิธี Pyridine Pyrazorone method ตามวิธีการของ O'Brien *et al*. (1991) ทำการทดลองตัวอย่างละ 2 ซ้ำ

5.5 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

5.5.1 การเตรียมสารสกัด

เตรียมสารสกัดจากลูกประอบแห้ง อัลมอนด์สไลด์ และคุกกี้ตามวิธีที่ดัดแปลงจาก Prakash *et al*. (2018) โดยใช้ลูกประอบแห้ง อัลมอนด์สไลด์ หรือคุกกี้บดละเอียด 10 กรัม ต่อเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 โดยปริมาตร 50 มิลลิลิตร สกัดด้วยเครื่องเขย่า (ยี่ห้อ Eppendorf รุ่น Innova2350 ประเทศสหรัฐอเมริกา) ความเร็ว 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง (ยี่ห้อ Hettich รุ่น UNIVERSAL 32R ประเทศเยอรมัน) ด้วยความเร็ว 6000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 นาที กรองสารสกัดผ่านกระดาษกรอง เก็บในขวดสีชา ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส นำไปวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

5.5.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของลูกประอบแห้ง อัลมอนด์สไลด์ และคุกกี้ ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu ตามวิธีของ Zhang *et al*. (2013) โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน ด้วยเครื่อง Spectrophotometer (ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น UV-1800 ประเทศญี่ปุ่น) รายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

5.5.3 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

วิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของลูกประอบแห้ง อัลมอนด์สไลด์ และคุกกี้ โดยวิเคราะห์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH (2,2-Diphenyl-1-picryl-hydrazyl) ตามวิธีของ Zhang *et al*. (2013) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer โดยใช้วิตามินซีเป็นสารมาตรฐาน รายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลวิตามินซีต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง และวิเคราะห์ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริก (Ferric Reducing Antioxidant Power, FRAP) ตามวิธีของ Benzie and Strain (1996) โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน รายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

6. การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของคุกกี้อัลมอนด์ลูกประ

วิเคราะห์ปริมาณสารอาหารสำหรับเป็นข้อมูลโภชนาการของคุกกี้อัลมอนด์ลูกประ ได้แก่ พลังงานทั้งหมด ไขมันทั้งหมด ไขมันอิ่มตัว โคเลสเตอรอล โปรตีน ใยอาหาร คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด น้ำตาล โซเดียม และโพแทสเซียม ตามวิธี AOAC (2023) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

7. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสคุกกี้สูตรต่าง ๆ เปรียบเทียบกับคุกกี้สูตรควบคุม เพื่อคัดเลือกสูตรคุกกี้ที่เหมาะสม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) คะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด และคะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด โดยประเมินปัจจัยคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม กับผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้รับการฝึกฝน (untrained panel) จำนวน 30 คน ที่มีอายุ 18 - 60 ปี มีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีความบกพร่องการรับรู้ด้านสี กลิ่น และรสชาติของอาหาร มีทัศนคติที่ดีต่อการบริโภคผลิตภัณฑ์แปรรูปจากลูกประ และไม่มีประวัติแพ้แป้งสาลีและไข่

8. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของลูกประอบแห้ง อัลมอนด์สไลด์ และผลิตภัณฑ์ วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) สำหรับการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) และ Independent samples t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS for Windows, Version 20 (IBM ประเทศสหรัฐอเมริกา)

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. ผลการศึกษาคุณภาพของลูกประอบแห้ง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของลูกประอบแห้ง (ตารางที่ 2) พบว่าลูกประอบแห้งที่เตรียมได้มีลักษณะเป็นรูปทรงแท่ง และมีสีขาวอมน้ำตาล ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีในลูกประระหว่างขั้นตอนการเตรียมและอบแห้ง ได้แก่ ปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิกที่มีเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase; PPO) เป็นตัวเร่ง และปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) ระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดอะมิโน (มานิสาและคณะ, 2563; ฤทัยภักดิ์และเนาวรัตน์, 2565) โดยเมื่อเปรียบเทียบกับอัลมอนด์สไลด์ที่มีลักษณะเป็นแผ่นบาง

และมีสีขาวอมเหลือง พบว่าลูกประอบแห้งมีขนาดชิ้นที่หนามากกว่า (1.26 เทียบกับ 0.80 มิลลิเมตร) และกว้างน้อยกว่า (กว้าง 5.98 เทียบกับ 12.37 มิลลิเมตร) ($p < 0.05$) ทั้งยังมีสีคล้ำมากกว่า โดยมีค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ต่ำกว่า แต่มีค่าความเป็นสีแดง (a*) สูงกว่า ($p < 0.05$) ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวเป็นผลเนื่องมาจากการมีลักษณะรูปร่างและกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 2 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของลูกประอบแห้งและอัลมอนด์สไลด์ทางการค้า

คุณภาพ	ปริมาณ	
	ลูกประอบแห้ง	อัลมอนด์สไลด์
คุณภาพทางกายภาพ		
1. ค่าสี		
- L*	71.52 ± 0.06^{b}	76.72 ± 0.08^{a}
- a*	2.81 ± 0.10^{a}	2.30 ± 0.01^{b}
- b*	23.98 ± 0.07^{b}	27.53 ± 0.04^{a}
2. ขนาด		
- ความกว้าง (mm)	5.98 ± 0.65^{b}	12.37 ± 0.93^{a}
- ความหนา (mm)	1.26 ± 0.34^{a}	0.80 ± 0.21^{b}
คุณภาพทางทางเคมี		
1. ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (a_w)	0.377 ± 0.002^{b}	0.604 ± 0.004^{a}
2. องค์ประกอบทางเคมี		
- ความชื้น (% fresh weight)	2.31 ± 0.10^{b}	5.15 ± 0.05^{a}
- เถ้า (% dry weight)	1.97 ± 0.02^{b}	3.02 ± 0.03^{a}
- ไขมัน (% dry weight)	33.38 ± 0.42^{a}	20.76 ± 0.95^{b}
- โปรตีน (% dry weight)	13.40 ± 0.25^{b}	25.58 ± 0.45^{a}
- เยื่อใย (% dry weight)	10.79 ± 0.33^{b}	22.02 ± 0.13^{a}
- คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (% dry weight)	51.25 ± 0.25^{a}	50.64 ± 0.35^{a}
3. ปริมาณไซยาไนด์ทั้งหมด (mg/kg dry weight)	29.93 ± 0.50^{a}	1.64 ± 0.25^{b}
4. สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/100 g dry weight)	66.48 ± 0.36^{a}	16.09 ± 0.30^{b}
5. ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ		
- DPPH (mg AA/100 g dry weight)	9.99 ± 0.37^{a}	6.99 ± 0.42^{b}
- FRAP (mg GAE/100 g dry weight)	5.15 ± 0.13^{a}	4.89 ± 0.32^{a}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ด้านคุณภาพทางเคมี พบว่าลูกประอบแห้งมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตีและปริมาณความชื้นต่ำ อันเป็นผลจากการระเหยของน้ำในระหว่างการอบแห้ง และมีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ ไขมัน โปรตีน และเยื่อใย รวมทั้งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของวันดีและอุษา (2562) ที่พบว่า ลูกประอบแห้งมีปริมาณความชื้นต่ำ และมีปริมาณไขมัน โปรตีนและเยื่อใยสูง (ร้อยละ 3.04 49.93 15.17 และ 12.88 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ) รวมถึงรายงานของวราศรีและคณะ (2563) ที่ตรวจพบสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในลูกประ ทั้งนี้ปริมาณขององค์ประกอบดังกล่าวในลูกประอาจแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับแหล่งที่พบ

วิธีการเตรียมตัวอย่าง และการวิเคราะห์ที่ใช้ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับอัลมอนด์สไลด์ทางการค้า พบว่าลูกประอบแห้งมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน และเยื่อใยน้อยกว่า แต่มีปริมาณไขมัน สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่า สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Yildiz and Gocmen (2021) ที่พบว่าแป้งอัลมอนด์มีปริมาณเถ้า โปรตีน และใยอาหารสูง (ร้อยละ 3.54 23.63 และ 9.79 โดยน้ำหนัก) ซึ่งความแตกต่างของค่าคุณภาพดังกล่าวอาจเกิดจากคุณสมบัติของวัตถุดิบและกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งเม็ดมะม่วงหิมพานต์ (Owheruo *et al*., 2024) และถั่วแมกคาเดเมีย (Lamas and Alvarez, 2023) พบว่าลูกประอบแห้งมีปริมาณโปรตีนและเยื่อใยสูงกว่า อีกทั้งยังมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วดำและถั่วเขียว (สกุลกานต์และคณะ, 2560) สำหรับปริมาณไซยาไนด์ทั้งหมดในลูกประอบแห้ง พบว่าสูงกว่าในอัลมอนด์ ซึ่งเมื่อคำนวณปริมาณการบริโภคที่แนะนำต่อวัน (อ้างอิงน้ำหนักตัวเฉลี่ย 60 กิโลกรัม) พบว่าสามารถบริโภคลูกประอบแห้งได้ประมาณ 40 กรัมต่อวัน โดยได้รับไซยาไนด์ 0.019 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งอยู่ภายใต้เกณฑ์ปริมาณไซยาไนด์สูงสุดที่ร่างกายรับได้ต่อวันโดยประมาณ ที่กำหนดโดยคณะผู้เชี่ยวชาญด้านวัตถุเจือปนอาหารขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติและองค์การอนามัยโลก คือ ไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน (FAO and WHO, 2012) ลูกประอบแห้งที่ผลิตได้จึงมีความปลอดภัยต่อการบริโภคภายใต้ปริมาณที่แนะนำ อย่างไรก็ตามการบริโภคในปริมาณมากอาจก่อให้เกิดอาการไม่พึงประสงค์ เช่น อาการเวียนศีรษะ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างบุคคล (Choonhahirun, 2010; Park *et al*., 2024) นอกจากนี้การเตรียมลูกประอบแห้งมีวัตถุประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและปรับปรุงคุณภาพให้เหมาะต่อการนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยกระบวนการผลิต เช่น การอบคุกกี้ อาจส่งผลให้ปริมาณไซยาไนด์ลดลง จึงช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้กับผลิตภัณฑ์ได้ ในด้านองค์ประกอบของกรดไขมัน พบว่าลูกประอบแห้งประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวกลุ่มโอเมก้า ได้แก่ กรดอัลฟาลิโนเลนิก (α-Linolenic acid; โอเมก้า 3) กรดลิโนเลอิก (Linoleic acid; โอเมก้า 6) และกรดโอเลอิก (Oleic acid; โอเมก้า 9) 1.44 6.47 และ 13.67 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้งตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของวราศรีและคณะ (2563) และ Choonhahirun (2010) ที่ตรวจพบกรดไขมันดังกล่าวในลูกประ โดยกรดอัลฟาลิโนเลนิกและกรดลิโนเลอิกเป็นกรดไขมันจำเป็นที่มีบทบาท ในการช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด รวมทั้งช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลและการอักเสบในร่างกาย (ฐารวี, 2566; Rajaram, 2014) เมื่อเปรียบเทียบกับอัลมอนด์ พบว่ามีเพียงกรดลิโนเลอิกเป็นกรดไขมันจำเป็น (Bernoussi *et al*., 2024) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าลูกประเป็นวัตถุดิบท้องถิ่นที่มีศักยภาพเป็นแหล่งของกรดไขมันจำเป็นที่ดี

2. ผลการศึกษาอัตราส่วนของลูกประอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตคุกกี้

การศึกษาอัตราส่วนของลูกประอบแห้งที่ใช้ทดแทนอัลมอนด์ในการผลิตคุกกี้ที่ระดับ 25:75 50:50 และ 75:25 ได้คุกกี้ที่มีคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส ดังนี้

2.1 คุณภาพทางกายภาพและเคมี

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่มีอัตราส่วนของลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์สไลด์ที่ระดับต่าง ๆ (รูปที่ 2 และ ตารางที่ 3) พบว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้ทุกสูตรมีลักษณะปรากฏที่ใกล้เคียงกัน คือ มีลักษณะเป็นแผ่นกลมบาง สีเหลืองอมน้ำตาล ผิวหน้าแห้งและไม่เรียบ เมื่อวัดค่าสี พบว่าการทดแทนอัลมอนด์ด้วยลูกประอบแห้งส่งผลให้คุกกี้มีค่าความสว่าง (L*) ลดลง มีค่าความเป็นสีแดง (a*) และสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม ($p < 0.05$) และจะมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าสีเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของลูกประอบแห้งที่เพิ่มขึ้น โดยคุกกี้สูตรที่มีอัตราส่วนระหว่างลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์ 75:25 มีค่าความสว่าง (L*) ต่ำที่สุด และมีค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) สูงสุด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่าสีดังกล่าวเป็นผลเนื่องมาจากสีเริ่มต้นและปริมาณของลูกประอบแห้งที่ใช้ รวมถึงการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล ซึ่งได้แก่ ปฏิกิริยาเมลลาร์ด และปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชันจากองค์ประกอบของคุกกี้ที่เกิดขึ้นในระหว่างการอบ จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มเพิ่มขึ้น (สุดาทิพย์และคณะ, 2561) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Owheruo *et al*. (2024)

ที่พบว่าการใช้แป้งเม็ดมะม่วงหิมพานต์ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ ส่งผลให้คุกกี้ที่ได้มีสีเข้มเพิ่มขึ้น โดยมีค่าความสว่าง (L*) ลดลง มีค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น ตามระดับการทดแทนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีดังกล่าวเป็นผลเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดในระหว่างการอบ และจากสีของแป้งที่นำมาใช้ ด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ พบว่าการทดแทนอัลมอนด์ด้วยลูกประอบแห้งส่งผลให้คุกกี้มีค่าความแข็งและค่าการแตกหักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม ($p < 0.05$) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของลูกประอบแห้งที่เพิ่มขึ้น โดยคุกกี้สูตรควบคุมมีค่าความแข็งและค่าการแตกหักต่ำที่สุด ขณะที่คุกกี้สูตรที่มีอัตราส่วนของลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์สไลด์ 75:25 มีค่าสูงสุด โดยค่าความแข็ง หมายถึง แรงสูงสุดที่ทำให้อาหารเกิดการแตกหัก แสดงถึงแรงที่ใช้ในการบดเคี้ยวอาหารด้วยฟันกราม ส่วนค่าการแตกหัก หมายถึง แรงที่ทำให้โครงสร้างภายในของอาหารเสียหายและเริ่มแตกออก แสดงถึงความสามารถของอาหารในการแตกออกเป็นชิ้นเมื่อถูกกัด (กรวิทย์และโชษณะ, 2567; Indrianingsih *et al*., 2025) ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของค่าความแข็งและค่าการแตกหักของคุกกี้เมื่อสัดส่วนของลูกประเพิ่มขึ้น เป็นผลเนื่องมาจากลักษณะทางกายภาพของลูกประอบแห้งที่เป็นรูปทรงแท่ง มีความหนาและแข็ง รวมทั้งมีปริมาณความชื้นต่ำกว่าอัลมอนด์สไลด์ที่มีลักษณะเป็นแผ่นบาง (ลูกประอบแห้งหนา 1.26 มิลลิเมตร ความชื้นร้อยละ 2.31; อัลมอนด์สไลด์หนา 0.80 มิลลิเมตร ความชื้นร้อยละ 5.15) การใช้ลูกประเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้โครงสร้างโดยรวมของผลิตภัณฑ์มีความแน่นและต้านทานต่อแรงมากขึ้น ผลดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Vickers *et al*. (2014) ที่พบว่ารูปทรงและปริมาณความชื้นมีอิทธิพลต่อเนื้อสัมผัสของอัลมอนด์ โดยอัลมอนด์สไลด์มีความแข็งและการยืดเกาะต่ำกว่า แต่มีความกรอบแตกมากกว่าเมื่อเทียบกับอัลมอนด์ชนิดแท่ง ขณะที่ความชื้นที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความแข็งและความกรอบของอัลมอนด์ลดลง นอกจากนี้ Korese *et al*. (2021) พบว่าการเพิ่มปริมาณความชื้นในคุกกี้ส่งผลให้ค่าความแข็งและค่าการแตกหักของผลิตภัณฑ์ลดลง



รูปที่ 2 ผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรควบคุมและคุกกี้ที่มีอัตราส่วนของลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์สไลด์ที่ระดับต่าง ๆ

ด้านคุณภาพทางเคมี (ตารางที่ 3) พบว่าให้ผลที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ โดยคุกกี้ที่มีการใช้ลูกประอบแห้งทดแทนอัลมอนด์มีค่าวอเตอร์แอคทิวิตีและปริมาณความชื้นต่ำกว่าคุกกี้สูตรควบคุม ($p < 0.05$) และมีแนวโน้มลดลงตามระดับการทดแทนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการลดลงของค่าวอเตอร์แอคทิวิตีและปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์เป็นผลเนื่องมาจากการมีปริมาณความชื้นและเยื่อใยที่ต่ำกว่าของลูกประอบแห้งเมื่อเทียบกับอัลมอนด์สไลด์ ดังนั้นเมื่อสัดส่วนของลูกประในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ส่วนผสมมีปริมาณความชื้น เยื่อใย และความสามารถในการดูดซับน้ำลดลง ค่าวอเตอร์แอคติวิตีและปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีแนวโน้มลดลงตามระดับการทดแทนที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ของปริมาณความชื้นในคุกกี้สูตรควบคุมและสูตรที่มีอัตราส่วนของลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์ 25:75 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเป็นการทดแทนในปริมาณน้อย จึงส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในระดับต่ำ โดยนอกจากปริมาณความชื้นและเยื่อใยของวัตถุดิบที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของคุกกี้แล้ว การระเหยน้ำในระหว่างการอบคุกกี้ (นรินทร์และคณะ, 2563) ก็ส่งผลให้ความชื้นของคุกกี้ลดลงได้เช่นกัน ซึ่งคุกกี้แต่ละสูตรจะควบคุมปริมาณ อุณหภูมิและระยะเวลาในการอบให้เท่ากัน จึงอาจส่งผลให้คุกกี้สูตรที่มีระดับการทดแทนแตกต่างกันไม่มากมีค่าวอเตอร์แอคติวิตีและปริมาณความชื้นที่ใกล้เคียงกัน คือ อยู่ในช่วง 0.224 - 0.252 และร้อยละ 1.62 - 1.77 โดยน้ำหนัก

ผลการศึกษาที่ได้สอดคล้องกับผลการศึกษาของวนิดาและคณะ (2566) ที่พบว่าการทดแทนอัลมอนด์ป่นด้วยกากถั่วดาวอินคาในฝามาการองในปริมาณเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นลดลง อันเป็นผลเนื่องมาจากการมีความชื้นที่น้อยกว่าของกากถั่วดาวอินคาเมื่อเทียบกับอัลมอนด์ป่น ขณะที่ Pop *et al*. (2020) พบว่าการใช้กากวอลนัททดแทนแป้งอัลมอนด์ในมากากรอง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณเยื่อใยเพิ่มขึ้น และสามารถดูดซับน้ำในระหว่างการผสมได้มากขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นเพิ่มขึ้นตามระดับการทดแทนที่มากขึ้น

ตารางที่ 3 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของคุกกี้สูตรควบคุมและคุกกี้ที่มีอัตราส่วนของลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์สไลด์ที่ระดับต่าง ๆ

คุณภาพ	สูตรควบคุม	อัตราส่วนร้อยละของลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์สไลด์		
		สูตรที่ 1 (25:75)	สูตรที่ 2 (50:50)	สูตรที่ 3 (75:25)
คุณภาพทางกายภาพ				
1. ค่าสี				
- L*	61.95 ± 0.13^{a}	61.18 ± 0.28^{b}	60.80 ± 0.12^{c}	60.29 ± 0.04^{d}
- a*	12.95 ± 0.07^{c}	14.27 ± 0.06^{b}	14.32 ± 0.03^{b}	14.68±0.04^{a}
- b*	33.32 ± 0.06^{d}	34.20 ± 0.02^{c}	34.58 ± 0.02^{b}	35.52±0.13^{a}
2. ลักษณะเนื้อสัมผัส				
- ค่าความแข็ง (g)	753.30 ± 63.26^{c}	877.37 ± 46.02^{b}	898.75 ± 55.11^{b}	1103.94 ± 36.13^{a}
- ค่าการแตกหัก (g)	236.68 ± 42.84^{c}	331.33 ± 64.09^{b}	335.24 ± 41.42^{b}	638.73 ± 29.27^{a}
คุณภาพทางทางเคมี				
1. ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (a_w)	0.273 ± 0.004^{a}	0.252 ± 0.009^{b}	0.229 ± 0.007^{c}	0.224 ± 0.005^{c}
2. องค์ประกอบทางเคมี				
- ความชื้น (% fresh weight)	1.84 ± 0.05^{a}	1.77 ± 0.08^{ab}	1.66 ± 0.08^{b}	1.62 ± 0.10^{b}
- ไขมัน (% dry weight)	30.24 ± 0.68^{a}	30.37 ± 0.91^{a}	30.51 ± 0.82^{a}	30.66 ± 0.28^{a}
- โปรตีน (% dry weight)	16.45 ± 0.24^{a}	15.23 ± 0.24^{b}	13.68 ± 0.29^{c}	12.25 ± 0.15^{d}
- เยื่อใย (% dry weight)	7.85 ± 0.25^{a}	7.26 ± 0.49^{b}	5.04 ± 0.08^{c}	4.33 ± 0.19^{d}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ด้านปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ พบว่าการใช้ลูกประอบแห้งทดแทนอัลมอนด์ในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณไขมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคุกกี้มีส่วนผสมอื่นที่เป็นแหล่งไขมันหลัก เช่น เนยและมะพร้าวอบแห้ง ซึ่งมีอิทธิพลต่อปริมาณไขมันรวมของผลิตภัณฑ์มากกว่า จึงลดผลของการเปลี่ยนแปลงไขมันจากการทดแทนวัตถุดิบบางส่วน ส่งผลให้ปริมาณไขมันรวมในผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้แม้ว่าการให้ความร้อนระหว่างการอบอาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของไขมันได้ในระดับหนึ่ง แต่ไม่ใช่ปัจจัยหลักที่มีผลต่อปริมาณไขมันรวมของผลิตภัณฑ์ ซึ่ง Alfeo *et al*. (2020) ศึกษาการอบผลิตภัณฑ์จากธัญพืชงอกที่มีลักษณะคล้ายขนมปังด้วยอุณหภูมิที่ต่างกัน (100 และ 150 องศาเซลเซียส) พบว่าให้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมันไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบในสูตรเป็นสำคัญ ส่วนปริมาณโปรตีนและเยื่อใย พบว่า คุกกี้ที่มีการใช้ลูกประอบแห้งมีปริมาณโปรตีนและเยื่อใยน้อยกว่าเมื่อเทียบกับสูตรควบคุม และจะมีค่าลดลงตามสัดส่วนการใช้ลูกประอบแห้งที่เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) โดยคุกกี้สูตรควบคุมมีปริมาณโปรตีนและเยื่อใยสูงสุด ขณะที่คุกกี้สูตรที่มีอัตราส่วนลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์

สไลด์ 75:25 มีปริมาณโปรตีนและเยื่อใยต่ำสุด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นผลเนื่องมาจากความแตกต่างขององค์ประกอบหลักของวัตถุดิบ โดยลูกประอบแห้งมีปริมาณโปรตีนและเยื่อใยน้อยกว่าอัลมอนด์สไลด์ เมื่อนำมาใช้ทดแทนในผลิตภัณฑ์ในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณโปรตีนและเยื่อใยลดลง ผลการศึกษาที่ได้สอดคล้องกับ ผลการศึกษาของ Yildiz and Gocmen (2021) ที่พบว่าการใช้แป้งอัลมอนด์ทดแทนแป้งข้าวในคุกกี้ปราศจากกลูเตน สามารถช่วยเพิ่มปริมาณโปรตีนและใยอาหารในผลิตภัณฑ์ได้ โดยคุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งข้าวด้วยแป้งอัลมอนด์ที่ระดับร้อยละ 30 มีปริมาณโปรตีนและใยอาหารเพิ่มขึ้น 1.66 และ 1.75 เท่า เมื่อเทียบกับคุกกี้สูตรควบคุม แสดงให้เห็นว่าอัลมอนด์เป็นแหล่งของโปรตีนและใยอาหารที่ดี

2.2 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของคุกกี้สูตรควบคุมและสูตรที่ใช้ลูกประอบแห้งทดแทนอัลมอนด์ที่ระดับต่าง ๆ (ตารางที่ 4) พบว่าคุกกี้ทุกสูตรมีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) มีเพียงคะแนนความชอบโดยรวมที่มีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้สูตรควบคุมและคุกกี้ที่มีอัตราส่วนของลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์สไลด์ที่ระดับต่าง ๆ

คุณลักษณะ	สูตรควบคุม	อัตราส่วนร้อยละของลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์สไลด์		
		สูตรที่ 1 (25:75)	สูตรที่ 2 (50:50)	สูตรที่ 3 (75:25)
ลักษณะปรากฏ	7.65 ± 0.68^{a}	7.50 ± 0.90^{a}	7.55 ± 0.91^{a}	7.63 ± 0.85^{a}
สี	7.47 ± 0.85^{a}	7.35 ± 0.93^{a}	7.37 ± 0.96^{a}	7.50 ± 0.76^{a}
กลิ่น	7.40 ± 0.82^{a}	7.35 ± 0.81^{a}	7.17 ± 0.93^{a}	6.90 ± 0.79^{a}
รสชาติ	7.70 ± 0.66^{a}	7.75 ± 0.97^{a}	7.40 ± 0.67^{a}	7.30 ± 0.79^{a}
เนื้อสัมผัส	7.65 ± 0.67^{a}	7.77 ± 0.89^{a}	7.67 ± 0.73^{a}	7.57 ± 0.88^{a}
ความชอบรวม	7.65 ± 0.87^{a}	7.72 ± 0.85^{a}	7.50 ± 0.88^{ab}	7.00 ± 0.92^{b}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อพิจารณาแนวโน้มคะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะ พบว่าคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและสีของคุกกี้มีค่าใกล้เคียงกัน อาจเป็นเพราะสีของผลิตภัณฑ์ยังคงอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ แม้จะมีแนวโน้มความเข้มเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของลูกประอบแห้งที่เพิ่มขึ้น (ค่าความสว่าง (L*) ลดลง) ขณะที่คะแนนความชอบด้านกลิ่นมีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับการใช้ลูกประอบแห้งเพิ่มขึ้น อันเป็นผลเนื่องมาจากกลิ่นเฉพาะของลูกประอบแห้ง การนำมาใช้ในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นจึงส่งผลต่อการยอมรับของผู้ทดสอบ สำหรับคะแนนความชอบด้านรสชาติและเนื้อสัมผัส พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระดับการทดแทนอัลมอนด์ด้วยลูกประอบแห้งเป็น 25:75 และลดลงเมื่อระดับการทดแทนเพิ่มขึ้นเป็น 50:50 และ 75:25 ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะลูกประอบแห้งมีรสชาติเฉพาะตัวและมีเนื้อสัมผัสที่แห้งและแข็ง การนำมาใช้ในระดับที่เหมาะสมจึงช่วยเพิ่มความเข้มข้นของรสชาติและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ให้กรอบแข็งมากขึ้น สอดคล้องกับลักษณะเนื้อสัมผัสของคุกกี้ที่พบว่ามีค่าความแข็งและค่าการแตกหักเพิ่มขึ้นตามระดับการทดแทนที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้แนวโน้มคะแนนความชอบคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ข้างต้น ส่งผลให้คะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงเมื่อสัดส่วนของลูกประอบแห้งเพิ่มขึ้น โดยผลิตภัณฑ์สูตรควบคุมและสูตรที่มีอัตราส่วนลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์ 25:75 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด ขณะที่สูตรที่มีอัตราส่วนของลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์ 75:25 มีคะแนนความชอบโดยรวมต่ำสุด ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของคะแนนความชอบโดยรวมระหว่างคุกกี้สูตรควบคุมกับสูตรที่มีอัตราส่วนลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์ 25:75 และ 50:50 ($p > 0.05$)

แสดงให้เห็นว่าการใช้ลูกประอบแห้งในระดับที่เหมาะสมสามารถช่วยเพิ่มคุณลักษณะที่ดีให้กับผลิตภัณฑ์ โดยยังคงได้รับการยอมรับใกล้เคียงกับสูตรควบคุม ผลดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาของวนิดาและคณะ (2566) และวราภรณ์และวันดี (2562) ที่พบว่าการทดแทนอัลมอนด์ด้วยวัตถุดิบทางเลือก (กากถั่วดาวอินคาและผงประ) ในมาการองที่ระดับปานกลาง (ร้อยละ 40 - 60) สามารถช่วยเพิ่มการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ได้ ขณะที่การทดแทนในระดับสูงส่งผลให้คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ลดลง อันเป็นผลเนื่องมาจากกลิ่นเฉพาะของวัตถุดิบที่เกิดจากการออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว จากผลการศึกษาข้างต้น การพิจารณาเลือกสัดส่วนที่เหมาะสมของลูกประอบแห้งในการผลิตคุกกี้นั้น พิจารณาจากคุณภาพของผลิตภัณฑ์และการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบ ซึ่งอัตราส่วนของลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์ที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ คือ 50:50 เนื่องจากให้คุกกี้ที่มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับที่ยอมรับได้และมีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ทั้งยังช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการจากการเป็นแหล่งของกรดไขมันจำเป็นได้

3. ผลการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้อัลมอนด์ลูกประ

คุกกี้อัลมอนด์ลูกประที่มีอัตราส่วนระหว่างลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์สไลด์ 50:50 เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีเปรียบเทียบกับคุกกี้สูตรควบคุม (ตารางที่ 5) พบว่า มีปริมาณความชื้น ไขมัน ใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่มีปริมาณเถ้าและโปรตีนต่ำกว่าคุกกี้สูตรควบคุม ($p < 0.05$) ซึ่งเป็นผลจากการที่ลูกประอบแห้งมีปริมาณเถ้าและโปรตีนต่ำกว่าอัลมอนด์ เมื่อนำมาใช้ทดแทนในสัดส่วนที่เท่ากันจึงส่งผลให้ปริมาณองค์ประกอบดังกล่าวลดลง สอดคล้องกับผลการศึกษาของกรวิทย์และโชษณะ (2567) ที่พบว่าการใช้กากมะพร้าวทดแทนอัลมอนด์ป่นในมาการอง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณโปรตีนและเถ้าลดลง เนื่องจากการมีปริมาณโปรตีนและเถ้าที่ต่ำกว่าของกากมะพร้าวเมื่อเทียบกับอัลมอนด์ป่น ด้านองค์ประกอบของกรดไขมัน พบว่าคุกกี้อัลมอนด์ลูกประพบกรดไขมันจำเป็น คือ กรดอัลฟาลิโนเลนิก (โอเมก้า 3) ซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (polyunsaturated fatty acids ; PUFA) ที่ไม่พบในคุกกี้สูตรควบคุม มีบทบาทในการช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (Wang *et al*., 2025) และมีสัดส่วนของกรดไขมัน โอเมก้า 6 ต่อกรดไขมันโอเมก้า 3 เท่ากับ 4.5:1 ซึ่งสอดคล้องกับคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization; WHO) ที่กำหนดสัดส่วนที่เหมาะสมในช่วง 4 - 10:1 โดยการบริโภคกรดไขมันในสัดส่วนดังกล่าวสามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ความดันโลหิตสูง ลดการอักเสบ และช่วยปรับปรุงการทำงานของสมอง อารมณ์และการมองเห็นได้ (Mostafa *et al*., 2013) นอกจากนี้คุกกี้ที่พัฒนาได้ยังมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริก (FRAP) สูงกว่าคุกกี้สูตรควบคุม 1.17 1.38 และ 1.32 เท่า ตามลำดับ ($p < 0.05$) ซึ่งเป็นผลจากการใช้ลูกประอบแห้งที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าอัลมอนด์สไลด์ โดยสารต้านอนุมูลอิสระมีฤทธิ์ในการยับยั้งหรือชะลอกระบวนการออกซิเดชัน จึงมีบทบาทสำคัญในการป้องกันการเกิดโรคเรื้อรัง เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด เบาหวาน โรคอ้วน และมะเร็งได้ (Chiedu *et al*., 2025) สอดคล้องกับผลการศึกษาของจุรีภรณ์และคณะ (2566) และ Choonhahirun (2010) ที่พบว่า เมล็ดประเป็นแหล่งของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่สำคัญ ได้แก่ กรดโอเลอิก กรดลิโนเลอิกและกรดอัลฟาลิโนเลนิก โดยเฉพาะกรดอัลฟาลิโนเลนิก (โอเมก้า 3) ที่พบในปริมาณมากกว่าถั่วเปลือกแข็งบางชนิด เช่น เฮเซลนัท แมคคาเดเมีย รวมถึงอัลมอนด์ที่ไม่พบกรดไขมันชนิดดังกล่าว และผลการศึกษาของ Pop *et al*. (2020) ที่พบว่าการใช้กากวอลนัททดแทนแป้งอัลมอนด์ในผลิตภัณฑ์มาการอง สามารถช่วยเพิ่มปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สมบัติการต้านอนุมูลอิสระและกรดไขมันจำเป็น (กรดโอเลอิกและกรดอัลฟาลิโนเลนิก) ในมาการอง อันเป็นผลเนื่องมาจากคุณสมบัติการเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระและกรดไขมันของกากวอลนัท อย่างไรก็ตามแม้ว่าคุกกี้ที่พัฒนาขึ้นจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในระดับปานกลาง แต่ปริมาณดังกล่าวยังคงให้ประโยชน์ต่อสุขภาพและอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับคุกกี้จากการศึกษาอื่น โดยเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากอัลมอนด์และแป้งข้าว ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดอยู่ในช่วง 37.30 - 86.16 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมตัวอย่าง (Pineli *et al*., 2015; Yildiz and

Gocmen, 2021) พบว่า คุกกี้อัลมอนด์ลูกประมีค่าอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ปัจจัยด้านการผลิต โดยเฉพาะอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอบ เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกในผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 5 คุณภาพทางเคมีของคุกกี้สูตรควบคุมและคุกกี้อัลมอนด์ลูกประที่อัตราส่วนลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์สไลด์ 50:50

คุณภาพทางเคมี	ปริมาณ	
	คุกกี้สูตรควบคุม	คุกกี้อัลมอนด์ลูกประ
1. องค์ประกอบทางเคมี		
- ความชื้น (% fresh weight)	1.63 ± 0.03[a]	1.60 ± 0.02[a]
- เถ้า (% dry weight)	2.16 ± 0.01[a]	2.02 ± 0.02[b]
- ไขมัน (% dry weight)	30.39 ± 0.30[a]	30.66 ± 0.55[a]
- โปรตีน (% dry weight)	15.50 ± 0.49[a]	12.90 ± 0.40[b]
- ใยอาหาร (% dry weight)	6.72 ± 0.47[a]	5.82 ± 0.19[a]
- คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (% dry weight)	51.95 ± 0.80[a]	54.42 ± 0.34[a]
2. องค์ประกอบของกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า (g/100 g dry weight)		
- α-Linolenic acid (omega 3)	Not Detected	1.24 ± 0.01
- Linoleic acid (omega 6)	5.40 ± 0.02[a]	5.59 ± 0.04[a]
- Oleic acid (omega 9)	15.01 ± 0.04[a]	11.75 ± 0.09[b]
3. สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/100 g dry weight)	33.55 ± 0.89[b]	39.54 ± 0.83[a]
4. ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ		
- DPPH (mg AA/100 g dry weight)	17.48 ± 0.64[b]	24.20 ± 0.59[a]
- FRAP (mg GAE/100 g dry weight)	6.06 ± 0.08[b]	8.02 ± 0.46[a]

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อพิจารณาปริมาณไซยาไนด์ทั้งหมดและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ พบว่า มีปริมาณไซยาไนด์คงเหลือ 4.76 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง โดยผลิตภัณฑ์หนึ่งหน่วยบริโภค (33 กรัมต่อ 3 ชิ้น) ให้พลังงาน 160 กิโลแคลอรี (คิดเป็นร้อยละ 8 ของพลังงานที่แนะนำต่อวัน) ประกอบด้วยไขมันทั้งหมด 8 กรัม ไขมันอิ่มตัว 5 กรัม โคเลสเตอรอล 5 มิลลิกรัม โปรตีน 4 กรัม ใยอาหาร 2 กรัม คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 20 กรัม น้ำตาล 6 กรัม และมีโซเดียมและโพแทสเซียม 60 และ 95 มิลลิกรัม ตามลำดับ ทั้งนี้การบริโภคในปริมาณดังกล่าวทำให้ผู้บริโภคได้รับกรดไขมันโอเมก้า 3 ประมาณ 0.40 กรัม และได้รับปริมาณไซยาไนด์ 0.0026 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งต่ำกว่าค่าปริมาณไซยาไนด์สูงสุดที่ร่างกายรับได้ต่อวัน ที่กำหนดโดยคณะผู้เชี่ยวชาญด้านวัตถุเจือปนอาหารขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติและองค์การอนามัยโลก (ไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน) (FAO and WHO, 2012) แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยต่อการบริโภค เมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการกับผลิตภัณฑ์คุกกี้เพื่อสุขภาพจากแป้งบักวีทและควินัว (ปัทมาภรณ์และคณะ, 2566) พบว่า คุกกี้อัลมอนด์ลูกประให้พลังงาน โปรตีน และใยอาหารในปริมาณที่มากกว่า ขณะที่เมื่อเปรียบเทียบกับคุกกี้ปราศจากกลูเตนจากจากไข่ขาวและแป้งอัลมอนด์ (Granato and Ellenderson, 2009) พบว่าคุกกี้ที่พัฒนาได้ให้พลังงานต่ำกว่า แต่มีปริมาณโปรตีนสูงกว่า ดังนั้นคุกกี้อัลมอนด์ลูกประจึงเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกหนึ่งที่ให้ประโยชน์กับผู้บริโภคจากการเป็นแหล่งของโปรตีน ใยอาหาร กรดไขมันจำเป็นและสารต้านอนุมูลอิสระ อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ยังคงให้พลังงาน รวมทั้งมีปริมาณไขมันและน้ำตาลค่อนข้างสูง การบริโภคจึงควรเป็นไปตามปริมาณที่แนะนำเพื่อให้สอดคล้องกับค่าอ้างอิงปริมาณสารอาหารที่ควรได้รับต่อวันสำหรับคนไทย (Thai Recommended Daily Intake; Thai DRI)

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้โดยใช้ลูกประอบแห้งทดแทนอัลมอนด์ พบว่าการเพิ่มสัดส่วนการทดแทนส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและเคมีอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยทำให้คุกกี้มีสีเข้มขึ้นและมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณความชื้น โปรตีน และเยื่อใยมีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตามการใช้ลูกประอบแห้งต่ออัลมอนด์สไลด์ในอัตราส่วน 50:50 เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพโดยรวมและการยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม โดยผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่พัฒนาได้มีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับคุกกี้สูตรควบคุม แต่มีจุดเด่นในด้านการเป็นแหล่งของกรดไขมันจำเป็น โดยเฉพาะกรดอัลฟาลิโนเลนิก (โอเมก้า 3) และมีสัดส่วนกรดไขมันโอเมก้า 6 ต่อโอเมก้า 3 ที่เหมาะสมตามข้อแนะนำด้านโภชนาการ นอกจากนี้ยังพบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่เพิ่มขึ้น โดยผลิตภัณฑ์ 1 หน่วยบริโภค (33 กรัม) ให้พลังงาน 160 กิโลแคลอรี กรดไขมันโอเมก้า 3 ปริมาณ 0.40 กรัม และปริมาณไซยาไนด์ 0.0026 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภค ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าลูกประเป็นวัตถุดิบท้องถิ่นที่สามารถใช้ทดแทนอัลมอนด์ได้ และมีศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) สำหรับทุนอุดหนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ โดยโครงการวิจัยนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เลขที่ WUEC-24-342-01

เอกสารอ้างอิง

กรวิทย์ สักแกแก้ว และโชษณ ศรีเกตุ. (2567). การพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากกากมะพร้าวเหลือใช้. วารสารเกษตรพระวรุณ 21(1): 136 - 145. doi: 10.14456/paj.2024.15.

จุรีภรณ์ นวนมุสิก, ปุญญาเพชร เดชเพชรธรักษ์, จตุพร คงทอง, สิริกุล เพชรหวล และสุภาวิณี ยอดพิจิตร. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากเมล็ดประ. วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 42(2): 80 - 93. doi: 10.65217/wichchajnstru.2023.v42i2.258390.

ฐานเศรษฐกิจ. (2568). Best Foods Good Choice 2025 เปิดเทรนด์เบเกอรี่ไทย ชี้โอกาสธุรกิจ. แหล่งข้อมูล: https://www.thansettakij.com/business/marketing/621464. ค้นเมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2569.

ฐารวี วชิราตรียากุล. (2566). การสกัดน้ำมันโอเมก้า 3 และ 6 สูง ด้วยเทคนิคความดันสูงและการพัฒนาแป้งโปรตีนสูงจากถั่วดาวอินคา (*Plukenetia volubilis).* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. 56 หน้า.

ดลฤดี พิชัยรัตน์ และนพรัตน์ มะเห. (2568). ผลของสภาวะการต้มและการทำแห้งต่อคุณภาพของลูกประ. Recent Science and Technology 17(3): 261507.

นรินทร์ เจริญพันธ์, จิราณีย์ พันมูล และสุธิษา เละเซ็น. (2563). การพัฒนาคุกกี้หน่อกะลา (*Alpinia nigra* Burrt) ปราศจากกลูเตน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 28(4): 642 - 655.

นฤมล มีบุญ, วันดี แก้วสุวรรณ, อุษา นุ้ยจันทร์, ฐิรารัตน์ แก้วจำนง และจีราภรณ์ สังข์ผุด. (2563). การพัฒนากระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลูกประ กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ลูกประดองและลูกประทอด. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. นครศรีธรรมราช.

ปริญญา หม่อมพิบูลย์, วันดี แก้วสุวรรณ, อนุรักษ์ ตรีเพ็ชร และธราดล วัฒนนาวิน. (2561). แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเมล็ดประในเชิงพาณิชย์. วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 37: 114 - 128.

ปัทมาภรณ์ เจริญนนท์, จุฑาวรรณ นวลจันทร์คง, กุสุมาศ ตันไชย และศกุนตาล์ มานะกล้า. (2566). คุณสมบัติทางเคมีกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์คุกกี้โดยใช้แป้งบีกวีทและแป้งควินัว. วารสารวัฒนธรรมอาหารไทย 5(2): 38 - 50.

มานิสา ศรียังเล็ก, ทวีศักดิ์ เตชะเกรียงไกร และน้องนุช ศิริวงศ์. (2563). การเตรียมและการใช้กากเมล็ดอัลมอนด์อบแห้งเพื่อทดแทนอัลมอนด์ป่นในผลิตภัณฑ์มาการอง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 28(9): 1572 - 1584. doi: 10.14456/tstj.2020.125.

รวิพร พลพืช. (2567). เปิดเทรนด์เบเกอรี่ต้อนรับปี 2024: วัตถุดิบทางเลือกเพื่อรสชาติและสุขภาพที่ดีกว่า. Food Focus Thailand 19(216): 72 - 77.

วนิดา บุรีภักดี, ธันยพร บุญศิริ, นรินทร์ภพ ช่วยการ และศิริวัลย์ พฤฒิวิลัย. (2566). ผลของการใช้กากถั่วดาวอินคาทดแทนถั่วอัลมอนด์ป่นต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ฝามาการอง. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 17(1): 1 - 13. doi: 10.14456/jrmutp.2023.1.

วราภรณ์ สงศรีอินทร์ และวันดี แก้วสุวรรณ. (2562). ผลการใช้ผงประทดแทนผงอัลมอนด์ในมาการอง. ใน: การประชุมสวนสุนันทาวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2 “วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน”. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, กรุงเทพฯ. 7-161 – 7-168.

วราศรี แสงกระจ่าง, จุรีภรณ์ นวนมุสิก, จันทิรา วงศ์วิเชียร และพวงเพ็ญ บุญปก. (2563). องค์ประกอบทางโภชนาการและการจัดการวัตถุดิบต้นน้ำของเมล็ดประสดให้เหมาะสมต่อการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารมูลค่าเพิ่มในพื้นที่อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. นครศรีธรรมราช: 40 หน้า

วัฒนณรงค์ มากพันธ์. (2561). การสำรวจปริมาณและประเมินคุณค่าของลูกประชุมชนบ้านถ้ำพระพุทธ ชุมชนรอยต่อระหว่างจังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดตรัง. วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 46(2): 317 - 323.

วันดี แก้วสุวรรณ และอุษา นุ้ยจันทร์. (2562). ผลของระยะเวลาการลวกต่อคุณลักษณะของเมล็ดประหลังอบ. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติ “พะเยาวิจัย”ครั้งที่ 8. มหาวิทยาลัยพะเยา, พะเยา. 1117 - 1125.

สกุลกานต์ สิมลา, สุรศักดิ์ บุญแต่ง และสรพงค์ เบญจศรี. (2560). ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ในเมล็ดพืช เมล็ดพืชงอก และเมล็ดพืชงอกอบแห้ง. แก่นเกษตร 45(ฉบับพิเศษ 1): 1259 - 1264.

สุดาทิพย์ อินทร์ชื่น, ธนิสร นราธิปกร และศิริพร เขียวเรือง. (2561). ผลของการเติมผงใบกะเพราต่อคุณสมบัติของแป้งสาลีและคุณภาพของคุกกี้. วารสารแก่นเกษตร 46 (ฉบับพิเศษ 1): 1387 - 1394.

ฤทัยภักดิ์ ชาญศรี และเนาวรัตน์ กองคำ. (2565). การยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลด้วยสารสกัดรำข้าวหอมมะลิสุรินทร์ (กข 15) ในผลมะเขือยาวสไลด์สด. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ 8(1): 41 - 55.

Alfeo, V., Bravi, E., Ceccaroni, D., Sileoni, V., Perretti, G. and Marconi, O. (2020). Effect of Baking Time and Temperature on Nutrients and Phenolic Compounds Content of Fresh Sprouts Breadlike Product. Foods 9: 1447. doi:10.3390/foods9101447.

AOAC. (2016). Official Methods of Analysis of AOAC International. 20th Edition. USA: Association of Official Analysis Chemists. Washington DC.

Babiker, E.E., Ozcan, M.M., Ghafoor, K., Juhaimi, F.A., Ahmed, I.A.M. and Almusallam, I.A. (2021). Bioactive compounds, nutritional and sensory properties of cookies prepared with wheat and tigernut flour. Food Chemistry 349: 129155.

Benjakul, S. and Karnjanapratum, S. (2018). Characteristics and nutritional value of whole wheat cracker fortified with tuna bone bio-calcium powder. Food Chemistry 259: 181 - 187. doi: 10.1016/j.food chem.2018.03.124.

Benzie, I.F.F. and Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of Antioxidant Power: The Frap Assay. Analytical Biochemistry 239(1): 70 - 76.

Bernoussi, S.E., Boujemaa, I., Guezzane, C.E., Idrissi, Z.L.E., Santanatoglia, A., Caprioli, G., Bouyahya, A., Ullah, R., Iqbal, Z., Lee, L.N., Harhar, H. and Tabyaoui, M. (2024). Effect of storage conditions on physico - chemical characteristics and antioxidants activity of sweet and bitter almond nuts and seeds of aknoul. Food Bioscience 60: 104488. doi: 10.1016/j.fbio.2024.104488.

Charoensuk, A., Jaroensutasinee, M. and Jaroensutasinee, K. (2018). Seed Production and Seedling Establishment of Parah Trees (*Elateriospermum tapos,* Euphorbiaceae) in Khao Nan National Park, Thailand. Walailak Journal of Science and Technology 15(3): 213 - 223.

Chiedu, U.C., Abiodun, M.S. and Steve, I.O. (2025). Enhancing blood glucose regulation and antioxidant activity in high-protein, high-fiber composite cookies: A study of whole-wheat, sweet potato, peanut, and rice bran incorporation. Food Chemistry Advances 6: 100876. doi: 10.1016/j.focha.2024. 100876.

Choonhahirun, A. (2010). Proximate composition and functional properties of pra (*Elateriospermum tapos* Blume) seed flour. African Journal of Biotechnology 9(36): 5946 - 5949.

FAO and WHO. (2012). Safety evaluation of certain food additives and contaminants: prepared by the seventy-fourth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). (WHO Food Additives Series, No. 65). Geneva: World Health Organization. pp. 307 - 309.

Granato, D. and Ellenderson, L.H.N. (2009). Almond and peanut flours supplemented with iron as potential ingredients to develop gluten-free cookies. Food Science and Technology (Campinas) 29(2): 395 - 400. doi: 10.1590/S0101-20612009000200026.

Indrianingsih, A.W., Khasanah, Y., Darsih, C., Hastuti, H.P., Sutyani, A.E., Hastuti, M., Ni'maturrohmah, Laila, U., Noviana, E., Rahayu, E. and Wiyono, T. (2025). Sorghum cookie fortified with *Garcinia mangostana* peel extract: Formulation, characterization, and evaluation of antioxidant and antidiabetic activity. Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre 33: 100467. doi: 10.1016/j.bcdf.2025.100467.

Korese, J.K., Chikpah, S.K., Hensel, O., Pawelzik, E. and Sturm, B. (2021). Effect of orange-fleshed sweet potato flour particle size and degree of wheat flour substitution on physical, nutritional, textural and sensory properties of cookies. European Food Research and Technology 247: 889 - 905. doi: 10.1007/s00217-020-03672-z.

Lamas, D.L. and Alvarez, S.T. (2023). Development of snacks based on *Macadamia integrifolia* nuts enriched with omega-3. Food Chemistry Advances 3: 100564. doi: 10.1016/j.focha.2023.100564.

Mostafa, R.A., Moharram, Y.G., Attia, R.S. and El–Sharnouby, S.A. (2013). Formulation and characterization of vegetable oil blends rich in omega-3 fatty acids. Emirates Journal of Food and Agriculture 25(6): 426 - 433. doi: 10.9755/ejfa.v25i6.12091.

O'Brien, G.M., Taylor, A.J. and Pouler, N.H. (1991). Improved enzymatic assay for cyanogen in fresh and processed cassava. Journal of the Science of Food and Agriculture 56(3): 277 - 289. doi: 10.1002/jsfa.2740560304.

Owheruo, J.O., Edo, G.I., Makia, R.S., Gaaz, T.S., Okolie, M.C., Nwaogu, M.U., Faturoti, A.O.,Akpoghelie, P.O., Yousif, E., Isoje, E.F., Igbuku, U.A., Essaghah, A.E.A. and Umar, H. (2024). Nutritional qualities of cookies made from wheat/cashew nut composite flour. Food and Humanity 3: 100452. doi: 10.1016/j.foohum.2024.100452.

Park, H., Chung, H., Choi, S., Bahn, Y.S. and Son, J. (2024). Evaluation of exposure to cyanogenic glycosides and potential hydrogen cyanide release in commercially available foods among the Korean population. Food Chemistry 456: 139872. doi: 10.1016/j.foodchem.2024.139872.

Pineli, L.D.L.D.O., Carvalho, M.V.D., Aguiar, L.A.D., Oliverira, G.T.D., Celestino, S.M.C., Botelho, R.B.A and Chiarello, M.D. (2015). Use of baru (Brazilian almond) waste from physical extraction of oil to produce flour and cookies. LWT- Food Science and Technology 60: 50 - 55. doi: 10.1016/j.lwt.2014.09.035.

Pop, A., Paucean, A., Socaci, S.A., Alexa, E., Man, S.M., Muresan, V., Chis, M.S., Salanta, L., Popescu, I., Berbecea, A. and Muste, S.T. (2020). Quality Characteristics and Volatile Profile of Macarons Modified with Walnut Oilcake By-Product. Molecules 25: 2214. doi: 10.3390/molecules25092214.

Prakash, A., Vadivel, V., Banu, S.F., Nithyanand, P., Lalitha, C. and Brindha, P. (2018). Evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of solvent extracts of agro-food by-products (cashew nut shell, coconut shell and groundnut hull). Agriculture and Natural Resources 52(5): 451 - 459.

Rajaram, S. (2014). Health benefits of plant-derived **α**-linolenic acid. The American Journal of Clinical Nutrition 100(1): 303S - 502S. doi: 10.3945/ajcn.113.071514.

Ramaroson, V. (2024). Nutritional composition and consumer acceptance of enriched biscuits valorizing Malagasy local resources: Orange-fleshed *Ipomoea batatas*, *Moringa oleifera, Stevia rebaudiana.* International Journal of Gastronomy and Food Science 35: 100871. doi: 10.1016/j.ijgfs.2024.100871.

Vickers, Z., Peck, A., Labuza, T. and Huang, G. (2014). Impact of Almond Form and Moisture Content on Texture Attributes and Acceptability. Journal of Food Science 79(7): S1399 - S1406. doi: 10.1111/1750-3841.12509.

Wang, Y., Wu, G., Wang, Y., Rehman,A., Yu, L., Zhang, H., Jin, Q., Suleria, H.A.R. and Wang, X. (2025). Recent developments, challenges, and prospects of dietary omega-3 PUFA-fortified foods: Focusing on their effects on cardiovascular diseases. Food Chemistry 470: 142498. doi: 10.1016/j.foodchem.2024.142498.

Yildiz, E. and Gocmen, D. (2021). Use of almond flour and stevia in rice-based gluten-free cookie Production. International Journal of Gastronomy and Food Science 58(3): 940 - 951. doi: 10.1007/s13197-020-04608-x.

Zhang, R., Zeng, Q., Deng, Y., Zhang, M., Wei, Z., Zhang, Y. and Tang, X. (2013). Phenolic profiles and antioxidant activity of litchi pulp of different cultivars cultivated in Southern China. Food Chemistry. 136(3 - 4): 1169 - 1176. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.09.085.

❑❑❑❑❑