

การศึกษาปริมาณของสารประกอบโอเมกา-9 ในน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าว ที่มีเปลือกสีแดง และมะพร้าวทั่วไปที่มีเปลือกสีเขียว

STUDY FOR THE QUANTITY OF OMEGA-9 IN COLD EXTRACTED OIL FROM RED AND GREEN SHELL COCONUT

ธนิต เมธีณุกุล^{1*} พรพิมล เมธีณุกุล² อนุชา ริการกรณ์³

ยศภัทรชัย คณิตปัญญาเจริญ³ และกาญจนา เปลี่ยนอำรุง³

Thanit metheenukul^{1*}, Pornphimon Metheenukul², Anucha Rikakorn³,

Yodphatarachai Kanitpunyacharoen³ and Kanchana Plianumrungru³

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณโอเมกา-9 ในน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงและสีเขียว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณโอเมกา-9 พร้อมกับสภาวะที่ผลิตน้ำมันได้มากที่สุด ศึกษาสมบัติกายภาพเคมี และเปรียบเทียบปริมาณโอเมกา-9 การสกัดน้ำมันให้ได้ปริมาณมากที่สุดจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวใช้เวลา 2 วัน อัตราส่วนเนื้อและน้ำ 1:1 โดยน้ำหนัก ในการคั้นเป็นน้ำกะทิมะพร้าวเปลือกสีแดงใช้เวลา 4 วัน อัตราส่วนเนื้อและน้ำ 1:2 โดยน้ำหนักในการคั้นเป็นน้ำกะทิ น้ำมันจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวและสีแดงมีค่าความเป็นกรด 4.75 และ 0.90 มิลลิกรัม KOH ต่อกรัม ตามลำดับ ความหนืดของน้ำมันจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวที่ 40 และ 100°C มีค่า 75.23 และ 61.08 เซนติสโตก ตามลำดับ น้ำมันจากมะพร้าวเปลือกสีแดงมีค่าความหนืดที่ 40 และ 100°C เป็น 45.48 และ 17.71 เซนติสโตก ตามลำดับ น้ำมันจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวและสีแดงมีจุดเดือด 153°C และ 147°C ตามลำดับ

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ 53000

¹Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University, Muang District, Uttaradit, 53000

²คณะเทคนิคการสัตวแพทย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน) เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

²Faculty of Veterinary Technology Kasetsart University (Bangkok) Chatuchak, Bangkok, 10900

³คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ 53000

³Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University, Muang District, Uttaradit, 53000

*corresponding author e-mail: thanit.met@uru.ac.th

Received: 26 April 2023; Revised: 21 August 2023; Accepted: 23 August 2023

DOI: <https://doi.org/10.14456/lsej.2023.30>

พลังงานในน้ำมันมะพร้าวเปลือกสีเขียวและสีแดงคือ 7,581 และ 719 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ เมื่อตรวจสอบด้วยเครื่อง GC-MS พบว่าน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงมีปริมาณโอเมกา-9 สูงกว่า น้ำมันจากมะพร้าวเปลือกสีเขียว 70 % ดังนั้น น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงมีคุณประโยชน์ที่ดีสำหรับบริโภคในด้านของปริมาณของโอเมกา-9 ที่สูงกว่า ค่าความเป็นกรด และพลังงานแคลอรีที่ต่ำกว่า ส่วนน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวเหมาะสำหรับอุตสาหกรรมทั่วไป

คำสำคัญ: โอเมกา-9 น้ำมันสกัดเย็น มะพร้าวเปลือกสีแดง GC-MS

Abstract

The objectives of an experimental study for omega-9 content in cold pressed oil from red and green shelled coconuts were 1) to study for omega-9 content with the fermentation duration to obtain the highest oil content and 2) to study the physio-chemical properties of coconut oil and omega-9 content. Oil extraction yield produced from general coconuts with green shells took two days with a meat and water weight ratio of 1:1 for squeezing into coconut milk. Red shelled coconuts took four days with the weight of meat and water at 1:2 to squeeze into coconut milk. The acidity of natural cold pressed oil from green and red shelled coconuts was 4.75 and 0.90 mg KOH/g, respectively. The viscosities of natural cold pressed oil from green shelled coconut at 40 and 100 °C were 75.22 and 61.08 centistroke, respectively. Natural cold pressed oil from red shelled coconut at 40 and 100°C were 45.48 and 17.71 centistroke, respectively. The boiling point of natural cold pressed oil from green shelled coconut was 153°C while for the natural cold pressed oil from red shelled coconut was 147°C. The calorific values of natural cold pressed oil from green and red shelled coconuts were 7,580.90 and 718.57 calories/g, respectively. The composition of natural cold pressed oil by GC-MS was found that oil from red shelled coconut contained omega-9, approximately 70% higher than oil from green shelled coconut. Therefore, oil from red shelled coconut has good dietary benefits in terms of higher omega-9 content, with lower acidity, viscosity and calories. Compared to the green shell, which is suitable for general purposes and utilities.

Keywords: Omega-9, Cold pressed oil, Red shelled coconut, GC-MS

บทนำ

มะพร้าว (*Cocos nucifera* L.) เป็นพืชที่คนไทยใช้ประโยชน์มายาวนาน ทั้งด้านอาหาร ยารักษาโรค และในเชิงวัฒนธรรม จึงได้รับการขนานนามว่าเป็นต้นไม้แห่งชีวิต น้ำมันที่สกัดได้จากกระบวนการทางธรรมชาติคือน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์หรือน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น หมายถึงน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการทำให้มีลชัน (Emulsion) ของน้ำกะทิแยกตัวโดยไม่ใช้ความร้อน (Agarwal & Bosco, 2017)

การแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากน้ำกะทิสสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การคั่นกะทิสตเข้มข้นจากเนื้อมะพร้าวชุดโดยไม่ผสมน้ำปั่นแยกน้ำมันมะพร้าวจากกะทิด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงแยกสาร (Sorvall RC 26 Plus) ขนาดของโรเตอร์คือ SLA 1500 ที่ความเร็ว 7,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 50 นาที ควบคุมอุณหภูมิที่ 26 องศาเซลเซียส (Keawchuen et al., 2012) การผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการแช่เยือกแข็งจะนำกะทิที่กรองได้บรรจุลงลงในลอน ปิดผนึกให้สนิท แล้วนำตัวอย่างกะทิ ไปแช่เยือกแข็งแบบช้า (Slow freezing) โดยใช้ตู้แช่เยือกแข็ง (Chest freezer) ด้วยอัตราการแช่เยือกแข็ง 3 ระดับ คือ - 18, -28 และ -38 องศาเซลเซียส จากนั้นนำน้ำกะทิที่ผ่านการแช่เยือกแข็งไปทำการละลายที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1, 1.5, 2 และ 2.5 ชั่วโมงตามลำดับ (Punpunya & Pathaveerat, 2013) อีกวิธีการหนึ่ง คือการนำกะทิสตผสมกับน้ำต้มสุกหรือน้ำมะพร้าวแล้วทิ้งไว้ให้เกิดการแยกชั้นที่ประกอบด้วย ครีมมะพร้าว น้ำมันมะพร้าว และส่วนของน้ำที่มีกลั่นเปรี้ยว ซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่า การหมัก (Palakawong Na Ayudhya & Ratmanee, 2015; Maini & Lopez (2022) ได้ศึกษาเพื่อตรวจสอบชนิดและปริมาณของเชื้อแบคทีเรียที่มีประโยชน์ในการช่วยให้กระบวนการหมักน้ำกะทิเพื่อผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ให้ได้ปริมาณสูงสุด โดยนำเนื้อมะพร้าวชุดมาคั้นน้ำกะทิด้วยเครื่องคั้นสแตนเลสกรองน้ำกะทิด้วยผ้ากรองแล้วนำไปผสมกับน้ำสะอาดด้วยอัตราส่วน 1:1 หมักในภาชนะพอลิเอทิลีนทรงกระบอก เป็นเวลา 17–24 ชั่วโมง โดยควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 28–30 องศาเซลเซียส จะได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์อยู่ในชั้นที่สองของภาชนะนับจากด้านบน โดยชั้นที่หนึ่งเป็นชั้นของครีม และชั้นที่สามเป็นของเหลวที่ได้จากการหมักและหางนม (Skim milk) ที่ด้านล่างภาชนะจะเป็นตะกอน

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ประกอบด้วยกรดไขมันที่อิ่มตัวกว่า 90% ของกรดไขมันทั้งหมด และมีจำนวนธาตุคาร์บอน 8–12 อะตอม ซึ่งเป็นกรดไขมันโมเลกุลขนาดปานกลาง เมื่อบริโภคจะถูกย่อยและดูดซึมเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานได้รวดเร็ว เพิ่มอัตราการเผาผลาญอาหาร ไม่สะสมเป็นไขมันส่วนเกินลดคอเลสเตอรอล ชนิดเลว (Low density lipoprotein) หรือ LDL และเพิ่มคอเลสเตอรอลชนิดดี (High density lipoprotein) หรือ HDL ส่งผลให้สุขภาพร่างกายและหัวใจดีขึ้น (Uttayarat, 2011)

กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดหนึ่งที่พบได้ในน้ำมันมะพร้าวได้แก่ กรดโอเลอิก (Oleic acid) หรือ โอเมกา-9 การบริโภคอาหารที่มีอัตราส่วน โอเมกา-9:โอเมกา-6 ที่สูงและ โอเมกา-6:โอเมกา-3 ที่ต่ำช่วยลดการอักเสบในหนูทดลองที่ถูกถอนฟัน (Melo et al., 2017) กรดโอเลอิกมีฤทธิ์ด้านการกระจาย

ตัวและยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งเต้านม (Farag & Gad, 2022) กรดโอลิกที่อยู๋ในรูปของ 2-ไฮดรอกซีโอเลอิก (2-OHOA) มีฤทธิ์ทางชีวภาพในการลดความดันโลหิตและต้านมะเร็ง (Galán-Arriero et al., 2017) โอมEGA-9 ลดการกลืนของเม็ดเลือดขาว สร้างสมดุลในการผลิตไซโตไคน์ (Cytokine) และควบคุมการเจริญของแบคทีเรียในภาวะติดเชื้อ (Medeiros-de-Moraes et al., 2018)

มะพร้าวเป็นพืชที่มีเพียงสปีชีส์ (specie) เดียว แต่มีความหลากหลายของสายพันธุ์ แต่ละสายพันธุ์จะมีรูปร่างและสีของเปลือกผลที่แตกต่างกันโดยมะพร้าวเปลือกสีแดงและมะพร้าวเปลือกสีเขียวที่เป็นสายพันธุ์ของมะพร้าวสำหรับใช้แกงจัดอยู่ในประเภทมะพร้าวต้นสูง มีขนาดผลค่อนข้างใหญ่ ส่วนของโคนต้นที่อยู่เหนือพื้นดินเล็กน้อยมีลักษณะคล้ายสะโพกและมีขนาดใหญ่กว่าส่วนลำต้นที่อยู่สูงขึ้นไป ระบบรากฝอยขนาดเท่า ๆ กันแผ่กระจายออกรอบต้น ลำต้นเดี่ยว ไม่แตกแขนง มีรอยแผลจากการหลุดร่วงของใบตลอดลำต้น (Arikít, 2021)

เนื่องจากมะพร้าวที่ปลูกในประเทศไทยบางสายพันธุ์มีสีของเปลือกผลที่สวยงาม นิยมปลูกไว้เพื่อประดับมากกว่าประโยชน์ทางเศรษฐกิจ เช่น มะพร้าวเปลือกสีแดงที่เป็นมะพร้าวแกง สำหรับทำกะทิ หรือน้ำมัน เป็นมะพร้าวพื้นเมืองของจังหวัดนครศรีธรรมราช (KU-BEDO Coconut BioBank, 2018) ทางคณะผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการเลือกศึกษาสมบัติและองค์ประกอบในน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวที่มีเปลือกสีแดงและสีเขียวเพื่อส่งเสริมและผลักดันให้เป็นทางเลือกในเชิงเศรษฐกิจจากสารที่คาดว่าจะพบในองค์ประกอบของน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวที่มีเปลือกผลสีแดงต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ผลมะพร้าวเปลือกสีเขียวและเปลือกสีแดงที่ใช้ในการวิจัยมีอายุ 3 เดือนขึ้นไป เนื่องจากมะพร้าวตั้งแต่ระยะสุกห้าวจนถึงระยะงอกหน่อมีค่าร้อยละการเก็บเกี่ยวน้ำมันจากเนื้อมะพร้าวในช่วงร้อยละ 59.64–62.38 (Sungpud et al., 2015) โดยเก็บระหว่างเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม ในจังหวัดอุดรดิตถ์ น่าน และสุโขทัย

การผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้วิธีการหมักน้ำกะทิเนื่องจากใช้ต้นทุนที่ต่ำและมีความสะดวกของเครื่องมือและสถานที่ การทำน้ำกะทิจะชูดเนื้อมะพร้าวผสมกับน้ำอุ่น โดยควบคุมอุณหภูมิของน้ำที่ใช้คั้นกะทิให้เท่ากัน ที่อุณหภูมิ 55-65 °C ในอัตราส่วน 1:0.5, 1:1, 1:2 และ 1:2.5 โดยน้ำหนัก เพื่อคั้นเป็นน้ำกะทิ กรองแยกน้ำกะทิ หมักในภาชนะที่ปิดสนิทด้วยระยะเวลา 1–7 วัน ทุกอัตราส่วนจะทำ 3 ซ้ำ เป็นจำนวนภาชนะทั้งหมดเป็น $4 \times 3 = 12$ ใบ ภาชนะที่ใช้มีขนาดและลักษณะที่เหมือนกัน ทำการหมักพร้อมกันในอุณหภูมิห้อง การหมักลักษณะนี้เป็นการทำลายอิมัลชันของน้ำกะทิให้เกิดการแยกเป็นชั้นและตกตะกอน (Sundrasegaran & Mah, 2020) ซึ่งอิมัลชัน (Emulsion) หมายถึงระบบที่ประกอบด้วยของเหลวสองชนิดที่ผสมกันไม่ได้ โดยของเหลวชนิดใดชนิดหนึ่งจะกระจายตัวเป็นหยดน้ำทรงกลมขนาดเล็กในของเหลวอีกชนิดหนึ่ง (Prapun, 2016)

ค่าความเป็นกรดของน้ำมันบริโภคตรวจสอบได้จากการนำน้ำมันบริโภคตัวอย่างไทเทรตกับสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Al-Fatlawi & Abbas, 2010) โดยวัดจากปริมาณของสารโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (หน่วยมิลลิกรัม) ที่จำเป็นต่อการทำให้กรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในหน่วยมวล (กรัม) ของสารเคมีเป็นกลาง (Onu & Mbohwa, 2021) ดังนั้น การตรวจสอบค่าความเป็นกรดของน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นจะเริ่มต้นด้วยการชั่งน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น 0.5 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่เติมไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ (Isopropyl alcohol) 2.5 มิลลิลิตร และฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein) อินดิเคเตอร์ 2-3 หยด จากนั้นไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เข้มข้น 0.8 โมลต่อลิตร จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อนซึ่งเป็นจุดยุติ (End point) ของการไทเทรต จึงคำนวณค่าความเป็นกรดในรูปแบบของปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid) หรือ FFA ในน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นจากสมการ

$$\% \text{ FFA} = (V_{\text{KOH}} \times C_{\text{KOH}} \times M) / (W \times 10)$$

โดย	% FFA	คือ ร้อยละของกรดไขมันอิสระในน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น
	V_{KOH}	คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน KOH ที่ใช้ไทเทรต (มิลลิลิตร)
	C_{KOH}	คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน KOH (โมลต่อลิตร)
	M	คือ มวลโมเลกุลของกรดไขมัน (กรัมต่อโมล)
	W	คือ น้ำหนักของตัวอย่างน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น (กรัม)

การวัดความหนืดของน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นจะใช้เครื่องวัดความหนืด (Viscometer) ของ Koehler รุ่น 378-025-C11 ในการทดสอบจะรินน้ำมันลงในหลอดแก้วมาตรฐานของเครื่อง และใช้ลูกยางดูดน้ำมันตัวอย่างให้อยู่ที่ขีดเริ่มต้น (Starting point) ของหลอดแก้ว ปิดปากหลอดแก้วด้วยจุกยาง จุ่มลงใน Viscometer tank ที่มีน้ำมัน White oil โดยวัดความหนืดที่อุณหภูมิ 40 และ 100°C จากนั้น เปิดจุกยางออกและจับเวลาที่น้ำมันไหลไปถึงจุดสิ้นสุด (Stop point) และคำนวณค่าความหนืดโดยคูณด้วยค่าคงที่ของหลอดแก้วที่ใช้ ตามมาตรฐาน ASTM D445 (Popaiboon et al., 2004)

การทดลองหาจุดเดือดของน้ำมันมะพร้าวด้วยวิธีไมโคร (Micro method) (IvyPanda, 2022) จะบรรจุน้ำมันมะพร้าวตัวอย่างในหลอดทดลองขนาดเล็กโดยใส่หลอดคาพิลลารี (Capillary tube) แบบคว่ำในหลอดทดลองขนาดเล็กซึ่งมีน้ำมันมะพร้าวตัวอย่างบรรจุอยู่ จากนั้นยัดหลอดทดลองขนาดเล็กกับเทอร์โมมิเตอร์ให้ปลายล่างเสมอกัน พร้อมกับจัดชุดอุปกรณ์ดังกล่าวให้จุ่มลงไปในบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำมันพาราฟิน (Paraffin oil) และเริ่มให้ความร้อน สังเกตช่วงอุณหภูมิจุดเดือด ดังนี้ จุดเดือด ก คือ อุณหภูมิที่เห็นของเหลวในหลอดทดลองขนาดเล็กไหลเข้าไปในหลอดคาพิลลารีเพียงเล็กน้อยให้บันทึกอุณหภูมิ จุดเดือด ข คือ อุณหภูมิที่เริ่มเห็นฟองอากาศไหลออกจากหลอดคาพิลลารีอย่างต่อเนื่อง จากนั้นหาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิจุดเดือด จากจุดเดือด ก และ จุดเดือด ข โดยทดลองทุกขั้นตอนซ้ำอีก 2 ครั้ง

การศึกษาค่าพลังงานแคลอรีหรือค่าความร้อน (Calorific value) ของน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น จะใช้เครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ (Bomb calorimeter) รุ่น 1341 Plain Jacket Parr Instrument ทดสอบการเผาไหม้ของน้ำมันมะพร้าวตัวอย่าง ในการทดสอบจะเชื่อมต่อหลอดสำหรับจุดระเบิดกับ อิเล็กโทรด เติมน้ำที่ปราศจากไอออนลงในออกซิเจนบอมบ์ 10 มิลลิลิตร ปิดฝาให้แน่น อัดแก๊ส ออกซิเจนเข้าไปด้วยความดัน 2.0 เมกะปาสคาล จากนั้นต้องจอร์ไฟฟ้า เติมน้ำที่ปราศจากไอออนที่ ภาชนะรองรับออกซิเจนบอมบ์ 2.5 ลิตร ปิดฝาภาชนะให้แน่น ประกอบสายพานเพื่อขับเคลื่อนสำหรับ กวนน้ำ จากนั้นกดสวิตช์เพื่อจุดระเบิด โดยจะวัดอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นทุก 1 นาที ขณะทำการเผาไหม้ จนกระทั่งอุณหภูมิคงที่จึงคำนวณหาพลังงานแคลอรี (Shen et al., 2012) เนื่องจากค่าความร้อนคือ ปริมาณพลังงานความร้อนซึ่งปล่อยออกมาจากเชื้อเพลิงในขณะเผาไหม้ (Gravalos et al., 2008)

การศึกษาองค์ประกอบของน้ำมันมะพร้าวจะใช้กระบวนการโครมาโตกราฟีแผ่นบาง (Thin Layer Chromatography) หรือ TLC กระบวนการ TLC จะผสมน้ำมันตัวอย่างปริมาณ 10 มิลลิลิตรกับ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 กรัม ที่ละลายในเอทานอล 2.5 มิลลิลิตร ทำการกลั่นรีฟลักซ์ (Reflux distillation) เปลี่ยนสารในน้ำมันให้อยู่ในรูปเอสเทอร์ (Ester) หลังจากกลั่นรีฟลักซ์ จะพักให้เย็นและ เติมคลอโรฟอร์ม (อัตราส่วน 1:1) จากนั้นนำไปหยดบนแผ่น TLC และ ใส่แผ่น TLC ลงในภาชนะปิด ซึ่ง มีส่วนผสมของเฮกเซน ปีโตรเลียมอีเทอร์ และกรดแอซิติก (อัตราส่วน 80:20:1 โดยปริมาตร) ปล่อยให้ สารเคลื่อนที่ไปบนแผ่น TLC ให้ห่างจากขอบบน 1 เซนติเมตร ระเหยตัวทำละลาย นำไปใส่ในถังที่อิมมัว ด้วยไอโอดีนแล้ววัดการเคลื่อนที่ของสาร เพื่อนำไปคำนวณหาค่า Retention factor (Rf) โดยจะนำเฉพาะ ส่วนของเอสเทอร์ไปละลายในคลอโรฟอร์มเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบต่อไป (Cabezudo et al., 2022) ค่า Rf ที่มีความละเอียด (Resolution) ที่ดีที่สุด อยู่ในช่วง 0.3 – 0.7 บนแผ่นซิลิกาเจล ซึ่งสารที่มีขั้วสูง เช่น แอลกอฮอล์จะเคลื่อนที่ได้ช้ากว่าสารที่มีขั้วต่ำกว่าเช่นเอสเทอร์ (Koreeda, 2011) ในการทดลองจะ ใช้เอทานอลในปริมาณที่มากเกินไป ดังนั้น เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดจะมีเฉพาะเอนอลและเอสเทอร์ จากน้ำมันมะพร้าว ดังนั้น จึงเลือกสารที่มีค่า Rf ในช่วง 0.6 – 0.7 จากแผ่น TLC ไปละลายในตัวทำ ละลายเพื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบ

Gas Chromatograph–Mass Spectrometer (GC–MS) รุ่น MSD 5975C (EI) Agilent technology USA สภาวะที่ทดสอบคือ พารามิเตอร์การสแกน 50-550 amu อุณหภูมิเริ่มต้น 50°C อัตราการให้ความร้อน 5°C ต่อ นาที อุณหภูมิเมื่อสิ้นสุดการทดสอบคือ 300°C GC–MS เป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไปสำหรับการ วิจัยเชิงวิชาการและการประยุกต์ของสารเคมีอินทรีย์ โดยมีการใช้แก๊สฮีเลียมเป็นแก๊สตัวพา (Carrier gas) (Taylor & Bowden, 2023)

ผลการวิจัย

การทดลองศึกษาปริมาณสารประกอบโอเมกา-9 ในน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียว ดังภาพที่ 1 (Figure 1) และสีแดง ดังภาพที่ 2 (Figure 2) จะเริ่มด้วยการหาสถานะในการหมักเพื่อให้ได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นสูงสุด จากนั้นตรวจสอบสมบัติทางกายภาพและปริมาณของสารประกอบโอเมกา-9



Figure 1 General green shelled coconuts

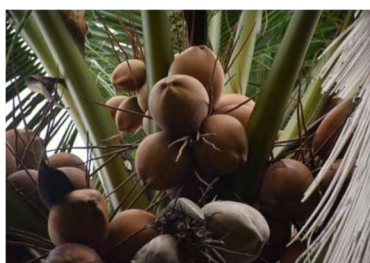


Figure 2 Red shelled coconuts

การหมักน้ำกะทิตามกระบวนการทางธรรมชาติ มะพร้าวเปลือกสีเขียวใช้อัตราส่วนระหว่างเนื้อต่อน้ำ 1:1.0 โดยน้ำหนัก เพื่อคั้นเป็นน้ำกะทิด้วยเวลาหมัก 2 วัน มะพร้าวเปลือกสีแดง จะใช้อัตราส่วนระหว่างเนื้อต่อน้ำ 1: 2.0 โดยน้ำหนัก เพื่อคั้นเป็นน้ำกะทิด้วยเวลาหมัก 4 วัน จึงจะได้น้ำมันสกัดเย็นในปริมาณสูงสุด ดังผลการทดลองในตารางที่ 1 (Table 1)

Table 1 Amount of cold pressed oil (ml) in each meat to water ratio and fermentation period

General green shelled coconut				Red shelled coconut			
Coconut meat to water ratio	Fermentation Period (days)			Coconut meat to water ratio	Fermentation Period (days)		
	2	4	6		2	4	6
1:0.5	42.00	43.00	43.00	1:0.5	43.00	55.00	61.00
1:1.0	51.00	51.00	52.00	1:1.0	42.00	45.00	58.00
1:2.0	52.00	52.00	53.00	1:2.0	62.00	77.00	76.00
1:2.5	50.00	49.00	53.00	1:2.5	63.00	77.00	77.00

จากตารางที่ 1 (Table 1) การใช้อัตราส่วนระหว่างเนื้อมะพร้าวและน้ำคั้นกะทิ 1:1.0 ถึง 1:2.5 โดยน้ำหนัก และระยะเวลาในการหมัก 2-4 วัน สำหรับมะพร้าวเปลือกสีเขียวจะทำให้ได้น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน จึงเลือกอัตราส่วนระหว่างเนื้อต่อน้ำ 1:1.0 โดยน้ำหนัก ด้วยเวลาหมัก 2 วัน สำหรับตรวจสอบสมบัติต่อไป เนื่องจากระยะเวลาของการหมักในอัตราส่วนนี้ใน เวลา 2-6 วันทำให้ได้น้ำมันมะพร้าวในปริมาณใกล้เคียงกัน สำหรับมะพร้าวที่มีเปลือกสีแดง พบว่า อัตราส่วนระหว่างเนื้อมะพร้าวและน้ำคั้นกะทิ 1:2.0 ถึง 1:2.5 โดยน้ำหนัก และระยะเวลาในการหมัก 4-6 วัน ได้น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน จึงเลือกอัตราส่วนระหว่างเนื้อต่อน้ำ 1:2.0 โดยน้ำหนัก ด้วยเวลาหมัก 4 วัน สำหรับตรวจสอบสมบัติต่อไป

น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นที่ผลิตได้จากมะพร้าวเปลือกสีเขียวและสีแดงเมื่อดูด้วยตาเปล่าพบว่า มีลักษณะที่ไม่แตกต่างกันดังภาพที่ 3 (Figure 3)



Figure 3 Cold pressed coconut oil from the experiments

ค่าความเป็นกรด (Acid value) ของน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น

ความเป็นกรดของน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวและสีแดง มีค่า 4.75 และ 0.90 มิลลิกรัม KOH ต่อกรัมของน้ำมันตัวอย่างตามลำดับ ซึ่งน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงจะมีค่าความเป็นกรดต่ำกว่า 5 เท่า จากการศึกษาของ Abduh et al., (2019) เกี่ยวกับผลของเวลาในการเก็บ ต่อความชื้นที่ส่งผลต่อค่าความเป็นกรดของน้ำมันจากเมล็ดรียูทาลิส ไตรสเปอร์มา แสดงให้เห็นว่าน้ำมันพืชที่มีค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้นมีสาเหตุเนื่องมาจากสภาวะการจัดเก็บในด้านของอุณหภูมิและความชื้น ดังนั้น น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงที่พบว่ามีค่าความเป็นกรดที่ต่ำกว่าจึงแสดงให้เห็นว่ามีความคงตัวต่อสภาวะในการจัดเก็บมากกว่าน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียว

น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวมีกรดไขมันอิสระ (FFA) ร้อยละ 1.70 ขณะที่น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดง มีกรดไขมันอิสระ ร้อยละ 0.26 จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าใน น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงมีปริมาณของกรดไขมันอิสระต่ำกว่าถึง 6.5 เท่า ซึ่งจากงานของ Sitingjak et al., 2022 ที่เตรียมสารประกอบซิลิเกตของ แมกนีเซียม แคลเซียม สตรอนเทียม และ

แบบเรียบ สำหรับใช้ดูดซับกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์ม ทำให้มีอายุในการเก็บนานขึ้น ดังนั้น น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงมีปริมาณของกรดไขมันอิสระต่ำกว่าจึงมีอายุในการเก็บรักษานานกว่า น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียว กรดไขมันอิสระ (FFA) ในน้ำมันและไขมันเป็นปัจจัยเบื้องต้นของความเสื่อมสภาพเนื่องจากการออกซิไดซ์ (Oxidize) ซึ่งเกิดขึ้นด้วยปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส (Hydrolysis) (Asiah et al., 2018) ค่าความเป็นกรดของน้ำมันบริโภคที่เพิ่มขึ้นทำให้โครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์มีโอกาสแตกตัวเป็นกรดไขมันอิสระได้มากขึ้น ทำให้เสื่อมสภาพได้เร็วขึ้น (Vicentini-Polette et al., 2021) ดังนั้น น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงจึงมีความเสถียรต่อการเกิดออกซิไดส์ได้ดีกว่า น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียว

ปริมาณของกรดไขมันอิสระที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้อุณหภูมิของจุดเกิดควัน (Smoke point) ลดต่ำลง เนื่องจากกรดไขมันมีแนวโน้มในการแตกตัวเป็นสารที่ทำให้เกิดควันได้มากขึ้น (Habarakada et al., 2021) น้ำมันจากมะพร้าวเปลือกสีแดงจึงมีโอกาสเกิดควันได้น้อยกว่าน้ำมันจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวเมื่อได้รับความร้อน เนื่องจากปริมาณกรดไขมันอิสระที่ต่ำกว่า

การทดสอบวัดค่าความหนืดของน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น

น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวมีความหนืดที่ 40 และ 100°C คือ 75.23 และ 61.08 เซนติสโตก ตามลำดับ น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงมีความหนืดที่ 40 และ 100°C คือ 45.48 และ 17.71 เซนติสโตก ตามลำดับ

Hoekman et al., 2012 พบว่า ความหนืดของน้ำมันจะขึ้นอยู่กับความยาวสายโซ่และระดับความไม่อิ่มตัวของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบ จากการศึกษาความหนืดของน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ ของ Rukke & Schüller, 2017 พบว่าน้ำมันพืชที่มีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่สูงกว่าจะทำให้ น้ำมันพืชที่มีความหนืดที่ต่ำกว่า ณ อุณหภูมิเดียวกัน ความหนืดมีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่อมีพันธะคู่เพิ่มขึ้นและความหนืดจะเพิ่มขึ้นเมื่อความยาวของสายโซ่ไฮโดรคาร์บอนที่เพิ่มขึ้นและระดับของพอลิเมอร์ในน้ำมัน (Suhartono et al., 2018) ดังนั้น น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงจะมีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากกว่าน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียว เนื่องจากน้ำมันมีความหนืดที่ต่ำกว่าในอุณหภูมิเดียวกัน

จุดเดือดของน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น

น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวทั้งสองสายพันธุ์มีจุดเดือดที่แตกต่างกัน โดยน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวที่มีเปลือกสีเขียวมีจุดเดือด 153°C ขณะที่น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงมีจุดเดือด 147°C จุดเดือดของน้ำมันบริโภคขึ้นอยู่กับระดับความไม่อิ่มตัวของกรดไขมัน (Zahir et al., 2017)

จากการศึกษาอุณหภูมิในใช้น้ำมันบริโภคสำหรับประกอบอาหารด้วยอุณหภูมิต่ำกว่า 200°C จะส่งผลให้กรดไขมันชนิดทรานส์ (Trans fatty acids) เกิดขึ้นในปริมาณที่น้อยมาก ขณะที่ทำการประกอบอาหารด้วยอุณหภูมิระหว่าง 200°C ถึง 240°C จะทำให้เกิดกรดไขมันทรานส์ได้มากขึ้น

(Bhat et al., 2022) น้ำมันพืชส่วนใหญ่ที่ใช้ในการประกอบอาหารและทอดขนมจะผ่านความร้อนในช่วงอุณหภูมิ 35 ถึง 180°C (Fasina & Colley, 2008) ดังนั้น การใช้น้ำมันจากมะพร้าวทั้งสองสายพันธุ์เพื่อการบริโภคมีโอกาสในการเกิดกรดไขมันทรานส์ได้น้อยมาก

พลังงานแคลอรีของน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น

พลังงานแคลอรีของน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวและสีแดงคือ 7,581 และ 719 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวที่มีเปลือกสีแดงมีแคลอรีที่ต่ำมากกว่า 10 เท่า

ค่าของพลังงานหรือค่าความร้อนเพิ่มขึ้นตามความยาวของสายโซ่ของกรดไขมันและจำนวนของคาร์บอนอะตอม และลดลงเมื่อจำนวนของคาร์บอนอะตอมลดลงเมื่อเทียบกับออกซิเจน นอกจากนี้ ค่าความร้อน จะลดลงตามการลดลงของปริมาณไฮโดรเจนหรือจำนวนของพันธะคู่ที่เพิ่มขึ้น (Toscano & Maldini, 2007) การลดลงของไฮโดรเจนอะตอมในโมเลกุลส่งผลให้ระดับความไม่อิ่มตัวเพิ่มขึ้น และทำให้น้ำหนักโมเลกุลลดลง ทำให้ค่าพลังงานความร้อนลดลง (Mehta & Anand, 2009) หรือกล่าวได้ว่า ค่าความร้อนเพิ่มขึ้นตามความยาวของสายโซ่ของโมเลกุลที่เป็นองค์ประกอบ และลดลงตามความไม่อิ่มตัวเนื่องจากพันธะคู่ที่เพิ่มมากขึ้น (Kaushik et al., 2020) จากค่าพลังงานแคลอรีของน้ำมันจากมะพร้าวเปลือกสีแดงที่มีค่าน้อยกว่า แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบที่มีความยาวของสายโซ่โมเลกุลน้อยกว่าและมีองค์ประกอบที่เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มากกว่า

สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการหมักน้ำกะทิสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมี และค่าพลังงานของน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวที่มีเปลือกสีเขียวและสีแดงจะได้ผลการทดลองดังตารางที่ 2 (Table 2)

Table 2 Fermentation conditions for cold pressed oil production and physical properties

Fermentation conditions for produce cold pressed oil and physical properties	Cold pressed Oil	
	Green shelled coconut	Red shelled coconut
Coconut meat and water weight ratio	1:1	1:2
Fermentation duration time (days)	2	4
Acidity (mg KOH/g of oil)	4.75	0.90
Free fatty acid (FFA) percentage	1.70	0.26
Viscosity at 40 °C (centistokes)	75.23	45.48
Viscosity at 100 °C (centistokes)	61.08	17.71
Boiling point of cold pressed oil (°C)	153	147
Calorie energy (Calorie/g)	7,581	719

ผลการตรวจสอบองค์ประกอบในน้ำมันสกัดเย็นด้วยกระบวนการของเครื่อง GC-MS ในตารางที่ 3 (Table 3) พบว่า มะพร้าวเปลือกสีเขียวจะมีปริมาณกรดโดเดคาโนอิก (Dodecanoic acid) หรือ กรดลอริก (Lauric acid) (C12:0) ร้อยละ 51.68 โดยน้ำหนัก น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดง

พบปริมาณของกรดกรดลอริก (Lauric acid) (C12:0) และ กรดเตตระเดคาโนอิก (Tetradecanoic acid) หรือกรดไมริสติก (Myristic acid) (C14:0) ร้อยละ 50.58 และ 20.16 โดยน้ำหนักตามลำดับ โดยพบกรดไขมันไม่อิ่มตัว ได้แก่ กรด 9-ออกตาดีซีโนอิก (9-octadecenoic acid) หรือกรดโอเลอิก (Oleic acid) (C18:1) หรือ โอเมกา-9 ที่มีคาร์บอนจำนวน 8 อะตอม ในโมเลกุล ปริมาณร้อยละ 2.26 และ 3.86 โดยน้ำหนัก ในน้ำมันจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวและแดง ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นความแตกต่าง ร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก หรือ 1.7 เท่า

Table 3 Constituents found in cold pressed oil from green and red shelled coconut

Compositions in cold pressed oil	Percentage of compositions in cold pressed Oil	
	Green shelled coconut	Red shelled coconut
Octanoic acid or Caprylic acid	8.49	5.40
Decanoic acid or Capric acid	7.19	4.82
Dodecanoic acid or Lauric acid	51.68	50.58
Tetradecanoic acid or Myristic acid	18.01	20.16
Hexadecanoic acid or Palmitic acid	7.61	4.83
9-octadecenoic acid or Oleic acid or Omega-9	2.26	3.86
Octadecanoic acid or Stearic acid	2.18	2.32

อภิปรายผล

การหมักน้ำกะทิตามธรรมชาติเพื่อให้ได้น้ำมันมะพร้าวโดยไม่ผ่านความร้อนเกิดจากการย่อยโปรตีนที่ทำให้มีลชัน (Emulsion) ของน้ำกะทิดังกล่าว (Thanuja et al., 2016) กรดไขมันอิสระ (FFA) ในน้ำมันและไขมันเป็นปัจจัยเบื้องต้นของความเสื่อมสภาพเนื่องจากการออกซิไดซ์ (Oxidize) ซึ่งเกิดขึ้นด้วยปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส (Hydrolysis) (Asiah et al., 2018) น้ำมันจะเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์จากปฏิกิริยาดังกล่าว (Odoom et al., 2014) ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวคือร้อยละ 1.70 ขณะที่น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงมีร้อยละ 0.26 โดยน้ำหนัก ซึ่งต่ำกว่าถึง 6.5 เท่า ดังนั้น น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงจะมีความคงตัวต่อการถูกเติมธาตุออกซิเจนที่ต่ำกว่า ทำให้มีอายุในการเก็บรักษาที่ยาวนานกว่า ไม่เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้ง่าย

จากการทดสอบความหนืดของน้ำมันสกัดเย็น พบว่า น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงมีค่าต่ำกว่าน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวที่อุณหภูมิเดียวกัน จากการศึกษาเกี่ยวกับความหนืดยืดหยุ่น (Viscoelasticity) พบว่า สมบัติดังกล่าวสามารถเชื่อมโยงกับโครงสร้างของไขมันในองค์ประกอบได้ (Dhaygude et al., 2018) ดังนั้น ความหนืดของน้ำมันจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวและสีแดงที่ต่างกันอาจบ่งบอกถึงส่วนประกอบของกรดไขมันที่มีโครงสร้างแตกต่างกัน

จุดเดือดของน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวและสีแดงมีค่าที่แตกต่างกัน ซึ่งบ่งบอกถึงความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมี โครงสร้างโมเลกุลของกรดไขมันเกี่ยวข้องกับจุดเดือด (Cunico et al., 2013) และจากการตรวจสอบค่าพลังงานแคลอรีในน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวและสีแดง พบว่า น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงมีค่าพลังงานแคลอรีที่ต่ำกว่า จึงมีโอกาສะสมเป็นพลังงานส่วนเกินในร่างกายได้น้อยกว่า น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวมีกรดคาไพริก (Caprylic acid) (C8:0) และกรดคาปริก (Capric acid) (C10:0) สูงกว่าน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดง 1.6 และ 1.5 เท่า ตามลำดับ ซึ่งในอุตสาหกรรมอาหารจะใช้กรดคาไพริกสำหรับการต้านเชื้อจุลินทรีย์ โดยสามารถซึมผ่านเข้าแทรกในผิวหนังเพื่อทำลายเซลล์แบคทีเรียได้ (Altinoz et al., 2020) และจากการนวัตกรรมการของวัสดุพองน้ำที่มีรูพรุนสำหรับใช้ห้ามเลือดจากการตกคาปริก โคโตซาน และ เดกซ์แทรน (Dextran) ที่ผ่านการออกซิไดส์ จากการพัฒนาของ Wang et al., 2022 ดังนั้นน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวจึงมีสมบัติในการต้านจุลินทรีย์สำหรับอุตสาหกรรมอาหารและยาสำหรับการรักษาแผลที่ผิวหนังได้ดีกว่า

น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวและสีแดงมีปริมาณกรดลอริก (C12:0) ใกล้เคียงกัน และมีปริมาณสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับองค์ประกอบอื่น กรดลอริกมีสมบัติในการรักษาสุขภาพของมนุษย์เกี่ยวกับการป้องกันความเสื่อมของผิวหนังลดโคเลสเตอรอลที่เป็นอันตรายและช่วยให้น้ำหนักตัวลดลง (Sandhya & Talukdar, 2016) น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงมีกรดไมริสติกสูงกว่ามะพร้าวเปลือกสีเขียว คือร้อยละ 20.16 และ 18.01 ตามลำดับ หรือต่างกันร้อยละ 12 ซึ่งกรดไมริสติก (C14:0) มีกลิ่นเฉพาะตัวที่มีสมบัติกระตุ้นสัมผัสของทารกให้อยากตึมนมและสัมผัสเต้านมมารดามากขึ้น (Gutiérrez-García et al., 2017) กรดไมริสติกช่วยรักษาระดับคอเลสเตอรอล ประเภทไลโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นสูง (High density lipoprotein) หรือ HDL ซึ่งเป็นคอเลสเตอรอลที่ดี (Loison et al., 2002) ดังนั้น น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงมีผลที่ดีกว่าในด้านของการดูดซึมและลดระดับน้ำตาลในเลือด การกระตุ้นเด็กทารกในการอยากตึมนมจากมารดา รักษาระดับคอเลสเตอรอลที่ดีชนิด HDL น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงมีกรดปาล์มิติก (C16:0) ต่ำกว่าน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียว 1.6 เท่า ซึ่งการบริโภคอาหารที่มีกรดปาล์มิติกที่สูงจะผลข้างเคียงที่ไปทำลายกลุ่มของหลอดเลือดฝอย (Glomerulus) ที่ลำเลียงเลือดเข้าสู่ไต เซลล์กล้ามเนื้อหัวใจ และเซลล์ตับ พร้อมกับการขยายตัวของเซลล์มะเร็งปอด (Lv et al., 2023) อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองพบกรดปาล์มิติกในน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงเพียงร้อยละ 4.83 โดยน้ำหนัก การบริโภคน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงจึงมีโอกาสได้รับผลข้างเคียงดังกล่าวได้น้อยมาก

โอเมกา-9 หรือ กรดโอลิก (C18:1) เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งมีพันธะคู่ 1 แห่งในโมเลกุล (Monounsaturated fatty acid) โครงสร้างเข้ากันได้กับส่วนของลำไส้ใหญ่จึงช่วยกระตุ้นการสร้าง mRNA ที่ช่วยรักษาแผลอักเสบในลำไส้ใหญ่ (Tanaka et al., 2018) ช่วยเผาผลาญไขมันได้ดีขึ้น

(Watanabe et al., 2020) มีฤทธิ์ด้านการอักเสบและชะลอหรือป้องกันโรคเบาหวานจากภาวะต่อต้านอินซูลิน (Palomer et al., 2018) ช่วยให้ฮอร์โมนแอนโดรเจน (Androgens) ของเพศชายทำงานได้เหมาะสม (Szczuko et al., 2017) อาหารที่เสริมด้วยกรดโอเลอิกช่วยลดภาวะของมะเร็งตับอ่อน (Banim et al., 2018) กรดสเตียริก (C18:0) ป้องกันความเสียหายของตับที่เกิดจากแอลกอฮอล์โดยการควบคุมจุลินทรีย์ในลำไส้ (Nie et al., 2022) จากผลการทดลองพบว่า น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวและสีแดงมีปริมาณกรดสเตียริกที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวทั้งสองสายพันธุ์จึงมีคุณสมบัติในการป้องกันความเสียหายของตับที่เกิดจากแอลกอฮอล์ได้ใกล้เคียงกัน

จากการทดลองพบว่าโอเมกา-9 ในน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงมีปริมาณสูงกว่ามะพร้าวเปลือกสีเขียวคือ ร้อยละ 3.86 และ 2.26 ตามลำดับ หรือคิดเป็นส่วนต่างที่มากถึง 1.7 เท่า ดังนั้นการบริโภคน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดง จึงมีประโยชน์มากกว่าในการรักษาบาดแผลของอวัยวะภายในร่างกาย ระบบประสาท การควบคุมเมตาบอลิซึม ป้องกันเบาหวาน ด้านเนื้องอกและมะเร็ง ด้านการอักเสบ และส่งผลดีต่อระบบของสารพันธุกรรม น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวที่มีเปลือกสีแดงมีประโยชน์สำหรับการบริโภคเพื่อสุขภาพ จากสมบัติของความเป็นกรดที่ต่ำ ดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ง่ายจากความหนืดที่ต่ำกว่า พลังงานแคลอรีที่น้อยกว่า และประโยชน์จากปริมาณของกรดโอเลอิกที่มีปริมาณมากกว่า ขณะที่น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวที่มีเปลือกสีเขียวมีประโยชน์สำหรับการใช้ภายนอก เช่น การใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางประพินผิวพรรณ ชำระล้างทำความสะอาดผิวพรรณ และประโยชน์ทั่วไป

โอเมกา-9 หรือ กรดโอเลอิก เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว เกิดปฏิกิริยาได้ง่าย โดยจากการศึกษาของ Hu et al. (2019) พบว่า กรดโอเลอิกจะถูกเปลี่ยนเป็นสารอินทรีย์ชนิดอื่นเมื่อได้รับความร้อนพร้อมกับมีสารเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) เมื่อน้ำมันมะพร้าวจะทำปฏิกิริยากับเอทานอล และมี NaOH เป็นสารเร่งปฏิกิริยา พร้อมกับการให้ความร้อนไม่ต่ำกว่า 60 นาที เพื่อเปลี่ยนกรดไขมันให้เป็นสารประกอบเอสเทอร์ (Ester) ระหว่างปฏิกิริยา NaOH ซึ่งมีความเป็นด่างอย่างรุนแรงอาจเปลี่ยนกรดโอเลอิกให้เป็นสารชนิดอื่น จึงพบกรดโอเลอิกในน้ำมันสกัดเย็นในปริมาณน้อย ดังนั้น การศึกษาในลำดับต่อไปควรเลือกใช้วิธีการตรวจสอบองค์ประกอบในน้ำมันมะพร้าวโดยไม่ผ่านปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีสมบัติเป็นกรดหรือด่างพร้อมกับการใช้ความร้อน

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปริมาณโอเมกา-9 หรือกรดโอเลอิกในน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงกับสีเขียว ทำให้ทราบถึงสถานะที่แตกต่างกันในการหมักน้ำกะทิจากมะพร้าวทั้งสองสายพันธุ์เพื่อให้ได้น้ำมันในปริมาณมากที่สุด โดยมะพร้าวเปลือกสีเขียวใช้อัตราส่วนระหว่างเนื้อต่อน้ำ 1:1.0 โดยน้ำหนัก ด้วยเวลาหมัก 2 วัน มะพร้าวเปลือกสีแดง จะใช้อัตราส่วนระหว่างเนื้อต่อน้ำ 1:2.0 โดยน้ำหนัก ด้วยเวลาหมัก 4 วัน น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงสามารถต้านทานการเกิดปฏิกิริยา

ออกซิเดชันที่ทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้ดีกว่าน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวเนื่องจากค่าความเป็นกรดของน้ำมันสกัดเย็นที่ต่ำกว่าประมาณ 5 เท่า และปริมาณกรดไขมันอิสระที่ต่ำกว่าประมาณ 6.5 เท่า ความหนืดที่อุณหภูมิเดียวกันของน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงที่ต่ำกว่า พลังงานแคลอรีของน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงมีค่าต่ำกว่าน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีเขียวมากกว่า 10 เท่า ปริมาณโอเมกา-9 ในน้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวเปลือกสีแดงมีปริมาณที่สูงกว่ามะพร้าวมีเปลือกสีเขียวถึงร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก หรือ 1.7 เท่า ดังนั้น น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวที่มีเปลือกสีแดงมีประโยชน์สำหรับการบริโภคเพื่อสุขภาพจากสมบัติของความเป็นกรดที่ต่ำ ดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ง่ายจากความหนืดที่ต่ำกว่า พลังงานแคลอรีที่น้อยกว่า และประโยชน์จากปริมาณของกรดโอเลอิกที่มีปริมาณมากกว่า ขณะที่น้ำมันสกัดเย็นจากมะพร้าวที่มีเปลือกสีเขียวมีประโยชน์สำหรับการใช้ภายนอก เช่น การใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางประพินผิว และประโยชน์ทั่วไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยได้รับผลมะพร้าวจากชาวสวนในจังหวัด น่าน อุดรดิตถ์ สุโขทัย เติรียมน้ำกะทิจากคุณอมรรัตน์ ตาเหียง คุณจุฑามาศ สมสุข คุณพรพิมล วังตัน และคุณกัลยา พอใจ อุปกรณ์ทดลองหาจุดเดือด และ TLC โดย คุณนพดล บุญยรัตพันธุ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน อนุเคราะห์การทดสอบความหนืดของน้ำมันมะพร้าว อาจารย์วิเชียร พงษ์พิชิต แผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคอุดรดิตถ์ให้ความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์พลังงานแคลอรีและขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Abduh MY, Syaripudin, Putri LW, Manurung R. Effect of storage time on moisture content of Reutealis trisperma seed and its effect on acid value of the isolated oil and produced biodiesel. Energy Reports 2019;5:1375-1380.
- Agarwal RK, Bosco SJD. Extraction processes of virgin coconut oil. MOJ Food Processing & Technology 2017;4(2):54-56.
- Al-Fatlawi AFM, Abbas NM. Investigating Peroxides and Acid Value in used Edible Vegetable Oils. The Iraqi Journal of Agricultural Science 2010;41(4):123-132.
- Altinoz MA, Ozpinar A, Seyfried TN. Caprylic (Octanoic) Acid as a Potential fatty acid chemotherapeutic for glioblastoma. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids 2020;159:102142.
- Arikrit S. Thai coconut species, 2021. Available at: multimedia_document_d57449b033c7 a6a3e0760c54 b1265. Accessed June 18, 2023.
- Asiah N, Cempaka L, Maulidini T. Comparative Study: Physico-Chemical properties of virgin coconut oil using various culture. Asia Pacific Journal of Sustainable Agriculture Food and Energy 2018;6(2):1-5.

- Banim P JR, Luben R, Khaw KT, Hart AR. Dietary oleic acid is inversely associated with pancreatic cancer – Data from food diaries in a cohort study. *Pancreatolog* 2018;18:655-660.
- Bhat S, Maganja D, Huang L, Wu JHY, Marklund M. Influence of Heating during cooking on trans fatty acid content of edible oils: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients* 2022;14:14071489.
- Cabezudo I, Salazar MO, Ramallo IA, Furlan RLE. Effect-directed analysis in food by thin-layer chromatography assays. *Food Chemistry* 2022;390:132937.
- Cunico LP, Ceriani R, Guirardello R. Estimation of physical properties of vegetable oils and biodiesel using group contribution methods. *Chemical Engineering Transactions* 2013;32:535-540.
- Dhaygude V, Soós A, Juhász R, Somogyi L. Characterization of coconut oil flow behavior. *Progress in Agricultural Engineering Sciences* 2018;14(S1):57-67.
- Farag MA, Gad MZ, Omega-9 fatty acids: potential roles in inflammation and cancer management. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology* 2022;11(1):126-135.e5.
- Fasina OO, Colley Z. Viscosity and specific heat of vegetable oils as a function of temperature: 35°C to 180°C. *International Journal of Food Properties* 2008;11:738-746.
- Galán-Arriero I, Serrano-Muñoz D, Gómez-Soriano J, Goicoechea C, Taylor J, Velasco A, Ávila-Martín G. The role of Omega-3 and Omega-9 fatty acids for the treatment of neuropathic pain after neurotrauma. *Biochimica et Biophysica Acta* 2017;1859(9):1629-1635.
- Gravalos I, Gialamas T, Koutsofotis Z, Kateris D, Tsiropoulos Z, Xyradakis P, GEORGIADIS A. Energetic study on animal fats and vegetable oils using combustion bomb calorimeter. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science)* 2008;4(1):69-74.
- Gutiérrez-García AG, Contreras CM, Díaz-Martí C. Myristic acid in amniotic fluid produces appetitive responses in human newborns. *Early Human Development* 2017;155:32-37.
- Habarakada A, Perumpuli PABN, Thathsaranee WTNV, Wanninaika IP. Physical, chemical, and nutritional quality parameters of three different types of oil: determination of their reusability in deep frying. *Food Research* 2021;5(5):226-235.
- Hoekman SK, Broch A, Robbins C, Cenicerós E, Natarajan M. Review of biodiesel composition, properties, and specifications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2012;16(1):143-169.
- Hu W, Wang H, Lin H, Zheng Y, Ng S, Shi M. et al. Catalytic decomposition of oleic acid to fuels and chemicals: Roles of catalyst acidity and basicity on product distribution and reaction pathways. *Catalysts* 2019;9:1063.
- IvyPanda. Micro Method determination of boiling point of hydrocarbons. 2022. Available at: <https://ivypanda.com/essays/micro-method-determination-of-boiling-point-of-hydrocarbons/>. Accessed June 18, 2023.
- Kaushik K, Dubey D, Jeyaseelan C, Upadhyaya KC, Chimote V, Veluchamy R, Kumar A. Biodiesel production from *Hiptage benghalensis* seed oil. *Industrial Crops & Products* 2020;144:112027.

- Keawchuen M, Punsuvon V, Leelawatcharamas V. Virgin cold-pressed coconut oil separation from coconut milk using refrigerated centrifuge. The 9th National Conference Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus 2012; 2347-2353.
- Koreeda M. Thin-Layer Chromatography (TLC). Padias 2011; 165-172.
- KU-BEDO Coconut BioBank, 2018. Available at: <http://sinin.kps.ku.ac.th/cocomate/images/coco3/03/10.html>. Accessed June 18, 2023.
- Loison C, Mendy F, Sérougne C, Lutton C. Dietary myristic acid modifies the HDL-cholesterol concentration and liver scavenger receptor BI expression in the hamster. *British Journal of Nutrition* 2002;87(3):199–210.
- Lv L, Wang X, Wu H. Assessment of palmitic acid toxicity to animal hearts and other major organs based on acute toxicity, network pharmacology, and molecular docking. *Computers in Biology and Medicine* 2023;158:106899.
- Maini ZA, Lopez CM. Transitions in bacterial communities across two fermentation-based virgin coconut oil (VCO) production processes. *Heliyon* 2022;8(8):e10154.
- Medeiros-de-Moraes IM, Gonçalves-de-Albuquerque CF, Kurz ARM, de Jesus Oliveira FM, de Abreu VHP, Torres RC, Carvalho VF, Estado V, Bozza PT, Sperandio M, de Castro-Faria-Neto HC, Silva AR. Omega-9 Oleic Acid, the Main Compound of Olive Oil, Mitigates Inflammation during Experimental Sepsis. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2018;(4):1-13.
- Mehta PS, Anand K. Estimation of a lower heating value of vegetable oil and biodiesel fuel. *Energy and Fuel* 2009;23:3893-3898.
- Melo RB, de Barros Silva PG, Oriá RB, de Souza Melo JU, da Silva Martins C, Cunha Am, Vasconcelos PRL. Anti-inflammatory effect of a fatty acid mixture with high ω -9: ω -6 ratio and low ω -6: ω -3 ratio on rats submitted to dental extraction. *Archives of Oral Biology* 2017;74: 63–68.
- Nie W, Xu F, Zhou K, Yang X, Zhou H, Xu B. Stearic acid prevent alcohol-induced liver damage by regulating the gut microbiota. *Food Research International* 2022;155:111095.
- Odoom W, Bart-Plange A, Darko JO, Addo A. Quality assessment of moisture content, free fatty acids and acid value of coconut oil produced in the Jomoro District of the Western Region of Ghana. *Journal of Research in Agriculture* 2014;3(1):205–210.
- Onu P, Mbohwa C. New approach and prospects of agrowaste resources conversion for energy systems performance and development. In *Agricultural Waste Diversity and Sustainability Issues*; 2021.
- Palakawong Na Ayudhya C, Ratmanee P, Study of the qualities, the advantages in food and the shelf-life of coconut oil. *Programmed of Food Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University*; 2015.
- Palomer X, Pizarro-Delgado JE, Barroso, Vázquez-Carrera M. Palmitic and oleic acid: The Yin and Yang of Fatty Acids in Type 2 Diabetes Mellitus. *Trend in Endocrinology & Metabolism* 2018;29(3):178–190.
- Popaiboon J, Yujaroen D, Kocharit B. Biodiesel from transesterification reaction by using acid catalyst. *Bachelor of Engineering (Chemical Engineering), Burapha University*; 2004.

- Prapun R. Study on extraction, quality and application of virgin coconut oil. Master Degree Thesis, Prince of Songkla University; 2016.
- Punpunya S, Pathaveerat S. Study manufacture of virgin coconut oil by freezing method. The 6th TSAE International Conference:TSAE 2013; 457-461.
- Rukke EO, Schüller RB. Viscosity of a selection of edible oils and blends of oils at different temperatures. Annual Transactions of The Nordic Rheology Society 2017;25:287–292.
- Sandhya S, Talukdar J. Chemical and biological properties of lauric acid: A review. International Journal of Advance Research 2016;4(7):1123-1128.
- Shen J, Zhu S, Liu X, Zhang H, Tan J. Measurement of heating value of rice husk by using oxygen bomb calorimeter with benzoic acid as combustion adjuvant. Energy Procedia 2012;17:208-213.
- Sitinjak EM, Masmur I, Marbun NVMD, Gultom G, Sitanggang Y, Mustakim. Preparation of Mg, Ca, Sr and Ba-based silicate as adsorbent of free fatty acid from crude palm oil. Chemical Data Collections 2022;41:100910.
- Suhartono, Suharto, Ahyati AE. The properties of vegetable cooking oil as a fuel and its utilization in a modified pressurized cooking stove. 2nd international Tropical Renewable Energy Conference (i-TREC). 2018.
- Sundrasegaran S, Mah SH. Extraction methods of virgin coconut oil and palm-pressed mesocarp oil and their phytonutrients. eFood 2020;1(6):381-391.
- Sungpud C, Sungpud J, Sujarit C, The different stages of coconut fruit and environmental factors affect to the quality of coconut oil fermented by lactobacillus plantarum (BCC 47647). Thaksin J 2015; 18(3):9-16.
- Szczuko M, Zapatońska-Chwyc M, Drozd A, Maciejewska D, Starczewski A, Stachowska E. Metabolic pathways of oleic and palmitic acid are intensified in PCOS patients with normal androgen levels. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids 2017;126:105-111.
- Tanaka H, Watanabe A, Konishi M, Nakai Y, Yoshioka H, Ohkawara T, Takeda H, Harashima H, Akita H. The delivery of mRNA to colon inflammatory lesions by lipid-nano-particles containing environmentally-sensitive lipid-like materials with oleic acid scaffolds. Heliyon 2018;4:e00959.
- Taylor CW, Bowden SA. What about nitrogen? Using nitrogen as a carrier gas during the analysis of petroleum biomarkers by gas chromatography mass spectrometry. Journal of Chromatography A 2023;463989.
- Thanuja TT, Sreekala GS, Meenakumari KS. Isolation of microorganism from the fermented coconut milk and comparison of quality parameters of virgin coconut oil recovered by induced fermentation. International Journal of Advanced Research 2016;4(6):1927-1934.
- Toscano G, Maldini E. Analysis of the Physical and Chemical Characteristic of Vegetable Oils as Fuel. Journal of Agricultural Engineering 2007;38(3):39-47.
- Uttayarat C. Virgin Coconut Oil. Journal of Yala Rajabhat University 2011;6(1):50-61.

- Vicentini-Polette CM, Ramos PR, Gonçalves CB, De Oliveira AL. Determination of free fatty acids in crude vegetable oil samples obtained by high-pressure processes. *Food Chemistry: X* 2021;12:100166.
- Wang X, Dang Q, Liu C, Chang G, Song H, Xu Q, Ma Y, Li B, Zhang B, Cha D. Antibacterial porous sponge fabricated with capric acid-grafted chitosan and oxidized dextran as a novel hemostatic dressing. *Carbohydrate Polymers* 2022;277:118782.
- Watanabe N, Komiya Y, Sato Y, Watanabe Y, Suzuki T, Arihara K. Oleic acid up-regulates myosin heavy chain (MyHC) 1 expression and increases mitochondrial mass and maximum respiration in C2C12 myoblasts. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 2020;525:406-411.
- Zahir E, Saeed R, Hameed MA, Yousuf A. Study of physicochemical properties of edible oil and evaluation of frying oil quality by Fourier Transform-Infrared (FT-IR) Spectroscopy. *Arabian Journal of Chemistry* 2017;10(2):3870-3876.