



การเปรียบเทียบวิธีการสกัดไขมันจากเมล็ดเงาะแบบบิเบียนและร้อนต่อสมบัติทางชีวภาพและองค์ประกอบไขมัน

พิชญอร ไหมสุทธิสกุล* และ เหมือนหมาย อภินทนาพงษ์

สาขาวิชาบูรณาการส่งเสริมสุขภาพและความงาม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

วิชมนี ยืนยงพุทธกาล

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0 2697 6505 อีเมล: pitchaon_mai@utcc.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2026.03.001

รับเมื่อ 8 กรกฎาคม 2568 แก้ไขเมื่อ 26 กันยายน 2568 ตอกรับเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2568 เผยแพร่ออนไลน์ 5 มีนาคม 2569

© 2026 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการสกัดไขมันจากเมล็ดเงาะ (*Nephelium lappaceum* L.) แบบบิเบียนและบิเบียนด้วยวิธีซอกท์เลต โดยประเมินปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ศักยภาพการต้านการอักเสบ องค์ประกอบของกรดไขมัน และสเปกตรัมช่วงยูวี ผลการศึกษาพบว่าไขมันที่ได้จากการบิเบียนมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด (44.93 ± 0.12 มิลลิกรัม GAE ต่อกรัมน้ำมัน) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ($IC_{50} = 371.77 \pm 0.24$ ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) กิจกรรมการคีเลตโลหะ ($25.45 \pm 0.76\%$) และศักยภาพในการยับยั้งการอักเสบ (46.74 ± 6.53 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) สูงกว่าไขมันแบบบิเบียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ไขมันที่ได้จากการบิเบียนมีสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวรวมสูงกว่าไขมันที่ได้จากการบิเบียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเฉพาะกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวที่ประกอบด้วยกรดโอเลอิก (C18:1n-9) เป็นหลัก อย่างไรก็ตามไขมันที่ได้จากการบิเบียนมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวสูงโดยเฉพาะกรดปาล์มติก (C16:0) และกรดสเตียริก (C18:0) ค่าดัชนีก่อโรคหลอดเลือดแดงแข็ง (Atherogenic Index) และดัชนีก่อลิ่มเลือด (Thrombogenic Index) ของไขมันเงาะจากการบิเบียนมีค่า 0.595 และ 1.128 ตามลำดับ นอกจากนี้การดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 290–320 นาโนเมตรของไขมันสกัดเย็น มีค่าสูงกว่าไขมันสกัดร้อน จากการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าวิธีการบิเบียนเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการสกัดไขมันจากเมล็ดเงาะเพื่อนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางหรืออาหารสุขภาพที่ต้องการคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบ

คำสำคัญ: ไขมันเมล็ดเงาะ การสกัด สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ศักยภาพการต้านการอักเสบ



Comparison of Cold-pressed and Hot Extraction Methods of Rambutan Seed Fat on Bioactive Properties and Fatty Acid Composition

Pitchaon Maisuthisakul* and Muanmai Apintanapong

Department of Integrated Wellness and Beauty, Faculty of Science and Technology, University of the Thai Chamber of Commerce, Bangkok, Thailand

Wichamaneeyuenyongputtakal

Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University, Bangkok, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 0 2697 6505, E-mail: pitchaon_mai@utcc.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2026.03.001

Received 8 July 2025; Revised 26 September 2025; Accepted 20 November 2025; Published online: 5 March 2026

© 2026 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

This study aimed to compare the efficiency of fat extraction from rambutan seeds (*Nephelium lappaceum* L.) using cold-pressing and hot-press extraction via the Soxhlet method. The extracted fats were evaluated for their bioactive compound content, antioxidant activity, anti-inflammatory potential, fatty acid composition, and UV absorption spectra. The results showed that the cold-pressed oil exhibited significantly higher total phenolic content (44.93 ± 0.12 mg GAE/g oil), stronger antioxidant activity ($IC_{50} = 371.77 \pm 0.24$ μ g/mL), metal-chelating capacity ($25.45 \pm 0.76\%$), and anti-inflammatory activity (46.74 ± 6.53 μ g/mL) than the hot-pressed oil obtained via Soxhlet extraction ($p < 0.05$). Additionally, the cold-pressed fat contained a significantly higher proportion of total unsaturated fatty acids ($p < 0.05$), particularly monounsaturated fatty acids dominated by oleic acid (C18:1n-9). In contrast, the hot-pressed fat contained higher levels of saturated fatty acids, especially palmitic acid (C16:0) and stearic acid (C18:0). The atherogenic and thrombogenic indices of the cold-pressed rambutan fat were 0.595 and 1.128, respectively. Moreover, the cold-pressed oil exhibited greater UV absorption in the 290–320 nm range. These findings indicate that cold-press extraction is the more suitable method for obtaining rambutan seed fat intended for use in cosmetic or health food products requiring antioxidant and anti-inflammatory properties.

Keywords: Rambutan Seed Oil, Extraction, Bioactive Compounds, Antioxidant Activity, Anti-inflammatory Potential

Please cite this article as: P. Maisuthisakul, M. Apintanapong, and W. Yuenyongputtakal, "Comparison of cold-pressed and hot extraction methods of rambutan seed fat on bioactive properties and fatty acid composition," *The Journal of KMUTNB*, vol. 36, no. 2, pp. 1–13, Apr.–Jun. 2026 (in Thai), Art. no. 262-038088, doi: 10.14416/j.kmutnb.2026.03.001.

1. บทนำ

เมล็ดงา (*Nephelium lappaceum* Linn.) มีรสขมแต่นิยมนำมาบริโภคหลังจากคั่วแล้วในบางประเทศแถบเอเชีย [1], [2] ในอุตสาหกรรมการแปรรูปงาของไทยพบว่า มีเมล็ดงา (มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 4–9 ของน้ำหนักผล) ถูกแยกออกระหว่างกระบวนการผลิต และมักถูกทิ้งเป็นของเสีย เมล็ดงาถือว่ามีความสำคัญในการนำมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องสำอาง เนื่องจากมีปริมาณไขมัน (33.4–39.13%) โปรตีน (7.8–12.4%) คาร์โบไฮเดรต (46–48.10%) โยอาหาร (11.6%) และเถ้า (1.22%) สูง ในรูปของน้ำหนักแห้ง [2]–[5] นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งไขมันที่ดีแล้วเมล็ดงายังมีองค์ประกอบของกรดไขมันที่น่าสนใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดโอเลอิก และกรดสเตียริก [3] นอกจากนี้เมล็ดงามีฤทธิ์ต้านจุลชีพต่อแบคทีเรีย แกรมบวกและแกรมลบ รวมทั้งมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ [6], [7] และมีสารประกอบที่ช่วยต้านเบาหวานโดยการประเมินจากกิจกรรมของเอนไซม์อัลฟาไกลูโคซิเดสและระดับไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งบ่งชี้ถึงศักยภาพในการป้องกันและรักษาโรคเบาหวานประเภท 2 [8] รวมทั้งความสามารถในการป้องกันแสงแดดของไขมันจากเมล็ดงา [9] อย่างไรก็ตามยังมีรายงานทางวิทยาศาสตร์จำนวนน้อยมากที่ยืนยันถึงฤทธิ์ด้านการอักเสบของไขมันเมล็ดงา โดยเฉพาะอย่างยิ่งฤทธิ์ต้านโปรตีนเอส ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญถึงศักยภาพในการต้านการอักเสบ เนื่องจากเป็นการประเมินความสามารถในการควบคุมกลไกสำคัญที่นำไปสู่การทำลายเนื้อเยื่อและภาวะอักเสบ [10]

สารพฤกษเคมีหลักที่พบในเมล็ดงา ได้แก่ กรดเอลลาจิก (Ellagic Acid) คอริลาจิน (Corilagin) เจอรานิน (Geraniin) เควอซิทิน (Quercetin) และ รุทีน (Rutin) [11] ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์หลักในไขมันเมล็ดงามากเป็นสารประกอบฟีนอลิกที่ละลายในไขมัน โดยปกติปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณฟีนอลิกและฤทธิ์ทางชีวภาพของไขมันเมล็ดงามีหลากหลาย เช่น พันธุ์ สภาพภูมิอากาศ การเก็บเกี่ยว และกระบวนการสกัด การศึกษาจำนวนมากแสดงให้เห็นว่าเมล็ดงาจากแหล่งที่แตกต่างกันมีปริมาณและองค์ประกอบของฟีนอลิกที่แตกต่างกัน ซึ่งนำไปสู่ฤทธิ์ทางชีวภาพที่แตกต่างกัน [12],

[13] ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการสกัดไขมันจากเมล็ดงาเพื่อให้ได้สารฟีนอลิกปริมาณสูงสุด เป็นที่ทราบกันดีว่าการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากพืชขึ้นอยู่กับชนิดของวิธีการสกัดที่ใช้ ดังนั้นกระบวนการสกัดจึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการวิจัยที่เกี่ยวข้อง [14] การสกัดไขมันเมล็ดงาแบบดั้งเดิม ได้แก่ การบีบเย็น (Cold Pressing) และการสกัดด้วยความร้อน ซึ่งรวมถึงการกลั่นกลับ (Reflux) การเขย่า (Shaking) และการกวน (Stirring) รวมทั้งการสกัดด้วยเทคโนโลยีขั้นสูง ได้แก่ การสกัดด้วยไมโครเวฟ (Microwave-assisted Extraction; MAE) การสกัดด้วยคลื่นอัลตราโซนิก (Ultrasonic-assisted Extraction; UAE) และการสกัดด้วยของไหลวิกฤตยิ่งยวด (Supercritical Fluid Extraction; SFE) โดยส่วนใหญ่การศึกษาที่ผ่านมามักเลือกใช้วิธีการสกัดแบบดั้งเดิมในการเตรียมไขมันจากเมล็ดงา [15]–[17] รวมทั้งการสกัดไขมันในระดับอุตสาหกรรมจำเป็นต้องพิจารณาวิธีการที่ง่ายและต้นทุนไม่สูง ดังนั้นการสกัดเย็นและการสกัดด้วยความร้อนจึงเป็นวิธีการที่น่าสนใจในเชิงพาณิชย์ งานวิจัยนี้จึงมีความสนใจศึกษาผลของวิธีการสกัดแบบบีบเย็นและการสกัดด้วยความร้อนด้วยซอกท์เลตต่อปริมาณฟีนอลิก ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ความสามารถในการต้านการอักเสบ และองค์ประกอบของกรดไขมันเมล็ดงาที่สกัดได้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสนับสนุนความเป็นไปได้ของการนำเมล็ดงาที่เป็นของเหลือทิ้งจากการแปรรูปอาหารมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องสำอางต่อไป

2. วิธีการทดลอง

2.1 วัตถุดิบและสารเคมี

เมล็ดงาจากผู้ผลิตในจังหวัดสมุทรสาคร ประเทศไทย ระหว่างเดือนเมษายนถึงกรกฎาคม พ.ศ. 2566 สารเคมีในการทดลองเป็นเกรดรีเอเจนต์ซื้อมาจากบริษัท Merck (Darmstadt, Germany)

2.2 การเตรียมตัวอย่าง

เมล็ดงาถูกนำมาล้างและเก็บไว้ในช่องแช่แข็งเป็นเวลา 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นนำเมล็ดออกมาละลายน้ำ

โดยให้น้ำไหลผ่านเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จึงนำส่วนของเนื้อในเมล็ดออกด้วยมือ เนื้อในเมล็ดที่ได้ถูกนำไปอบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อน (Kluay Num Thai Machinery Ltd. ประเทศไทย) ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนกระทั่งความชื้นลดลงเหลือ 8% (น้ำหนักแห้ง) เนื้อในเมล็ดที่เตรียมไว้จะถูกเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปใช้ในการทดลอง

2.3 การสกัดไขมัน

นำเมล็ดเงาะแห้งมาบดและสกัดด้วยวิธีซอกซ์เลต (Soxhlet Extraction; SE) และการบีบเย็น (Cold Pressed Extraction; CP) สำหรับ SE ใช้เฮกเซน (อัตราส่วน 1:5 w/v) ในการสกัดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ส่วน CP ใช้เครื่องบีบแบบเกลียว (Thayonn รุ่น TP-5) โดยมีอัตราการป้อน 20 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความเร็วรอบ 25 รอบต่อนาที และความกว้างของเกลียว 15 มิลลิเมตร ไขมันเมล็ดเงาะ (Rambutan Seed Fat; RSF) ที่ได้จะถูกเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ในที่มีด ไขมันเมล็ดเงาะที่ได้จะถูกนำไปหาร้อยละปริมาณผลผลิต (%yield) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic Content; TP) กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (Antiradical Activity; AA) กิจกรรมการคีเลตโลหะ (Metal Chelating Activity; MCA) ความสามารถในการต้านการอักเสบ (Anti-inflammation Activity; AIAC) องค์ประกอบของกรดไขมัน (Fatty Acid Profile; FA) และสเปกตรัมช่วง UV (UV Spectrum; US) การวิเคราะห์ทั้งหมดทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

2.4 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและด้านการอักเสบ

ไขมันเมล็ดเงาะที่ได้จะถูกนำไปวัดค่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร คำนวณเป็น mM Gallic Acid Equivalent Per Gram ตามวิธีของ Maisuthisakul และ Gordon [18] วิเคราะห์กิจกรรมในการต้านอนุมูลอิสระ (AA) ด้วยวิธี 2, 2'-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) Free Radical Assay ตามวิธีของ Maisuthisakul และ Changchup [19] โดยใช้

α -tocopherol เป็นสารมาตรฐานเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบและกิจกรรมการคีเลตโลหะ (MCA) ตามวิธีของ Maisuthisakul และ Gordon [18] โดยใช้สารละลายเฟอร์รัสคลอไรด์ ทำปฏิกิริยา โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 562 นาโนเมตร

สมบัติด้านการอักเสบของไขมันเมล็ดเงาะ วัดด้วยวิธี Antiprotease Activity ดัดแปลงจากวิธีของ Rawlings และ Barrett [20] โดยเตรียมสารผสมปฏิกิริยาซึ่งประกอบด้วยบัฟเฟอร์ Tris-HCl 0.1 โมลาร์ (pH 8.0) ปริมาตร 110 ไมโครลิตร เอนไซม์ทริปซินความเข้มข้น 0.36 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ปริมาตร 30 ไมโครลิตร และสารละลายไขมันเมล็ดเงาะในความเข้มข้นที่แตกต่างกัน หลังจากบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จึงเติมสารตั้งต้น BapNA ปริมาตร 30 ไมโครลิตร ที่อยู่ใน Dimethyl Sulfoxide (DMSO) 1.5 มิลลิโมลาร์ จากนั้นรายงานผลค่าความเข้มข้นที่ให้การดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตรเท่ากับ 0.500 ± 0.010

2.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันและสเปกตรัมช่วงยูวี

ทำการเตรียมเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน (Fatty Acid Methyl Esterification) ของไขมันเมล็ดเงาะ จากนั้นทำการหาปริมาณกรดไขมันโดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีรุ่น 7890 A (Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA) และคอลัมน์ CP-Sil 88 (100 เมตร \times 0.25 มิลลิเมตร, 0.20 ไมโครเมตร, Agilent, USA) การระบุชนิด (Qualification) ทำโดยการเปรียบเทียบเวลาการคงอยู่ของพีคตัวอย่างกับสารมาตรฐาน และการหาปริมาณกรดไขมัน (แสดงเป็น % ของกรดไขมันทั้งหมด) ทำโดยใช้วิธีการปรับค่าพื้นที่ใต้พีคให้เป็นมาตรฐาน (Peak Area Normalization) ตามวิธีของ Cui และคณะ [21]

คุณค่าทางโภชนาการของกรดไขมันที่ได้จากไขมันเมล็ดเงาะ ได้รับการประเมินเพิ่มเติมโดยการคำนวณ ดัชนีหลอดเลือดแข็ง (Atherosclerotic Index; AI) และ ดัชนีลิ่มเลือด (Thrombotic Index; TI) โดยใช้วิธีการคำนวณ

ที่อธิบายโดย Sandi และคณะ [22] ดังสมการที่ (1) และ (2) ดังนี้

$$AI = \frac{C12:0 + (C14:0) + C16:0}{MUFA + PUFA} \quad (1)$$

$$PI = \frac{C14:0 + (C16:0) + C18:0}{(0.5 \times MUFA) + (0.5 \times n-6 PUFA) + (0.5 \times n-3 PUFA) + (n-3 PUFA/n-6 PUFA)} \quad (2)$$

โดย MUFA หมายถึง Total Mono-unsaturated Fatty Acid, PUFA หมายถึง Poly-unsaturated Fatty Acid ทุกตัวแปรที่มีค่าแสดงดังตารางที่ 2

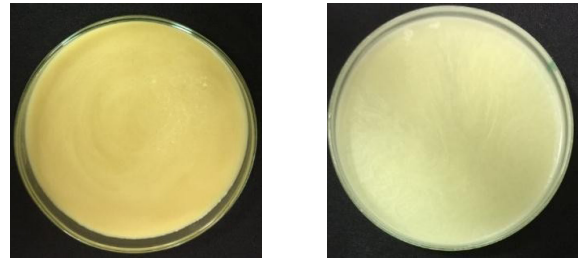
นอกจากนี้ นำไขมันเมล็ดเงาะมาทำการวิเคราะห์ Triglyceride, Diglyceride, Free Fatty Acid ด้วย High-performance Size-exclusion Chromatography [23] เตรียมตัวอย่างโดยสกัดไขมันเมล็ดเงาะด้วยตัวทำละลาย n-hexane แล้วนำสารละลายที่ได้กรองผ่านกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร โดยใช้คอลัมน์ Phenogel 100 อังสตรอม (300 มิลลิเมตร x เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (ID) 7.8 มิลลิเมตร, 5 ไมโครเมตร, Phenomenex, USA) ตรวจด้วย Evaporative Light Scattering Detector (ELSD) ทำการปรับเทียบด้วยมาตรฐานเชิงปริมาณ เพื่อสร้างกราฟมาตรฐาน รวมทั้งการวัดค่าการดูดกลืนแสงของไขมันเมล็ดเงาะที่ความยาวคลื่น 290–320 นาโนเมตร

2.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ค่าที่ได้จากการทดลองทั้งหมดได้จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS for Windows Version 12.0 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธีทดสอบแบบ Triangle Test ใช้วิธี Two-tailed Binomial Test

3. ผลการทดลองและการอภิปรายผล

ไขมันเมล็ดเงาะที่สกัดด้วยวิธีบีบเย็นจะให้ปริมาณไขมัน



(ก)

(ข)

รูปที่ 1 สีของของไขมันเมล็ดเงาะจากการสกัดด้วย (ก) การบีบเย็น (Cold Pressed Rambutan Seed Fat; CPRSF) และ (ข) การสกัดร้อนด้วยซอกซ์เลต (Soxhlet Extracted Rambutan Seed Fat; SERSF)

(Yield) ต่ำกว่าวิธีซอกซ์เลตอย่างมีนัยสำคัญ (28.01% และ 46.74% ตามลำดับ) ($p < 0.05$) และมีลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง โดยไขมันที่สกัดด้วยวิธีบีบเย็นมีสีเข้มกว่า (รูปที่ 1 (ก)-(ข)) เนื่องจากไขมันยังคงมีสารประกอบธรรมชาติ (Bioactive Compounds) มากกว่าวิธีสกัดที่ใช้ความร้อน เช่น โพลีฟีนอล แคโรทีนอยด์ ที่มีบทบาทต้านอนุมูลอิสระ สอดคล้องกับค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่า (ตารางที่ 1) จากรายงานการวิจัยของ Suksawat และคณะ [9] พบว่าความคงตัวของออกซิเดชันและค่าการป้องกันรังสี UVB ของไขมันที่สกัดด้วยวิธีบีบเย็นดีกว่าการสกัดร้อนด้วยวิธีซอกซ์เลตแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของไขมันเมล็ดเงาะที่สกัดด้วยวิธีบีบเย็นในการใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องสำอาง

3.1 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและด้านการอักเสบของไขมันเมล็ดเงาะ

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในงานวิจัยนี้เลือกใช้ การวิเคราะห์สมบัติต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH เนื่องจากเป็นวิธีมาตรฐานที่ง่าย รวดเร็ว และให้ผลได้อย่างแม่นยำ ส่วนความสามารถในการต้านการอักเสบของไขมันเมล็ดเงาะในงานวิจัยนี้เลือกใช้ Antiprotease Activity เนื่องจากกลไกนี้เกี่ยวข้องกับการอักเสบของเนื้อเยื่อ และภาวะอักเสบ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไขมันเมล็ดเงาะ

ไปใช้ทั้งในอาหารและเครื่องสำอาง

จากการวิเคราะห์สมบัติด้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH กิจกรรมการคีเลตโลหะ ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถด้านการอักเสบของไขมันเมล็ดเงาะ จากการสกัดด้วยการบีบเย็น (Cold Pressed Rambutan Seed Fat; CPRSF) และ การสกัดร้อนด้วยซอกซ์เลต (Soxhlet Extracted Rambutan Seed Fat; SERSF) ได้ผลดังตารางที่ 1 พบว่า CPRSF มีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant Activity; AA) สูงกว่า โดยค่า IC_{50} ของ CPRSF มีค่าต่ำกว่า (371.77 ± 0.24 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) เมื่อเทียบกับ SERSF (678.35 ± 0.98 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) (ค่า IC_{50} ต่ำกว่ามีประสิทธิผลมากกว่า) สอดคล้องกับค่า Total Phenolic Content (TP) ในไขมัน CPRSF อยู่ที่ 44.93 ± 0.12 มิลลิกรัม GAE ต่อกรัมไขมัน ซึ่งสูงกว่า SERSF อย่างมีนัยสำคัญ (30.18 ± 0.11 มิลลิกรัม GAE ต่อกรัมไขมัน) ($p < 0.05$) และใกล้เคียงกับค่า TP ของ α -tocopherol (45.19 ± 0.05 มิลลิกรัม GAE ต่อกรัมไขมัน) ทั้งนี้ปริมาณฟีนอลิกมีบทบาทสำคัญในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการสกัดเย็นสามารถรักษาสารออกฤทธิ์ที่ไวต่อความร้อนได้ดี ส่งผลให้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Lin และคณะ [24] ที่พบว่าน้ำมันจากพืชที่อุดมไปด้วยสารฟีนอลิกมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่า

กิจกรรมการคีเลตโลหะเป็นกลไกเสริมในการต้านอนุมูลอิสระใช้วัดความสามารถในการจับกับไอออนของโลหะ โดยเฉพาะโลหะทรานซิชัน เช่น เหล็ก (Fe^{2+}/Fe^{3+}) ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในร่างกายและอาหาร [18] MCA ของ CPRSF สูงกว่า SERSF อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แสดงถึงศักยภาพในการจับโลหะที่ดีกว่าของ CPRSF อย่างไรก็ตามปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของ CPRSF ใกล้เคียงกับ α -tocopherol แต่กลับพบว่า MCA ของ α -tocopherol มีค่าสูงกว่า MCA ของ CPRSF ถึง 1.65 เท่า ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Sánchez-Vioque และคณะ [25] ที่พบว่าปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับฤทธิ์การคีเลตโลหะน้อยกว่าเมื่อเทียบกับฤทธิ์ต้านอนุมูล

อิสระ อาจเนื่องมาจากว่าสารฟีนอลิกบางชนิดเท่านั้นที่มีศักยภาพเกิดสารเชิงซ้อนกับโลหะ [26]

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์สมบัติการต้านอนุมูลอิสระและด้านการอักเสบของไขมันเมล็ดเงาะจากการสกัดด้วยการบีบเย็น และการสกัดร้อนด้วยซอกซ์เลต*

ค่า	CPRSF	SERSF	α -tocopherol	Trypsin Inhibitor
TP (mg GAE/g oil)	44.93 ^c ± 0.12	30.18 ^b ± 0.11	45.19 ^a ± 0.05	ND
AA (IC ₅₀ , ug/mL)	371.77 ^b ± 0.24	678.35 ^c ± 0.98	0.356 ^a ± 0.05	ND
MCA (%)	25.45 ^b ± 0.76	19.67 ^a ± 0.64	42.04 ^c ± 0.26	ND
AIAC (μ g/mL)	46.74 ^c ± 6.53	28.01 ^b ± 2.92	ND	0.11 ^a ± 0.01

หมายเหตุ: * คือ ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b คือ ค่าในแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

TP หมายถึง ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

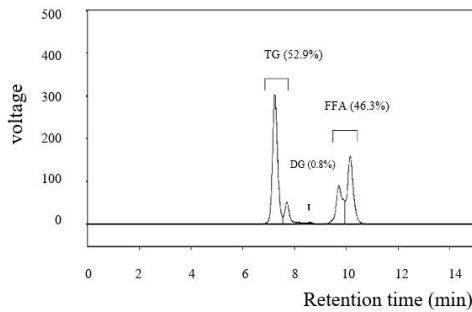
AA หมายถึง กิจกรรมในการต้านอนุมูลอิสระ

MCA หมายถึง กิจกรรมการคีเลตโลหะ

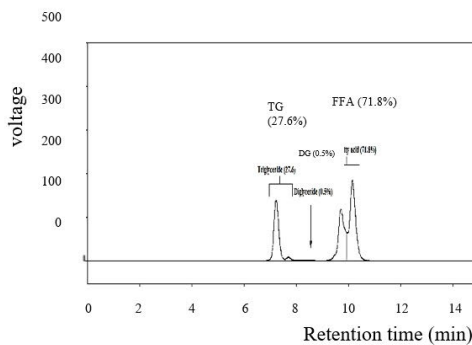
AIAC หมายถึง ความสามารถในการต้านการอักเสบ

ND หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

ความสามารถในการต้านการอักเสบมีหลายกลไก ในการวิเคราะห์แบบ *in vitro* เช่น 1) กลไกการต้านการอักเสบ โดยการยับยั้งการสร้างไนตริกออกไซด์ผ่าน iNOS Pathway 2) การลดการสร้างโปรสตาแกลนดิน (Prostaglandins) E_2 (PGE_2) ผ่าน COX-2 Pathway และ 3) การยับยั้งการผลิตไซโตไคน์ก่อการอักเสบ (Pro-inflammatory Cytokines) เป็นต้น ในการวิจัยนี้ทดสอบความสามารถในการต้านการอักเสบด้วยการประเมินการยับยั้งเอนไซม์โปรตีเอสในการเปลี่ยนโปรตีนอัลบูมิน เอนไซม์นี้มีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นกระบวนการอักเสบในร่างกายโดยเฉพาะอย่างยิ่งภาวะการอักเสบเฉียบพลัน ทำให้เกิดอาการแพ้ในการใช้เครื่องสำอางส่วนใหญ่ หากเอนไซม์โปรตีเอสถูกผลิตออกมามาก



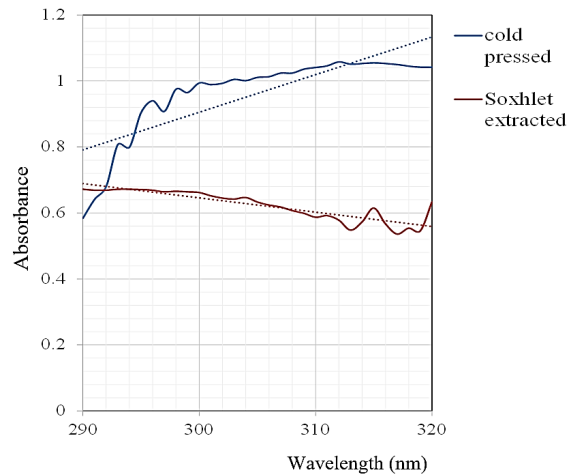
(ก)



(ข)

รูปที่ 2 โครมาโตแกรมแสดงองค์ประกอบของ Triglyceride Diglyceride และ Free Fatty Acid ของไขมันเมล็ดงาที่สกัดด้วย (ก) วิธีบีบเย็น และ (ข) การสกัดแบบชอกท์เลต

เกินไปจะนำไปสู่การทำลายเนื้อเยื่ออย่างต่อเนื่อง ทำให้การอักเสบรุนแรงขึ้นและกลายเป็นการอักเสบเรื้อรัง (Chronic Inflammation) จากการทดลองพบว่า CPRSF มีค่า AIAC สูงถึง 46.74 ± 6.53 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร แต่ SERSF มีค่าเพียง 28.01 ± 2.92 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยค่าที่สูงกว่านี้ชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการป้องกันการอักเสบที่ดีกว่า อย่างไรก็ตาม AIAC ของไขมันเมล็ดงามีค่าน้อยกว่ามาตรฐาน Trypsin Inhibitor จาก Corn (CAS 9035-81-8) ถึงประมาณ 250–420 เท่า (ตารางที่ 1) ทั้งนี้ยังไม่พบรายงานการวิจัยเกี่ยวกับฤทธิ์ด้านการอักเสบด้วยการยับยั้งเอนไซม์โปรตีเอสจากน้ำมันหรือไขมันเมล็ดงา พบเพียงรายงานวิจัยสารสกัดโปรตีนจาก Barnyard Millet ที่มีค่า AIAC น้อยกว่ามาตรฐาน Trypsin Inhibitor ถึง 650 เท่า [27] อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าน้ำมันจากเมล็ดพืช



รูปที่ 3 ค่าการดูดกลืนแสงของไขมันจากเมล็ดงาที่สกัดด้วยวิธีบีบเย็นและชอกท์เลตที่ความยาวคลื่นช่วง 290–320 นาโนเมตร

หลายชนิดมีความสามารถในการต้านการอักเสบ เช่น น้ำมันจากเมล็ดเทียนแดง (*Lepidium sativum* Seed Oil) [28] เมล็ดมะม่วง [29] แต่เป็นการยับยั้งการอักเสบในกลไกที่แตกต่างจากการวิเคราะห์ในการทดลองนี้

3.2 องค์ประกอบของกรดไขมันและสเปกตรัมช่วงยูวีของไขมันเมล็ดงา

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมัน ปริมาณ Triglyceride Diglyceride และ Free Fatty acid รวมทั้งค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นช่วง 290–320 นาโนเมตรของไขมันจากเมล็ดงาได้จากการสกัดด้วยวิธีบีบเย็นและการสกัดแบบชอกท์เลตได้ผลดังตารางที่ 2 และรูปที่ 2 (ก)–(ข) และ 3

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของกรดไขมันของ CPRSF และ SERSF พบว่า CPRSF มีสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวรวม (TUFA) สูงกว่า SERSF อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (50.48% และ 40.18% ตามลำดับ) โดยเฉพาะกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (MUFA) ซึ่งใน CPRSF อยู่ที่ 44.75% และประกอบด้วยกรดโอเลอิก (C18:1n-9) เป็นหลักซึ่งมีรายงานว่าส่งผลดีต่อสุขภาพหัวใจโดยช่วยลดระดับ

ตารางที่ 2 ชนิดและปริมาณของกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid Profile) ของไขมันเมล็ดงาที่สกัดด้วยวิธีบีบเย็น และชอกห์เลต

กรดไขมัน (FA) (% w/w methyl ester)	ชื่อสามัญ	CPRSF	SERSF
กรดไขมันอิ่มตัว			
C16:0	Palmitic acid	5.82 ^b ±0.19	4.72 ^a ±0.12
C18:0	Stearic acid	6.23 ^a ±0.10	7.12 ^b ±0.08
C20:0	Eicosanoic acid	30.02 ^a ±0.09	34.11 ^b ±0.08
C22:0	Docosanoic acid	2.73 ^b ±0.02	2.63 ^a ±0.05
C24:0	Tetracosanoic acid	0.33 ^b ±0.01	0.11 ^a ±0.01
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว			
C16:1n-7	Palmitoleic acid	0.53 ^b ±0.03	0.32 ^a ±0.02
C18:1n-9c	cis-9-Oleic acid	38.30 ^b ±0.08	34.11 ^a ±0.07
C20:1n-11	cis-11-Eicosenoic acid	5.40 ^b ±0.04	3.05 ^a ±0.03
C22:1n-9	Erucic acid	0.52 ^b ±0.02	0.23 ^a ±0.04
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน			
C18:2n-6	cis-9,12-Linoleic acid	3.27 ^b ±0.04	1.35 ^a ±0.09
C18:3n-3	alpha-Linolenic acid ns	2.46 ^b ±0.03	1.12 ^a ±0.04
กรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมด (SFA)		45.13 ^a ±0.08	48.69 ^b ±0.07
กรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมด (TUFA)		50.48 ^b ±0.04	40.18 ^a ±0.03
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวทั้งหมด (MUFA)		44.75 ^b ±0.05	37.71 ^a ±0.04
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนทั้งหมด (PUFA)		5.73 ^b ±0.05	2.47 ^a ±0.06
Ratio of n-6/n-3		1.33	1.20
PUFA/SFA		0.13	0.05
MUFA/PUFA		7.81	15.26
C18:1/C18:2		11.71	25.27
(MUFA+PUFA)/SFA		1.12	0.83
ดัชนีก่อโรคหลอดเลือดแดงแข็ง (AI)		0.595	1.128
ดัชนีก่อลิ่มเลือด (TI)		0.849	1.738

หมายเหตุ: ^a คือ ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

a, b คือ ค่าในแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

LDL-cholesterol ในร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่สูง โดยเฉพาะกรดโอเลอิกและไลโนเลอิกของไขมันเมล็ดงา มีบทบาทสำคัญในการฟื้นฟูและเสริมสร้างความชุ่มชื้นของผิวหนัง (Skin Barrier Function) ลดการสูญเสียน้ำผ่านผิวหนัง (Trans-epidermal Water Loss; TEWL) และมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ [20]

SERSF มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัว (SFA) สูงกว่า CPRSF (48.69% และ 45.13% ตามลำดับ) โดยเฉพาะกรดปาล์มติก (C16:0) และกรดสเตียริก (C18:0) ซึ่งหากบริโภคในปริมาณมากอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือด โดยทั่วไปกรดไขมันสายยาว เช่น กรดสเตียริก และกรดปาล์มติกช่วยเพิ่มความคงตัวของอิมัลชันในสูตรครีมหรือโลชั่น และ

เพิ่มความรู้สึกรุ่นสิ้นขณะใช้ผลิตภัณฑ์ [30] ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าการสกัดไขมันด้วยวิธีบีบเย็นจากเมล็ดงาได้ไขมันที่มีคุณภาพที่ดีในการนำไปใช้ในอาหารเชิงสุขภาพและเป็นส่วนประกอบในเวชสำอางที่เน้นผลลัพธ์สุขภาพของผิว

ค่า $n-6/n-3$ ของไขมันหรือน้ำมันที่นำมาบริโภคควรมีอัตราส่วนใกล้เคียง 1 เนื่องจากไขมันที่มีคุณภาพตามที่กำหนดนี้ เมื่อบริโภคเข้าไปมีความสามารถในการลดกระบวนการอักเสบในร่างกายและลดความเสี่ยงของโรคเรื้อรัง เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด [31] จากการทดลองพบว่าค่า $n-6/n-3$ อยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน (1.33 สำหรับ CPRSF และ 1.20 สำหรับ SERSF) ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ดีต่อสุขภาพ ในขณะที่ค่า PUFA/SFA ในไขมันที่ได้จากวิธีบีบเย็นสูงกว่าซอกท์เลต (0.13 และ 0.05 ตามลำดับ) แสดงถึงคุณสมบัติทางโภชนาการของ CPRSF ดีกว่า SERSF เพราะ PUFA มีบทบาทในการลดคอเลสเตอรอลและเสริมสร้างสุขภาพหัวใจ รวมถึงเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อการสร้างเซลล์ใหม่และการทำงานของระบบประสาท [31]

นอกจากนี้ค่าดัชนี MUFA/PUFA ที่สูงมากใน SERSF (15.26) เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการบีบเย็น (7.81) แสดงว่าไขมันจากซอกท์เลตมี MUFA ในสัดส่วนที่มาก ซึ่งส่งผลให้มีความเสถียรในการเก็บรักษาที่ดีกว่า แต่ก็ขาดคุณสมบัติที่ช่วยบำรุงผิวลึกในระดับเซลล์จากปริมาณ PUFA ที่น้อยกว่าแต่มีบทบาทเด่นกว่า โดยเฉพาะกรดไลโนเลอิก (C18:2) ที่ช่วยฟื้นฟูผิวและลดการสูญเสียน้ำที่ผิวหนึ่งดีกว่า ค่า C18:1/C18:2 ที่สูงใน SERSF (25.27) เมื่อเทียบกับการบีบเย็น (11.71) ชี้ให้เห็นว่าความเสถียรของไขมัน SERSF ที่ดีกว่าค่า (MUFA+PUFA)/SFA เป็นดัชนีภาพรวมของไขมันดีต่อไขมันอิ่มตัว ซึ่ง CPRSF ให้ค่าสูงกว่า SERSF (1.12 และ 0.83 ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่าไขมันบีบเย็นมีความสมดุลของกรดไขมันที่เหมาะสมมากกว่าสำหรับทั้งการบริโภคและการใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง โดยมีทั้ง MUFA ที่ให้ความเสถียรและ PUFA ที่ช่วยฟื้นฟูผิวอย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีก่อโรคหลอดเลือดแดงแข็ง (AI) และ ดัชนีก่อลิ่มเลือด (TI) ซึ่งเป็นดัชนีประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากไขมันในอาหารพบว่า CPRSF มีค่า AI และ TI

ต่ำกว่าคือ 0.595 และ 1.128 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับ SERSF ที่มีค่า AI (0.849) และ TI (1.738) จึงเป็นการยืนยันว่า CPRSF มีความเหมาะสมมากกว่าสำหรับการบริโภคในเชิงสุขภาพ โดยเฉพาะการลดความเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือด ดัชนีเหล่านี้สัมพันธ์กับสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวต่อกรดไขมันอิ่มตัว โดยค่า AI และ TI ที่ต่ำบ่งชี้ถึงคุณภาพของไขมันที่ดีกว่าในแง่สุขภาพ ผลการศึกษานี้จึงสนับสนุนว่าการใช้วิธีบีบเย็นเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการสกัดไขมันเมล็ดงาที่คงไว้ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการสูงสุดและยังเหมาะสมกับการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เวชสำอางที่เน้นการดูแลผิวในเชิงลึกอีกด้วย

ไตรกลีเซอไรด์เป็นส่วนประกอบหลักของไขมันและน้ำมัน มีผลต่อจุดหลอมเหลว ความหนืด และคุณสมบัติทางกายภาพอื่น ๆ ของไขมัน ไตรกลีเซอไรด์และกรดไขมันอิสระเป็นสารที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลาย (Hydrolysis) ของไตรกลีเซอไรด์โดยเอนไซม์ไลเปส (Lipase) หรือความร้อน จากรูปที่ 2 พบว่าไขมันที่สกัดด้วยวิธีบีบเย็นมีปริมาณไตรกลีเซอไรด์สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (52.9%) เมื่อเทียบกับวิธีซอกท์เลตที่มีเพียง 27.6% เนื่องจาก SERSF ใช้ความร้อนในการสกัดสอดคล้องกับปริมาณกรดไขมันอิสระไขมันที่สกัดด้วยวิธีซอกท์เลตมีปริมาณสูงกว่าเมื่อเทียบกับวิธีบีบเย็น

การวิเคราะห์ไขมันหรือน้ำมันด้วยการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 290–320 นาโนเมตร เพื่อตรวจหาปริมาณสารประกอบบางชนิดที่มีโครงสร้างที่เรียกว่า โครโมฟอร์ (Chromophore) ซึ่งมีอิเล็กตรอนที่สามารถถูกกระตุ้นโดยพลังงานของแสงรังสียูวีได้ สารประกอบเหล่านี้มีความสำคัญเนื่องจากอาจเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพ คุณค่าทางโภชนาการ หรือการเกิดปฏิกิริยาบางอย่างในไขมันและน้ำมัน จากการวิจัยพบว่า CPRSF ให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ 292–320 นาโนเมตร สูงกว่า SRSF ที่ค่าดูดกลืนแสงสูงสุดในช่วงประมาณ 292–298 นาโนเมตร เป็นช่วงการดูดกลืนแสงของวิตามินอี ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติที่สำคัญในน้ำมันและไขมันหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง α -tocopherol [32] จากการทดลองนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์เบื้องต้นเพื่อประเมินปริมาณวิตามินอีในไขมัน

นอกจากนี้การวัดการดูดกลืนแสงช่วง 290–320 นาโนเมตร เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการประเมินปริมาณฟลาโวนอยด์ และ แคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ที่สำคัญสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (ตารางที่ 1) ที่พบว่า TP ของ CPRSF สูงกว่า SERSF และสีของ CPRSF เข้มกว่า SERSF (รูปที่ 1) ที่อาจมาจากปริมาณฟลาโวนอยด์ และ แคโรทีนอยด์ที่สูงกว่า ส่งผลให้ค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของ CPRSF สูงกว่า

4. สรุปผลการทดลอง

ไขมันเมล็ดเงาะที่สกัดด้วยวิธีบีบเย็นมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ กิจกรรมการคีเลตโลหะ และการต้านการอักเสบที่ดีกว่าวิธีการสกัดร้อนด้วยซอกซ์เลต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากมีสารออกฤทธิ์ฟีนอลิกที่สูงกว่า นอกจากนี้ไขมันเมล็ดเงาะจากการสกัดเย็นมีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวโดยเฉพาะกรดโอเลอิกและไลโนเลอิกในสัดส่วนที่สูง ส่งผลดีต่อสุขภาพหัวใจและการบำรุงผิว สอดคล้องกับค่าดัชนีก่อโรคหลอดเลือดแดงแข็ง (AI) และดัชนีคอเลสเตอรอลที่ต่ำกว่า ซึ่งบ่งชี้ถึงความเสี่ยงต่อโรคหัวใจที่ต่ำกว่า นอกจากนี้การดูดกลืนแสงของไขมันเมล็ดเงาะสกัดเย็น ช่วง 290–320 นาโนเมตร มีค่าสูงกว่า ซึ่งค่าการดูดกลืนแสงนี้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการประเมินวิตามินอี ปริมาณฟลาโวนอยด์และแคโรทีนอยด์ในไขมันและน้ำมัน จึงอาจบอกได้ว่าไขมันเมล็ดเงาะจากการสกัดเย็นมีแคโรทีนอยด์ และฟลาโวนอยด์ที่สูงจึงทำให้ไขมันที่สกัดได้มีสีเข้มกว่า ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าไขมันเมล็ดเงาะจากการสกัดด้วยวิธีบีบเย็นมีศักยภาพในการนำไปใช้ทั้งในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพและเวชสำอางที่เน้นด้านคุณภาพผิวและการป้องกันโรคเรื้อรังจากการอักเสบในร่างกาย

อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในระบบจำลองทางเดินอาหาร เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสมบัติทางชีวภาพหลังการย่อยของไขมันเมล็ดเงาะ เมื่อนำไปบริโภค และการศึกษาในระบบ Nano-emulsion หรือ Liposome เพื่อนำไขมันเมล็ดเงาะไปใช้ในเครื่องสำอางให้คงสภาพและออกฤทธิ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 11.2/2562 และทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองส่งเสริมงานวิจัย มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

เอกสารอ้างอิง

- [1] S. Mehdizadeh, O. Lasekan, K. Muhammad, and B. Baharin, “Variability in the fermentation index, polyphenols and amino acids of seeds of rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) during fermentation,” *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 37, no. 3, pp. 128–135, Oct. 2014, doi: 10.1016/j.jfca.2014.06.017.
- [2] J. A. Solís-Fuentes, G. Camey-Ortiz, M. d. R. Hernández-Medel, F. Pérez-Mendoza, and C. Durán-de-Bazúa, “Composition, phase behavior and thermal stability of natural edible fat from rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) seed,” *Bioresource technology*, vol. 101, no. 2, pp. 799–803, Jan. 2010, doi: 10.1016/j.biortech.2009.08.031.
- [3] K. F. Chai, N. M. Adzahan, R. Karim, Y. Rukayadi, and H. M. Ghazali, “Selected physicochemical properties of registered clones and wild types rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) fruits and their potentials in food products,” *Sains Malaysiana*, vol. 47, no. 7, pp. 1483–1490, Jul. 2018, doi: 10.17576/jsm-2018-4707-16.
- [4] S. N. Harahap, N. Ramli, N. Vafaei, and M. Said, “Physicochemical and nutritional composition of rambutan anak sekolah (*Nephelium lappaceum* L.) seed and seed oil,” *Pakistan Journal of Nutrition*, vol. 11, no. 11,

- pp. 1073, Nov. 2012, doi: 10.3923/pjn.2012.1073.1077.
- [5] W. Sirisompong, W. Jirapakkul, and U. Klinkesorn, "Response surface optimization and characteristics of rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) kernel fat by hexane extraction," *LWT-Food Science and Technology*, vol. 44, no. 9, pp. 1946–1951, Nov. 2011, doi: 10.1016/j.lwt.2011.04.011.
- [6] S. Soeng, E. Evacuasiyany, W. Widowati, N. Fauziah, V. T. Manik, and M. Maesaroh, "Inhibitory potential of rambutan seeds extract and fractions on adipogenesis in 3T3-L1 cell line," *Journal of Experimental and Integrative Medicine*, vol. 5, no. 1, pp. 55–60, Jan. 2015, doi: 10.5455/jeim.200115.or.120.
- [7] N. Thitilertdecha, A. Teerawutgulrag, and N. Rakariyatham, "Antioxidant and antibacterial activities of *Nephelium lappaceum* L. extracts," *LWT-Food Science and Technology*, vol. 41, no. 10, pp. 2029–2035, Dec. 2008, doi: 10.1016/j.lwt.2008.01.017.
- [8] N. A. Evaristus, W. N. W. Abdullah, and C. Y. Gan, "Extraction and identification of α -amylase inhibitor peptides from *Nephelium lappaceum* and *Nephelium mutabile* seed protein using gastro-digestive enzymes," *Peptides*, vol. 102, pp. 61–67, Apr. 2018, doi: 10.1016/j.peptides.2018.03.001.
- [9] K. Suksawat, O. Oupathumpanont, P. Maisuthisakul and M. Apintanapong, "Effect of extraction methods on physical and chemical properties of rambutan seed flour," *Khon Kaen Agricultural Journal*, vol. 45, no. 3, pp. 479–486, 2013, (in Thai).
- [10] N. Koomklang, P. Saranothayan, and N. Panya, "Antioxidant and anti-inflammatory of *Antigonon leptopus* flower extract," *Journal of Science and Technology Mahasarakham University*, vol. 44, no. 1, pp. 38–46, Feb. 2025, (in Thai).
- [11] N. N. M. Phuong, T. T. Le, M. Q. Dang, J. V. Camp, and K. Raes, "Selection of extraction conditions of phenolic compounds from rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) peel," *Food and Bioproducts Processing*, vol.122, pp. 222–229, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.fbp.2020.05.008.
- [12] C. Hernández-Hernández, C. N. Aguilar, R. Rodríguez-Herrera, A. C. Flores-Gallegos, J. Morlett-Chávez, M. Govea-Salas, and J. A. Ascacio-Valdés, "Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.): Nutritional and functional properties," *Trends in Food Science & Technology*, vol. 85, pp. 201–210, Mar. 2019, doi: 10.1016/j.tifs.2019.01.018.
- [13] M. H. A. Jahurul, F. S. Azzatul, M. S. Sharifudin, M. J. Norliza, M. Hasmadi, J. S. Lee, M. Patricia, S. Jinap, M. R. R. George, M. F. Khan, and I. S. M. Zaidul, "Functional and nutritional properties of rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) seed and its industrial application: A review," *Trends in Food Science & Technology*, vol. 99, pp. 367–374, May 2020, doi: 10.1016/j.tifs.2020.03.016.
- [14] P. Garcia-Salas, A. Morales-Soto, A. Segura-Carretero, and A. Fernández-Gutiérrez, "Phenolic-compound-extraction systems for fruit and vegetable samples," *Molecules*, vol. 15, no. 12, pp. 8813–8826, 2010, doi: 10.3390/molecules15128813.



- [15] P. Roy, and V. Graceffa, "From waste to therapeutics: Extraction methodologies and biological properties of bioactive compounds from fruit and vegetable waste," *Food Bioscience*, vol. 62, 2024, Art. no. 105389, doi: 10.1016/j.fbio.2024.105389.
- [16] W. Sirisompong, W. Jirapakkul, and U. Klinkesorn, "Response surface optimization and characteristics of rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) kernel fat by hexane extraction," *LWT - Food Science and Technology*, vol. 44, no. 9, pp. 1946–1951, 2011, doi: 10.1016/j.lwt.2011.04.011.
- [17] B. Mahisanunt, K. N. Jom, S. Matsukawa, and U. Klinkesorn, "Solvent fractionation of rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) kernel fat for production of non-hydrogenated solid fat: Influence of time and solvent type," *Journal of King Saud University - Science*, vol. 29, no. 1, pp. 32–46, 2017, doi: 10.1016/j.jksus.2016.08.004.
- [18] P. Maisuthisakul, and M. H. Gordon, "Antioxidant and tyrosinase inhibitory activity of mango seed kernel by product," *Food Chemistry*, vol. 117, no. 2, pp. 332–341, Nov. 2009, doi: 10.1016/j.foodchem.2009.04.010.
- [19] P. Maisuthisakul, and L. Changchub, "Effect of extraction on phenolic antioxidant of different Thai rice (*Oryza sativa* L.) genotypes," *International Journal of Food Properties*, vol. 17, no. 4, pp. 855–865, Nov. 2013, doi: 10.1080/10942912.2012.685677.
- [20] N. D. Rawlings and A. J. Barrett, "Families of serine peptidases," *Methods in Enzymology*, vol. 244, pp. 19–61, 1994, doi: 10.1016/0076-6879(94)44004-2.
- [21] L. Cui, X. Zhao, D. Liu, and H. Wang, "A spectral coherence cyclic periodic index optimization-gram for bearing fault diagnosis," *Measurement*, vol. 224, Jan. 2024, Art. no. 113898, doi: 10.1016/j.measurement.2023.113898.
- [22] M. A. Sandi, R. J. d. Souza, K. K. Teo, S. S. Anand, N. C. Williams, J. Holzschuher, C. McGlory, S. M. Philips, and P. Britz-McKibbin, "Serum nonesterified fatty acids have utility as dietary biomarkers of fat intake from fish, fish oil, and dairy in women[S]," *Journal of Lipid Research*, vol. 61, no. 6, pp. 933–944, Jun. 2020, doi: 10.1194/jlr.D120000630.
- [23] N. Alshikh, A. C. d. Camargo, and F. Shahidi, "Phenolics of selected lentil cultivars: Antioxidant activities and inhibition of low-density lipoprotein and DNA damage," *Journal of Functional Foods*, vol. 18, pp. 1022–1038, Oct. 2015, doi: 10.1016/j.jff.2015.05.018.
- [24] Y. Lin, D. Knol, M. Menéndez-Carreño, R. Baris, H. Janssen, and E. A. Trautwein, "Oxidation of sitosterol and campesterol in foods upon cooking with liquid margarines without and with added plant sterol esters," *Food Chemistry*, vol. 241, pp. 387–396, Feb. 2018, doi: 10.1016/j.foodchem.2017.08.118.
- [25] R. Sánchez-Vioque, M. Polissiou, K. Astraka, M. d. l. Mozos-Pascual, P. Tarantilis, D. Herraiz-Peñalver, and O. Santana-Méridas, "Polyphenol composition and antioxidant and metal chelating activities of the solid residues from the essential oil industry," *Industrial Crops and Products*, vol. 49, pp. 150–159, Aug. 2013,



- doi: 10.1016/ j.indcrop.2013.04.053.
- [26] P. lawsipo, W. Choksawangarn, C. Promdan, and P. Nilkasam, “Antibacterial and antioxidant activities of *Cerbera manghas* and *C. odollam* leaf extracts,” *Burapha Science Journal*, vol. 22, no. 4, pp. 129–140, Jul. 2017.
- [27] N. Kamboj, R. Kumar, N. Kumar, M. Pal, and P. Gautam, “Antibacterial and antiprotease activities of fermented barnyard millet (*Echinochloa frumentacea*) protein hydrolysate,” *Food Chemistry: X*, vol. 27, 2025, Art. no. 102511, doi: 10.1016/j.fochx. 2025.102511.
- [28] F. Y. Alqahtani, F. S. Aleanizy, A. Z. Mahmoud, N. N. Farshori, R. Alfaraj, E. S. Al-sheddi, and I. A. Alsarra, “Chemical composition and antimicrobial, antioxidant, and anti-inflammatory activities of *Lepidium sativum* seed oil,” *Saudi Journal of Biological Sciences*, vol. 26, no. 5, pp. 1089–1092, Jul. 2019, doi: 10.1016/ j.sjbs.2018.05.007.
- [29] P. Maisuthisakul, W. Yuenyongputtakal, and S. leowsakulrat, “A comparative study of oil extraction process from pickled mango kernel,” *Journal of Agricultural Research and Extension*, vol. 41, no. 2, pp. 97–109, Mar. 2024, doi: 10.14456/jare-mju.2024.28.
- [30] A. O. Barel, M. Paye, and H. I. Maibach, “Handbook of Cosmetic Science and Technology,” (4th ed.) CRC Press. – *Comprehensive reference on cosmetic ingredients, formulation principles, and functional roles*. 2014, doi: 10.1201/b16716.
- [31] C. Limmatawampirat and S.Limmatawampirat, “Chemical constituents, biological activities, and medical applications of vegetable oils” *Thai Bulletin of Pharmaceutical Sciences*, vol. 7, no. 1, pp. 89–106, Jan. 2012, doi: 10.69598/tbps.7.1.89-106.
- [32] S. Khatoon and A. G. Gopalakrishna, “Fat-soluble nutraceuticals and fatty acid composition of selected Indian rice varieties,” *Journal of the American Oil Chemists' Society*, vol. 81, no. 10, pp. 939–943, Oct. 2004, doi: 10.1007/ s11746-004-1005-5.