

Ảnh hưởng của quá trình tinh luyện lên đặc tính oxy hóa và thành phần acid béo của dầu bơ

Nguyễn Thị Thùy Dung*, Nguyễn Quốc Duy, Nguyễn Thị Vân Linh, Trần Thị Tường Vi
Khoa Khoa học Ứng dụng và Công nghệ, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

*dungntt@ntt.edu.vn

Tóm tắt

Dầu bơ, được chiết xuất từ quả bơ (*Persea americana*), gần đây đã thu hút được sự chú ý đáng kể do lợi ích về dinh dưỡng và sức khỏe của nó. Loại dầu này được đặc trưng bởi thành phần phong phú của các acid béo không bão hòa đơn và các hợp chất hoạt tính sinh học với nhiều tiềm năng ứng dụng trong lĩnh vực ẩm thực và điều trị. Các quy trình chiết xuất và tinh chế đóng vai trò quan trọng trong việc xác định chất lượng và khả năng ổn định của dầu khi thương mại hóa. Trong nghiên cứu này, dầu bơ thô được thu nhận từ bột thịt bơ sấy bằng công nghệ cửa sổ khúc xạ sử dụng dung môi hexane và sau đó được trải qua quá trình tinh luyện bao gồm tách gum, trung hòa và khử màu. Kết quả cho thấy hiệu suất thu hồi dầu bơ sau quá trình tinh luyện là 71%. Xét về các chỉ số oxy hóa của dầu, dầu bơ tinh luyện có chỉ số acid (AV), chỉ số peroxide (PV) và p-anisidine (pAV) cao hơn dầu thô dẫn đến khả năng bị oxy hóa mạnh hơn khi đánh giá bằng giá trị tổng oxy hóa chất béo (TOTOX) và tổng giá trị oxy hóa chuyển hóa (INTOX). Tuy nhiên, chỉ số thiobarbituric acid (TBA) của mẫu dầu sau tinh luyện được cải thiện so với mẫu dầu thô ban đầu. Phân tích GC-FID cho thấy dầu bơ có thành phần acid béo độc đáo, chủ yếu chứa acid béo không bão hòa đơn (33.99–34.94% acid oleic).

Nhận 13/06/2025
Được duyệt 29/08/2025
Công bố 26/11/2025

Từ khóa
dầu bơ, tinh luyện dầu, chỉ số oxy hóa, thành phần acid béo

© 2025 Journal of Science and Technology - NTTU

1. Đặt vấn đề

Cây bơ (*Persea americana*), một loài thực vật thường xanh cận nhiệt đới thuộc họ *Lauraceae*, tạo ra một loại quả giàu dinh dưỡng ngày càng được ưa chuộng trong cả lĩnh vực ẩm thực và công nghiệp. Về mặt cấu trúc, quả bơ bao gồm ba phần chính: vỏ (khoảng 15%), phần cùi (khoảng 65%) và hạt (khoảng 20%) [1]. Phần cùi được đánh giá cao nhờ hàm lượng chất béo lớn, với tỉ lệ dầu dao động từ 15% đến 27% tùy thuộc vào giống và thời điểm thu hoạch [2]. Dầu bơ đã và đang thu hút nhiều sự quan tâm trong lĩnh vực dinh dưỡng và công nghiệp thực phẩm nhờ vào giá trị sinh học cao và tiềm năng ứng dụng đa dạng. Khác với hầu hết các loại dầu thực vật khác, dầu bơ được trích ly chủ yếu từ phần cùi nơi tập trung hàm lượng lipid đáng kể, đặc biệt là acid béo không bão hòa đơn (MUFA), chiếm khoảng 60–80% tổng acid béo, với acid oleic là thành phần chính và một số các acid béo khác cũng được nhắc đến như acid palmitic, linoleic và palmitoleic [3]. Ngoài ra, dầu bơ còn chứa nhiều hợp chất có hoạt tính sinh học như tocopherol, phytosterol và lutein những chất có vai trò quan trọng trong việc chống oxy hóa, bảo vệ tim mạch và làm chậm quá trình lão hóa.

Nhờ đặc tính dinh dưỡng và chức năng vượt trội, dầu bơ đã được ứng dụng rộng rãi không chỉ trong thực phẩm mà còn trong dược phẩm và mỹ phẩm. Tuy nhiên, dầu thực vật thô thường chứa các hợp chất không mong muốn như sắc tố, acid béo tự do, phospholipid và một số chất ô nhiễm vi lượng ảnh hưởng đến hương vị, màu sắc và độ ổn định của dầu. Do đó, quá trình tinh chế là bước cần thiết nhằm đáp ứng các tiêu chuẩn an toàn và chất lượng thực phẩm. Quy trình tinh chế dầu thường bao gồm ba giai đoạn chính: tẩy gôm, trung hòa và tẩy màu. Trong đó, các bước khử gôm (degumming) bằng acid phosphoric kết hợp với kiềm nhẹ (NaOH) thường được sử dụng để loại bỏ các tạp chất dạng keo, phospholipid và các hợp chất dễ oxy hóa, giúp cải thiện độ trong và ổn định của dầu [4]. Tiếp theo, quá trình trung hòa được tiến hành bằng cách thêm dung dịch kiềm (thường là NaOH) để loại bỏ các acid béo tự do, qua đó giảm chỉ số acid và hạn chế quá trình oxy hóa trong quá trình bảo quản [5]. Cuối cùng, ở bước tẩy màu, các chất hấp phụ như bentonite hoặc đất tẩy được sử dụng để loại bỏ sắc tố, sản phẩm oxy hóa và tạp chất nhằm cải thiện màu sắc và cảm quan của dầu [6]. Tuy nhiên, các bước xử lý này không chỉ loại bỏ các tạp chất mà còn có thể làm biến đổi một phần cấu trúc lipid, phá

hủy hoặc làm thất thoát các hợp chất có hoạt tính sinh học vốn rất nhạy cảm với điều kiện nhiệt độ, pH và ánh sáng trong quá trình tinh chế [5,6]. Điều này dẫn đến một vấn đề là liệu quá trình tinh chế có làm giảm giá trị dinh dưỡng hoặc ảnh hưởng tiêu cực đến độ ổn định oxy hóa của dầu bơ.

Khi đánh giá chất lượng dầu, độ ổn định oxy hóa đóng vai trò then chốt, vì quá trình oxy hóa lipid là nguyên nhân chính dẫn đến sự hư hỏng và suy giảm chất lượng của dầu ăn. Các chỉ số truyền thống như chỉ số acid (AV), peroxide (PV), p-anisidine (pAV) và chỉ số phản ứng acid thiobarbituric (TBA) thường được sử dụng để đánh giá mức độ oxy hóa sơ cấp và thứ cấp [7]. Mối quan hệ giữa quy trình tinh luyện và các chỉ số trên là một chủ đề đang thu hút sự quan tâm, đặc biệt đối với các loại dầu không truyền thống như dầu bơ.

Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của quá trình tinh luyện đến chất lượng dầu bơ được đánh giá thông qua các chỉ số oxy hóa và thành phần acid béo bằng phương pháp GC-FID. Nghiên cứu này nhằm làm rõ những ảnh hưởng của tinh luyện đến sự cân bằng giữa hiệu quả xử lý và chất lượng dinh dưỡng của dầu bơ.

2. Nguyên liệu và phương pháp

2.1. Nguyên liệu

Nguyên liệu sử dụng trong nghiên cứu là quả bơ giống 034 được thu mua từ vùng Đắk Lắk (Việt Nam). Những quả bơ được lựa chọn đều đảm bảo độ chín phù hợp, không dập nát, không sâu bệnh, và có kích thước đồng đều. Các hóa chất sử dụng trong nghiên cứu đều đạt chuẩn phân tích.

2.2. Quy trình thu nhận bột bơ

Quy trình thu nhận và tinh luyện dầu bơ từ giống bơ 034 bắt đầu bằng việc phân loại quả theo độ chín sau khi mua về. Bơ được rửa sạch bằng nước nhằm loại bỏ bụi bẩn và tạp chất bám trên bề mặt. Những quả bơ đã chín sẽ được lột vỏ, tách hạt, phần thịt được cắt lát mỏng với độ dày khoảng 0,2 cm. Các lát bơ sau đó được ngâm trong dung dịch NaHCO_3 0,5% trong 30 phút nhằm ổn định cấu trúc và màu sắc, rồi được chần bằng hơi trong 5 phút để vô hoạt enzyme. Sau khi làm nguội, phần thịt bơ được nghiền mịn bằng máy và được sấy bằng thiết bị sấy cửa sổ khúc xạ ở nhiệt độ 90 °C trong 15 phút. Trong nghiên cứu này, thiết bị sấy cửa sổ khúc xạ được thiết kế dựa trên nghiên cứu trước đó [8] bao gồm một bể chứa nước nóng ($0,42 \times 0,28 \times 0,10$ m), một bể nước được kiểm soát nhiệt độ đã được vận hành theo cấu hình quy mô phòng thí nghiệm (Model DH.WB000106, Daihan-Scientific, Hàn Quốc) và một lớp màng polyester (MylarTM, Trung Quốc) dày 0,25 mm được sử dụng để truyền nhiệt từ nước nóng sang phần thịt quả

được đặt thành các lớp dày 2 mm. Sản phẩm sau sấy được làm nguội, thu hồi phần bột và tiếp tục xay mịn để chuẩn bị cho quá trình trích ly dầu.

2.3. Quy trình trích ly và tinh luyện dầu bơ

Quá trình trích ly được thực hiện bằng cách sử dụng dung môi hexane trong bể điều nhiệt ở 60 °C trong vòng 15 phút. Hỗn hợp sau trích ly được lọc qua giấy lọc và thu dầu thô bằng thiết bị cô quay chân không nhằm loại bỏ dung môi. Dầu thô thu được sẽ được tinh luyện qua các bước tách gum, trung hòa và khử màu. Đầu tiên, dầu được khuấy trong bể điều nhiệt trong 5 phút sử dụng bể điều nhiệt WB-22 (DAIHAN Scientific, Hàn Quốc), sau đó thêm acid phosphoric (H_3PO_4) theo tỷ lệ 5:1 (v/v) và tiếp tục khuấy 10 phút. Tiếp theo, thêm dung dịch NaOH 0,1 N và khuấy thêm 10 phút để loại bỏ các tạp chất dạng keo (giai đoạn degumming). Hỗn hợp sau đó được làm nguội nhanh bằng nước lạnh và đem rửa bằng nước ấm 80 °C trong bình cầu cho đến khi pH đạt mức trung tính (6–7), tiến hành thu hồi phần dầu. Sau giai đoạn trung hòa, dầu được xử lý bằng bentonite với tỷ lệ 1:10 (v/v) trong 60 phút ở 40 °C nhằm hấp phụ các tạp chất màu. Cuối cùng, hỗn hợp được ly tâm lạnh ở 4 °C với tốc độ 7000 vòng/phút trong 15 phút để thu phần dầu tinh chế sử dụng thiết bị ly tâm lạnh tốc độ cao H1-16KR (Kecheng, Trung Quốc).

2.4. Phương pháp phân tích

2.4.1. Chỉ số acid (AV) và hàm lượng acid béo tự do (FFA)

Chỉ số acid (AV) và hàm lượng acid béo tự do (FFA) được đánh giá dựa theo quy trình chuẩn được mô tả trong AOAC 969.17. Quá trình chuẩn độ được thực hiện bằng cách chuẩn độ 5 g dầu và 50 mL hỗn hợp ethanol:diethyl ether (1:1 v/v) với dung dịch KOH 0,1 N pha trong cồn tuyệt đối cho tới khi dung dịch chuyển thành màu hồng nhạt bền trong 30 s nhờ chất chỉ thị màu phenolphthalein. Chỉ số acid được định nghĩa là số mg KOH cần thiết để chuẩn độ 1 g chất béo và được tính toán theo công thức: $\text{AV (mg KOH/g)} = V \times N \times 56,1/m$; trong đó, V là thể tích dung dịch KOH chuẩn (mL); N là nồng độ dung dịch KOH chuẩn (N); m là khối lượng chất béo (g).

Hàm lượng acid béo tự do (FFA) được quy đổi dựa trên thành phần oleic acid và được tính toán theo công thức: $\text{FFA (\% oleic)} = \text{AV}/1,99$.

2.4.2. Giá trị p-anisidine (pAV)

Giá trị p-anisidine (pAV) được ước tính dựa trên quy trình được mô tả trong AOCS Cd 18-90. Ban đầu, 0,5 g dầu được hòa tan trong 5 mL dung dịch isooctan. Sau khi trộn kỹ, độ hấp thụ (Abs_{350}) được ghi lại ở 350 nm,

sử dụng isooctan làm mẫu trắng. Sau đó, 5 mL dung dịch và 5 mL isooctan được lấy vào các ống nghiệm riêng biệt và 1 mL dung dịch p-anisidine 0,25% (w/v, pha trong acid acetic băng) được thêm vào mỗi ống. Các hỗn hợp được ủ trong bóng tối trong 10 phút. Độ hấp thụ (Abs₂) sau đó được ghi lại ở 350 nm bằng thiết bị đo quang phổ UV-9000 (Metash, Trung Quốc), sử dụng hỗn hợp isooctan + p-anisidine làm mẫu trắng. Sau đó, giá trị anisidine được tính bằng công thức sau: $pAV = V \times (1,2 \times Abs_2 - Abs_1)/m$; trong đó, V là thể tích dung môi hòa tan mẫu dầu (mL); m là khối lượng chất béo (g).

2.4.3. Tổng oxy hóa chất béo

Tổng giá trị oxy hóa chất béo (TOTOX) của dầu được ước tính dựa trên các hợp chất oxy hóa thứ cấp xác định qua giá trị pAV và hợp chất oxy hóa sơ cấp xác định qua PV [9]. Do PV có ảnh hưởng mạnh hơn pAV lên độ ổn định của dầu, hệ số 2 được sử dụng cho PV trong công thức tính toán. Tổng giá trị oxy hóa chất béo (TOTOX) của dầu được tính toán theo công thức sau: $TOTOX = 2 \times PV + pAV$; trong đó, PV là giá trị peroxide và pAV là giá trị p-anisidine.

Giá trị TOTOX rất quan trọng khi sự hình thành peroxide gia tăng liên tục. Trong trường hợp này, oxy phải được cung cấp liên tục. Tuy nhiên, trong bao bì kín không có sự trao đổi oxy, các hợp chất oxy hóa sơ cấp sẽ chuyển hóa thành các hợp chất thứ cấp. Do đó, tổng giá trị oxy hóa chuyển hóa (INTOX) được sử dụng để đánh giá mức độ oxy hóa chất béo và được tính toán theo công thức sau: $INTOX = 2 \times pAV + PV$; trong đó, PV là giá trị peroxide và pAV là giá trị p-anisidine.

2.4.4. Giá trị thiobarbituric acid (TBA)

Giá trị thiobarbituric acid (TBA) của dầu được xác định bằng phương pháp do Chakraborty và cộng sự (2025) báo cáo với một số điều chỉnh nhỏ [10]. Cụ thể, 0,5 g mẫu được trộn với dung dịch nước có chứa acid trichloroacetic (TCA) 0,1% và khuấy trong 1 phút. Sau đó, hỗn hợp được thêm lần lượt 1 mL TBA 0,375%, TCA 15% và HCl 0,25 N. Sau khi khuấy hỗn hợp trong 1 phút, ống được ủ ở 95 °C trong 30 phút. Sau khi làm nguội đến nhiệt độ phòng, độ hấp thụ của pha nước được đo ở bước sóng 532 nm bằng thiết bị đo quang phổ UV-9000 (Metash, Trung Quốc) so với mẫu trắng chứa tất cả các thuốc thử ngoại trừ dầu. Giá trị của TBA được quy đổi thành mg malonaldehyde (MDA) trong 1 kg dầu và được tính toán bằng công thức: $TBA (mg MDA/kg) = A \times V \times 2 \times MW \times 10^{-2}/(1,56 \times m)$; trong đó, A là độ hấp thụ của mẫu ở 532 nm; V là thể tích hỗn hợp phản ứng (mL); MW là khối lượng phân tử của MDA (72 g/mol); m là khối lượng chất béo (g).

2.4.5. Diene và triene liên hợp

Hàm lượng diene (CD) và triene (CT) liên hợp của dầu được phân tích dựa trên độ hấp thụ của mẫu ở bước sóng 233 nm và 268 nm [9]. Cụ thể, 0,5 g dầu được pha loãng trong 25 mL isooctane. Hàm lượng diene và triene liên hợp được tính toán theo công thức sau: $CD \text{ hoặc } CT (mmol/kg) = A \times V \times 1000/(\epsilon \times l \times m)$; trong đó, A là độ hấp thụ tại bước sóng 233 nm cho CD và 268 nm cho CT; V là thể tích pha loãng mẫu (mL); ϵ là hệ số hấp thụ phân tử của linoleic acid hydroperoxide ($2,525 \times 10^4 M^{-1} cm^{-1}$); l là chiều dày cuvet; m là khối lượng chất béo (g).

2.4.6. Sắc tố chlorophyll

Các hợp chất diệp lục được xác định trong cyclohexane ở bước sóng 670 nm, sử dụng hệ số hấp thụ phân tử là 613 đối với pheophytin, thành phần chính trong phần chlorophyll [11]. Hàm lượng sắc tố được tính theo công thức như sau: $Chlorophyll (mmol/kg) = A \times V \times 1000/(\epsilon \times l \times m)$; trong đó, A là độ hấp thụ tại bước sóng 670 nm cho chlorophyll; V là thể tích pha loãng mẫu (mL); ϵ là hệ số hấp thụ phân tử của sắc tố; l là chiều dày cuvet; m là khối lượng chất béo (g).

2.4.7. Thành phần acid béo

Thành phần acid béo trong mẫu được phân tích dựa trên nguyên lý thủy phân và methyl hóa chúng thành dạng methyl ester (FAME) sử dụng BF₃ (AOAC 996.06) trước khi định lượng trên hệ thống sắc ký khí với detector ion hóa ngọn lửa (GC-FID) sử dụng cột phân cực mạnh HP-88 (J and W Scientific, Agilent Technologies, Santa Clara, USA) với kích thước 100 m × 0,2 μm × 0,25 mm i.d từ vật liệu cyanopropyl)aryl-Polysiloxane. Đối với chuẩn bị FAMEs, hỗn hợp chất béo (0,1–0,2 g) và 50 μL nội chuẩn triglycerid-triundecanoin 1% được trộn với 1 mL toluene và 2 mL BF₃ 7% rồi lắc đều. Sau khi xử lý nhiệt ở 100 °C trong 45 phút và lắc nhẹ sau mỗi 10 phút, hỗn hợp được làm nguội về nhiệt độ phòng và thêm 5 mL nước, 10 mL n-hexane và 1 g Na₂SO₄ khan. Sau khi lắc đều trong 2 phút và để yên cho tách pha, lớp n-hexane bên trên được rút và phân tích trên hệ thống GC-FID. Khí N₂ và H₂ có độ tinh khiết cao được sử dụng làm khí bổ sung (make-up gas) và khí mang (carrier gas) với tốc độ tương ứng là 30 mL/phút và 40 mL/phút. Chương trình nhiệt được cài đặt như sau: giữ ở 140 °C trong 5 phút; gia nhiệt với tốc độ 3 °C/phút lên đến 220 °C và giữ trong 5 phút; gia nhiệt với tốc độ 8 °C/phút lên đến 240 °C và giữ trong 15 phút. Nhiệt độ injector và detector được cài đặt ở 255 °C và 270 °C với tốc độ dòng 0,95 mL/phút, thể tích tiêm là 1 μL và tỉ lệ chia dòng là 1:25. Hỗn hợp chuẩn 37-component FAME Mix được sử dụng để xác

định FAME dựa trên tỷ lệ diện tích đỉnh trong sắc ký đồ.

2.5. Phương pháp xử lý thống kê

Dữ liệu thực nghiệm được phân tích bằng phần mềm SPSS 26 (SPSS Inc., Chicago, U.S.A) với các kỹ thuật thống kê cơ bản bao gồm kiểm định phân phối chuẩn Shapiro-Wilk và kiểm định tính đồng nhất phương sai Levene. Ngoài ra, kiểm định Student (independent samples t-test) được sử dụng để so sánh sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai nhóm mẫu với mức ý nghĩa 5%.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đặc tính oxy hóa của dầu bơ thô và dầu bơ tinh luyện

Quá trình tinh luyện ba bước gồm bước tách gum, trung hòa và khử màu cho thấy hiệu suất thu hồi dầu đạt 71%. Đặc tính oxy hóa của dầu bơ thô và dầu bơ tinh luyện được thể hiện ở **Bảng 1**. Kết quả cho thấy quá trình tinh luyện đã làm thay đổi đáng kể các chỉ tiêu oxy hóa của dầu bơ. Cụ thể, chỉ số acid (AV) và hàm lượng acid béo tự do (FFA) của dầu bơ tinh luyện tăng lên so với dầu bơ thô ($p < 0,05$), lần lượt từ $8,68 \pm 0,13$ lên $13,68 \pm 0,03$ mg KOH/g và từ $4,36 \pm 0,07\%$ lên $6,88 \pm 0,01\%$. Điều này trùng khớp với cơ chế thủy phân nhẹ triglyceride xảy ra khi dầu tiếp xúc với kiềm (NaOH), hơi nước và nhiệt độ trong giai đoạn trung hòa, do đó giải phóng thêm acid béo tự do vào dầu [12].

Bên cạnh đó, chỉ số peroxide (PV), chỉ số p-anisidine (pAV), và các chỉ số oxy hóa tổng hợp như TOTOX và INTOX cũng tăng đáng kể sau tinh luyện. Điều này cho thấy quá trình tinh luyện có thể làm tăng sự hình thành các sản phẩm oxy hóa, đặc biệt là trong quá trình khử màu và tẩy gum ở nhiệt độ cao [13]. Tuy nhiên, đáng chú ý là giá trị TBA phản ánh mức độ oxy hóa lipid thứ cấp thông qua sự hình thành malonaldehyde lại giảm mạnh từ $7,52 \pm 0,22$ xuống còn $3,71 \pm 0,35$ mg MDA/kg sau tinh luyện. Điều này cho thấy rằng quá trình tinh luyện, mặc dù làm tăng các chỉ số oxy hóa tổng thể, lại có khả năng loại bỏ một phần đáng kể các hợp chất oxy hóa thứ cấp hiện diện sẵn trong dầu thô. Những kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Gharby (2022), cho thấy rằng mặc dù một số chỉ số oxy hóa có thể tăng trong quá trình tinh luyện do tác động nhiệt và oxy, song việc loại bỏ chất màu, chất keo và các tạp chất khác giúp cải thiện cảm quan và độ bền oxy hóa dài hạn của dầu thực vật [12]. Do đó, quá trình tinh luyện cần được tối ưu để cân bằng giữa hiệu quả loại tạp chất và hạn chế hình thành các sản phẩm oxy hóa mới.

Bảng 1 Đặc tính oxy hóa của dầu bơ thô và dầu bơ tinh

luyện

Chỉ tiêu đánh giá	Dầu bơ thô	Dầu bơ tinh luyện
Chỉ số AV (mg KOH/g)	$8,68 \pm 0,13^a$	$13,68 \pm 0,03^b$
Hàm lượng FFA (% oleic)	$4,36 \pm 0,07^a$	$6,88 \pm 0,01^b$
Chỉ số PV (meq/kg)	$4,60 \pm 0,04^a$	$10,81 \pm 0,31^b$
Chỉ số pAV	$7,61 \pm 0,47^a$	$40,99 \pm 2,55^b$
TOTOX	$8,60 \pm 0,93^a$	$62,75 \pm 1,76^b$
INTOX	$17,51 \pm 2,30^a$	$92,85 \pm 4,70^b$
Giá trị TBA (mg MDA/kg)	$7,52 \pm 0,22^a$	$3,71 \pm 0,35^b$

Ghi chú: Dữ liệu được trình bày dưới dạng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn của ba lần lặp. Giá trị trong cùng một hàng có chữ cái giống nhau thể hiện sự khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 5% ($p < 0,05$) dựa trên kiểm định Student (t-test).

3.2. Thành phần hóa học của dầu bơ thô và dầu bơ tinh luyện

Kết quả phân tích một số thành phần hóa học chính của dầu bơ thô và dầu bơ tinh luyện được trình bày trong **Bảng 2** cho thấy quá trình tinh luyện đã ảnh hưởng rõ rệt đến các hợp chất có hoạt tính sinh học trong dầu.

3.2.1. Hàm lượng diene và triene liên hợp

Hàm lượng diene liên hợp ($0,99 \pm 0,14$ mmol/kg ở dầu thô và $0,93 \pm 0,02$ mmol/kg ở dầu tinh luyện) không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$), cho thấy quá trình tinh luyện bằng hấp phụ không làm thay đổi cấu trúc diene liên hợp ban đầu. Một số nghiên cứu cho rằng quá trình hấp phụ chỉ loại bỏ nhẹ hydroperoxide trong dầu [14]. Ngược lại, hàm lượng triene liên hợp giảm mạnh sau tinh luyện, từ $3,90 \pm 0,03$ mmol/kg xuống còn $0,68 \pm 0,01$ mmol/kg ($p < 0,05$), phản ánh việc loại bỏ hiệu quả các sản phẩm oxy hóa thứ cấp trong giai đoạn tẩy màu.

Bảng 2. Một số thành phần hóa học của dầu bơ thô và dầu bơ tinh luyện

Chỉ tiêu đánh giá	Dầu bơ thô	Dầu bơ tinh luyện
Diene liên hợp (mmol/kg)	$0,99 \pm 0,14^a$	$0,93 \pm 0,02^a$
Triene liên hợp (mmol/kg)	$3,90 \pm 0,03^a$	$0,68 \pm 0,01^b$
Chlorophyll (mmol/kg)	$13,30 \pm 1,03^a$	$5,61 \pm 0,20^b$

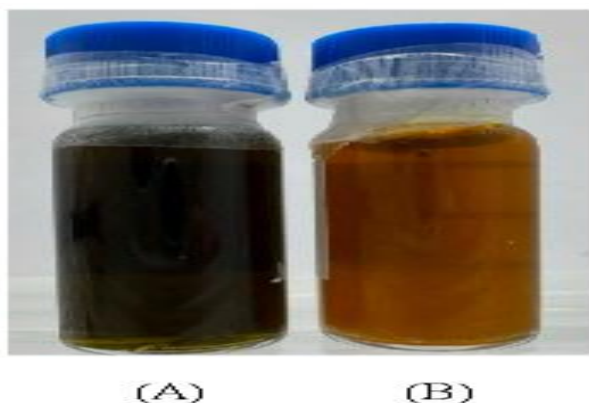
Ghi chú: Dữ liệu được trình bày dưới dạng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn của ba lần lặp. Giá trị trong cùng một hàng có chữ cái giống nhau thể hiện sự

khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 5% ($p < 0,05$) dựa trên kiểm định Student (t-test).

3.2.2. Hàm lượng chlorophyll

Đáng chú ý, hàm lượng chlorophyll một trong những sắc tố chính gây màu xanh cho dầu thực vật giảm mạnh từ $13,30 \pm 1,03$ xuống còn $5,61 \pm 0,2$ mmol/kg ($p < 0,05$). Điều này phù hợp với đặc điểm của quy trình tinh luyện, đặc biệt là giai đoạn tẩy màu nhằm loại bỏ các sắc tố có khả năng xúc tác phản ứng oxy hóa trong quá trình bảo quản và làm giảm chất lượng dầu [13]. Sự thay đổi rõ rệt về màu sắc giữa dầu thô (A) và dầu tinh luyện (B) được thể hiện rõ hơn ở **Hình 1**, trong đó dầu tinh luyện có màu vàng sáng hơn so với dầu thô màu xanh đậm.

Tổng thể, kết quả này cho thấy quá trình tinh luyện đã làm giảm đáng kể thành phần triene liên hợp và sắc tố tự nhiên như chlorophyll trong dầu bơ, từ đó góp phần cải thiện độ ổn định và màu sắc của sản phẩm, mặc dù có thể làm mất đi một phần các hợp chất sinh học có lợi cũng như làm tăng một số đặc tính oxy hóa của dầu (**Bảng 1**). Do đó, việc tối ưu hóa quy trình tinh luyện là cần thiết nhằm cân bằng giữa chất lượng cảm quan và giá trị dinh dưỡng của dầu bơ.



Hình 1. (A) Dầu bơ thô và (B) dầu bơ tinh luyện

3.3. Thành phần acid béo

Thành phần acid béo của dầu bơ thô và dầu bơ tinh luyện được trình bày trong **Bảng 3** cho thấy sự khác biệt tương đối nhỏ nhưng có ý nghĩa về mặt tỷ lệ giữa các acid béo bão hòa (SFA), không bão hòa đơn (MUFA) và không bão hòa đa (PUFA) sau quá trình tinh luyện. Cụ thể, hàm lượng palmitic acid (C16:0) acid béo bão hòa chiếm ưu thế trong dầu bơ tăng từ 16,67 lên 20,69 g/100 g, trong khi oleic acid (C18:1) một MUFA quan trọng tăng nhẹ từ 33,99 lên 34,94 g/100 g. Các thành phần khác như palmitoleic acid (C16:1) và linoleic acid (C18:2) cũng tăng lần lượt từ 5,14 lên 6,69 g/100 g và 9,19 lên 11,11 g/100 g. Sự gia tăng này có thể là kết quả của việc loại bỏ tạp chất, phospholipid và các hợp chất không xà phòng hóa trong quá trình tinh

luyện, dẫn đến tỷ lệ tương đối của acid béo tăng lên dù tổng khối lượng dầu có thể giảm nhẹ.

Một nghiên cứu khác cũng cho thấy dầu bơ tinh luyện chứa MUFA trong khoảng 47–72% và SFA từ 7–20%, phù hợp với xu hướng tăng tương đối thành phần không bão hòa sau tinh chế [15]. Ngoài ra, sự đa dạng và tỷ lệ các acid béo như oleic, linoleic và palmitic thay đổi phụ thuộc vào phương pháp chiết xuất; tuy nhiên tổng MUFA thường giữ ở mức cao ($>60\%$), tương đồng với kết quả dầu tinh luyện trong nghiên cứu này. Điều này khẳng định rằng quy trình hóa học khử gum – trung hòa – tẩy màu không làm giảm đáng kể các acid không bão hòa thiết yếu. Ngoài ra, tỷ lệ SFA/MUFA/PUFA trước và sau tinh luyện có xu hướng cải thiện, cụ thể là gia tăng nhẹ thành phần MUFA và PUFA đây là yếu tố đã được chứng minh là có lợi cho dinh dưỡng và sức khỏe tim mạch.

Bảng 3. Thành phần acid béo của dầu bơ thô và dầu bơ tinh luyện

Loại acid béo	Hàm lượng (g/100 g)	
	Dầu bơ thô	Dầu bơ tinh luyện
C14:0 (Myristic acid)	0,05	0,06
C16:0 (Palmitic acid)	16,67	20,69
C16:1 (Palmitoleic acid)	5,14	6,69
C18:0 (Stearic acid)	0,59	0,70
C18:1 (Oleic acid)	33,99	34,94
C18:2 (Linoleic acid)	9,19	11,11
C18:3 (Linolenic acid)	0,92	1,11
C20:0 (Arachidic acid)	0,07	0,12
C20:1 (cis-11-eicosenoic acid)	0,15	0,18
C22:0 (Behenic acid)	0,03	0,03
C24:0 (Lignoceric acid)	0,06	0,06
SFA	17,47	21,66
MUFA	39,28	41,81
PUFA	10,11	12,22
Ghi chú: SFA – acid béo bão hòa, MUFA – acid béo không bão hòa đơn, PUFA – acid béo không bão hòa đa.		

4. Kết luận

Trong bối cảnh nhu cầu ngày càng gia tăng về dầu thực vật có giá trị dinh dưỡng cao, nghiên cứu này đã giải quyết bài toán về việc tối ưu hóa chất lượng dầu bơ thông qua quy trình tinh luyện. Sản phẩm dầu bơ được tinh luyện từ nguyên liệu thịt bơ giống 034 cho thấy tính khả thi cao khi áp dụng phương pháp tinh luyện ba bước (khử gum – trung hòa – tẩy màu) nhằm cải thiện chất

lượng cảm quan mà vẫn giữ được giá trị dinh dưỡng thiết yếu. Kết quả cho thấy một số chỉ tiêu quan trọng như chỉ số TBA và hàm lượng triene liên hợp và chlorophyll giảm đáng kể sau tinh luyện, chứng minh hiệu quả loại bỏ các sản phẩm oxy hóa thứ cấp và sắc tố không mong muốn. Đồng thời, thành phần acid béo của dầu bơ tinh luyện vẫn giữ tỷ lệ cao các acid béo không bão hòa đơn (MUFA), đặc biệt là oleic acid, góp phần duy trì giá trị sinh học của sản phẩm. Tuy nhiên, vẫn cần có các nghiên cứu tiếp theo nhằm tối ưu từng

bước của quy trình tinh luyện để giảm thiểu tối đa tổn thất các hợp chất hoạt tính sinh học, đồng thời đánh giá độ ổn định oxy hóa của sản phẩm trong điều kiện bảo quản dài hạn. Ngoài ra, việc mở rộng ứng dụng dầu bơ tinh luyện vào các sản phẩm thực phẩm chức năng và mỹ phẩm cũng là một hướng phát triển tiềm năng.

Lời cảm ơn

Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, Thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ cho nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

1. Pérez-Saucedo, M. R., Jiménez-Ruiz, E. I., Rodríguez-Carpena, J. G., Ragazzo-Sánchez, J. A., Ulloa, J. A., Ramírez-Ramírez, J. C., ... Bautista-Rosales, P. U. (2021). Properties of the avocado oil extracted using centrifugation and ultrasound-assisted methods. *Food Science and Biotechnology*, 30(8), 1051–1061.
2. Kilic-Buyukkurt, O. (2021). Characterization of aroma compounds of cold-pressed avocado oil using solid-phase microextraction techniques with gas chromatography–mass spectrometry. *Journal of Raw Materials to Processed Foods*, 2(1), 1–7.
3. Arpi, N., Wan Mustapha, W. A., Syamsuddin, Y., Putra, T. W., & Supardan, M. D. (2023). Effect of cooking pre-treatment on the properties of dried avocado flesh its oil extract and. *South African Journal of Chemical Engineering*, 43(1), 1–8.
4. Mai, H. C., Dao, N. D., Lam, T. D., Nguyen, B. V., Nguyen, D. C., & Bach, L. G. (2019). Purification process, physicochemical properties, and fatty acid composition of black soldier fly (*Hermetia illucens* Linnaeus) larvae oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 96(11), 1303–1311.
5. Golimowski, W., Teleszko, M., Zajac, A., Kmiecik, D., & Grygier, A. (2023). Effect of the bleaching process on changes in the fatty acid profile of raw hemp seed oil (*Cannabis sativa*). *Molecules*, 28(2), 769.
6. Sánchez-Machado, D. I., López-Cervantes, J., Núñez-Gastélum, J. A., de la Mora-López, G. S., López-Hernández, J., & Paseiro-Losada, P. (2015). Effect of the refining process on Moringa oleifera seed oil quality. *Food chemistry*, 187, 53–57.
7. Aung Moon, S., Wongsakul, S., Kitazawa, H., & Saengrayap, R. (2022). Lipid oxidation changes of Arabica green coffee beans during accelerated storage with different packaging types. *Foods*, 11(19), 3040.
8. Huynh, Q.-T. (2023). Effect of maltodextrin on drying rate of avocado (*Persea americana* Mill.) pulp by refractance window technique, and on color and functional properties of powder. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 73(2), 187–195.
9. Esfahani, S. T., Zamindar, N., Esmaeili, Y., & Sharifian, S. (2024). Effect of initial quality of oil and thermal processing on oxidation indexes in canned tuna. *Applied Food Research*, 4(2), 100553.
10. Chakraborty, S., Deka, G., Kuttu, N., Dutta, H., & Saha, J. (2025). Effect of Microwave and Ultrasound-Assisted In Situ Oleo-extraction of Hathkora (*Citrus macroptera*) Peel in Olive Oil, Palm Oil, and Pork Lard: Quality, Frying Stability, and Storability. *Food and Bioprocess Technology*, 18(7), 6247–6264.
11. El Bernoussi, S., Boujemaa, I., Harhar, H., Belmaghraoui, W., Matthäus, B., & Tabyaoui, M. (2020). Evaluation of oxidative stability of sweet and bitter almond oils under accelerated storage conditions. *Journal of Stored Products Research*, 88, 101662.
12. Gharby, S. (2022). Refining vegetable oils: Chemical and physical refining. *The Scientific World Journal*, 2022(1), 6627013.
13. Wu, Y., Zhou, R., Wang, Z., Wang, B., Yang, Y., Ju, X., & He, R. (2019). The effect of refining process on the physicochemical properties and micronutrients of rapeseed oils. *PLoS one*, 14(3), e0212879.
14. Soyulu, T. M., Özel, C., Karakuzu İkizler, B., Özarslan, A. C., Terzioğlu, P., Elalmis, Y. B., & Yücel, S. (2025). Mesoporous silica aerogels for sunflower oil refining and investigation of their adsorption performance. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 115(1), 327–348.

15. Marín-Obispo, L. M., Mayorga-Martínez, A. A., Obispo-Fortunato, D. J., Clorio-Carrillo, J. A., Viejo, C. G., Fuentes, S., ... Hernández-Brenes, C. (2025). Fatty acids and fatty alcohol esters as novel markers of authenticity and extraction method of commercial avocado oil. *Food Chemistry: X*, 27, 102451.

Effect of refinement on oxidative properties and fatty acid profiles of avocado flesh oil

Nguyen Thi Thuy Dung*, Nguyen Quoc Duy, Nguyen Thi Van Linh, Tran Thi Tuong Vi
Faculty of Applied Science and Technology, Nguyen Tat Thanh University

*dungntt@ntt.edu.vn

Abstract Avocado oil, derived from the fruit of the avocado tree (*Persea americana*), has gained significant attention due to its nutritional and health benefits. This oil, characterized by a rich composition of monounsaturated fatty acids and bioactive compounds, serves various functions ranging from culinary applications to therapeutic uses. The extraction and refining processes are critical in determining the oil's quality and operational viability in commercial sectors. In this study, crude avocado oil obtained from dried avocado pulp powder using Refractive Window drying technology was extracted with hexane solvent and then subjected to a refining process including degumming, neutralization and bleaching. The results showed that the avocado oil recovery efficiency after refining was 71%. In terms of oil oxidative indices, refined avocado oil had higher acid value (AV), peroxide value (PV) and p-anisidine value (pAV) compared to crude oil, resulting in higher oxidation susceptibility as assessed by total oxidation value (TOTOX) and integral oxidation value (INTOX). However, the thiobarbituric acid (TBA) index of the refined oil sample was significantly improved compared to the original crude oil sample. GC-FID analysis showed that avocado oil exhibits unique compositional attributes, containing predominantly monounsaturated fatty acids (33.99–34.94% oleic acid).

Keywords avocado oil, oil refinement, oxidative index, fatty acid profile