

Đánh giá hàm lượng polyphenol, flavonoid và hoạt tính chống oxy hóa từ vỏ táo *Malus domestica* Borkh

Hoàng Thị Hồng*, Nguyễn Thị Kim Toàn, Phạm Nguyễn Trà Giang, Nguyễn Thị Việt Anh

Khoa Dược, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

*hthong@ntt.edu.vn

Tóm tắt

Táo tây (*Malus domestica* Borkh.) là nguồn giàu các hợp chất có hoạt tính sinh học, trong đó vỏ táo là phụ phẩm tiềm năng nhưng chưa được khai thác hiệu quả. Nghiên cứu này nhằm xác định hàm lượng polyphenol tổng, flavonoid tổng và đánh giá hoạt tính chống oxy hóa của cao chiết vỏ táo. Vỏ táo được sấy ở 60 °C, nghiền thành bột và chiết bằng ethanol 96 % theo phương pháp chiết rắn-lỏng. Từ 400 g bột vỏ táo khô thu được 166,57 g cao, với hiệu suất chiết ($34,24 \pm 0,28$) %. Kết quả định tính sơ bộ cho thấy vỏ táo chứa các nhóm chất polyphenol, flavonoid, alkaloid, tannin và các hợp chất có tính khử. Hàm lượng polyphenol tổng xác định bằng phương pháp Folin-Ciocalteu đạt ($273,89 \pm 7,13$) mg GAE/g cao, trong khi TFC xác định bằng phương pháp tạo phức với $AlCl_3$ đạt ($109,39 \pm 5,85$) mg QE/g cao. Hoạt tính chống oxy hóa được đánh giá bằng phép thử DPPH, cho giá trị $IC_{50} = (121,87 \pm 1,89)$ μ g/mL. Kết quả cho thấy cao chiết vỏ táo chứa hàm lượng đáng kể polyphenol và flavonoid, đồng thời có khả năng trung hòa gốc tự do. Vỏ táo có tiềm năng được khai thác như nguồn nguyên liệu tự nhiên chứa các hợp chất chống oxy hóa.

© 2026 Journal of Science and Technology - NTTU

Nhận 25/12/2025

Được duyệt 06/01/2026

Công bố 28/09/2026

Từ khóa

vỏ táo; polyphenol; flavonoid; chống oxy hóa; DPPH.

1 Giới thiệu

Trong những năm gần đây, việc khai thác nguồn nguyên liệu tự nhiên để phát triển các sản phẩm có giá trị sinh học cao, an toàn cho sức khỏe và thân thiện với môi trường ngày càng được quan tâm. Các sản phẩm từ thiên nhiên không chỉ đáp ứng xu hướng tiêu dùng “sạch” mà còn mang lại nhiều lợi ích sinh học, góp phần phòng ngừa và hỗ trợ điều trị các bệnh mãn tính. Đặc biệt, trái cây giàu các hợp chất chuyển hóa thứ cấp như polyphenol, flavonoid, anthocyanin hay carotenoid được xem là nguồn cung cấp dồi dào các hoạt chất có khả năng chống oxy hóa, kháng viêm, tăng cường miễn dịch và hỗ trợ bảo vệ sức khỏe tim

mạch [1]. Nhiều nghiên cứu cho thấy vỏ của các loại trái cây như táo, nho, cam, quýt hay lựu thường chứa hàm lượng polyphenol và flavonoid cao hơn đáng kể so với phần thịt quả, đồng thời đóng vai trò bảo vệ quả khỏi quá trình oxy hóa và các tác động bất lợi của môi trường [2]. Trong các quy trình chế biến hoặc tiêu thụ, phần vỏ táo thường bị loại bỏ, tạo ra lượng lớn phụ phẩm nông nghiệp chưa được tận dụng hiệu quả. Các nghiên cứu công bố gần đây chỉ ra rằng một số giống táo như *Kala Kulu*, *Golden Delicious*, *Kashmiri Amri* và *Sky Spur*,... là nguồn phong phú polyphenol, flavonoid và các chất có khả năng chống oxy hóa mạnh [3, 4]. Bên cạnh đó, các hợp chất này còn được

quan tâm nhờ tác dụng điều hòa lipid máu, giảm stress oxy hóa và cải thiện chức năng thần kinh [5]. Mặc dù vậy, tại Việt Nam, chưa có nghiên cứu chuyên sâu về thành phần hóa học cũng như hoạt tính sinh học của vỏ táo giống *Malus domestica* Borkh. Trên cơ sở đó, nghiên cứu được tiến hành nhằm đánh giá hàm lượng polyphenol, flavonoid, triterpenoid và khả năng chống oxy hóa của vỏ táo, qua đó khẳng định tiềm năng sinh học của nguồn phụ phẩm này và góp phần nâng cao giá trị sử dụng, giảm lãng phí và gia tăng hiệu quả kinh tế của cây táo tại Việt Nam.

2 Nguyên vật liệu và phương pháp nghiên cứu

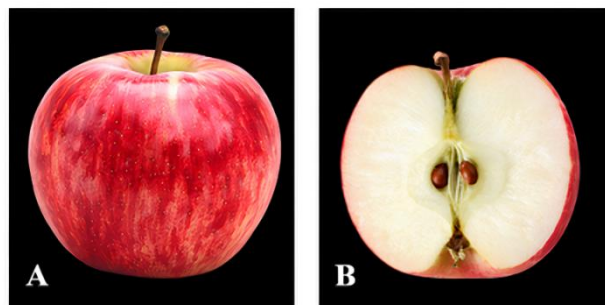
2.1 Nguyên liệu, hóa chất và thiết bị

- *Nguyên liệu*: Táo tây *Malus domestica* Borkh. nhập khẩu từ Mỹ được thu mua tại các siêu thị trên địa bàn TP HCM vào tháng 5/2024.

Sau khi thu mua 30 kg táo thì xử lý thu được 3 kg vỏ táo tươi. Việc thu mua táo từ nhiều điểm bán khác nhau nhằm đảm bảo tính đại diện, phản ánh sự đa dạng về lô hàng và điều kiện bảo quản, đồng thời hạn

chế sai lệch do phụ thuộc vào một nguồn cung duy nhất, qua đó nâng cao độ tin cậy và tính khách quan của các kết quả phân tích.

Quả táo khảo sát có dạng gần tròn đến bầu dục, đường kính khoảng 7-8,5 cm; vỏ nhẵn, bóng, màu hồng pha vàng; thịt quả trắng hơi ngả vàng và mọng nước. Khi cắt ngang, các khoang chứa hạt ở phần lõi xếp thành hình ngôi sao (Hình 1). Những đặc điểm quan sát được phù hợp với mô tả về giống táo *Malus domestica* Borkh. của Janick và cộng sự (1996) [6].



Hình 1 Hình thái trái táo *Malus domestica* Borkh. (A- Trái táo chín; B- Mặt cắt trái táo)



Hình 2 Nguyên liệu bột vỏ táo

- *Hóa chất, dung môi*: dung môi chiết: ethanol 96 % (Chemsol – China), Acid gallic (Merck KgaA – Germany), quercetin (Sigma Aldrich – Germany), vitamin C (Sigma Aldrich – Germany), Folin-Ciocalteu (Sigma Aldrich – Germany), $AlCl_3$, DPPH (Sigma Aldrich – Germany), Na_2CO_3 , $NaNO_2$, NaOH, Dimethyl sulfoxide (DMSO, Chemsol – China).

- *Trang thiết bị*: máy đo quang phổ UV-Vis Genesys 10S, máy cô quay chân không BUCHI, máy khuấy IKA® RW20 digital, máy đo độ ẩm Sartorius MA35, bể siêu âm Elmasonic S 100H, cùng các dụng cụ thủy tinh tiêu chuẩn trong phòng thí nghiệm.

2.2 Phương pháp nghiên cứu

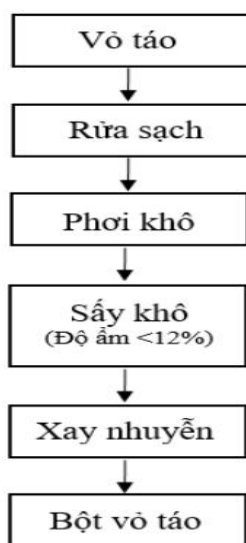
2.2.1 Quy trình xử lý và chiết tách mẫu

2.2.1.1 Xử lý mẫu nguyên liệu

Vỏ quả táo mỏng, dai và có độ bóng nhẹ, vỏ có màu hơi đỏ. Sau khi lấy vỏ, sấy ở nhiệt độ 60 °C đến khi đạt độ ẩm dưới 12 % (theo Phụ lục 1: tiêu chuẩn chất lượng chung cho dược liệu của Dược điển Việt Nam V) [7]. Mẫu khô sau khi sấy được xay nhuyễn và bảo quản trong túi kín. Sau đó tiến hành xác định độ ẩm của nguyên liệu sau xử lý.

2.2.1.2 Xác định hàm lượng ẩm nguyên liệu

Hàm lượng ẩm của nguyên liệu được xác định bằng thiết bị đo độ ẩm Sartorius MA 35 (Germany). Cân khoảng 0,5 g bột vỏ táo đã sấy khô và đặt vào buồng đo của thiết bị.



Hình 3 Quy trình xử lý nguyên liệu

Mẫu được gia nhiệt ở 105 °C cho đến khi khối lượng đạt trạng thái ổn định. Sau khi quá trình đo hoàn tất, giá trị độ ẩm hiển thị trên màn hình được ghi nhận. Thí nghiệm được lặp lại ba lần và lấy giá trị trung bình để đảm bảo độ tin cậy của kết quả.

2.2.1.3 Hiệu suất chiết cao

Khối lượng nguyên liệu vỏ táo tính theo chất khô hoàn toàn là 400 g và được tiến hành chiết bằng

ethanol 96 % theo phương pháp chiết rắn – lỏng với tỷ lệ nguyên liệu:dung môi là 1:5 (w/v). Quá trình chiết được thực hiện ở nhiệt độ phòng trong 24 giờ và lặp lại ba lần để thu tối đa các hợp chất hòa tan. Mỗi lần chiết, dịch thu được được lọc và gộp chung, sau đó đem cô quay dưới áp suất giảm cho đến khi đạt khối lượng ổn định nhằm thu được cao ethanol tổng, đáp ứng tiêu chuẩn cao đặc [7,8]. Hiệu suất chiết được xác định bằng phần trăm khối lượng cao thu được so với lượng nguyên liệu khô ban đầu.

$$H_t(\%) = \frac{m_{\text{cao chiết}} \times (1 - w)}{m_{\text{nguyên liệu khô}}} \times 100 \quad (1)$$

Trong đó:

$m_{\text{nguyên liệu khô}}$: khối lượng nguyên liệu khô (g)

$m_{\text{cao chiết}}$: khối lượng cao sau khi chiết (g)

w: độ ẩm của cao (%)

2.2.2 Khảo sát hóa thực vật sơ bộ

Cao chiết ethanol được khảo sát định tính sơ bộ các nhóm hợp chất chính như polyphenol, flavonoid, tanin, alkaloid, carotenoid và hợp chất khử bằng các phản ứng định tính đơn giản với thuốc thử đặc trưng (FeCl₃, gelatin + NaCl, Dragendorff, Mayer, Bouchardat, Fehling, H₂SO₄, v.v.) để xác định sự hiện diện của các nhóm hoạt chất có trong vỏ táo [8,9].

Bảng 1 Khảo sát hóa thực vật sơ bộ của cao chiết

Nhóm hoạt chất	Hóa chất thử nghiệm	Mô tả
Acid hữu cơ	Tinh thể Na ₂ CO ₃	Sủi bọt khí
Hợp chất khử	Fehling A + Fehling B	Kết tủa đỏ gạch dưới đáy ống nghiệm
Polyphenol	FeCl ₃	Dung dịch có màu xanh đậm hoặc xanh rêu
Tanin	Gelatin 1 % + NaCl 10 %	Tủa bông trắng
Alkaloid	Mayer, Dragendorff, Bouchardat	Dung dịch đục hoặc có tủa (tủa trắng, tủa đỏ cam, tủa đỏ nâu)
Flavonoid	Cyanidin (bột Mg + HCl đậm đặc) Chì acetate	Dung dịch có màu đỏ cam hoặc đỏ tươi Tủa trắng hoặc ngà vàng
Carotenoid	H ₂ SO ₄ đậm đặc	Dung dịch có màu xanh dương đậm

2.2.3 Xác định hàm lượng polyphenol tổng (TPC)

Hàm lượng polyphenol tổng (TPC) được xác định bằng thuốc thử Folin-Ciocalteu, dựa trên nguyên tắc phản ứng oxy hóa-khử giữa polyphenol và thuốc thử trong môi trường kiềm, tham khảo và điều chỉnh từ phương pháp trong nghiên cứu [10], với nồng độ mẫu thử là 1000 µg/mL và dãy chuẩn acid gallic từ 200 đến 1000 µg/mL. Độ hấp thụ của tất cả các mẫu được

đo ở bước sóng 740 nm bằng cuvette thủy tinh và máy đo quang phổ hấp thụ UV-Vis. Các phép đo của mỗi chiết xuất đều được lặp lại 3 lần và lấy giá trị trung bình. Kết quả được biểu thị dưới dạng đương lượng gallic acid trên mẫu cao chiết (mgGAE/g cao chiết), thông qua việc xây dựng đường chuẩn thu được với chất chuẩn gallic acid.

2.2.4 Xác định hàm lượng flavonoid tổng (TFC)

Hàm lượng flavonoid toàn phần trong cao chiết được xác định bằng phương pháp tạo phức màu với $AlCl_3$ trong môi trường kiềm, dựa trên phương pháp của nghiên cứu trước với một số hiệu chỉnh [11]. Mẫu cao chiết được pha loãng trong methanol với nồng độ 1 mg/mL, còn dãy chuẩn quercetin dao động từ 0 đến 100 $\mu\text{g/mL}$. Độ hấp thụ của các mẫu được đo tại bước sóng 510 nm ở nhiệt độ phòng. Giá trị flavonoid trong cao chiết được tính dựa trên đường chuẩn quercetin ($y = ax + b$).

2.2.5 Đánh giá hoạt tính chống oxy hóa(DPPH)

Hoạt tính chống oxy hóa của cao chiết ethanol được đánh giá bằng phương pháp DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) có hiệu chỉnh [5]. Dung dịch DPPH được pha với nồng độ 30 $\mu\text{g/mL}$ trong methanol 80 %, đảm bảo giá trị hấp thụ quang $OD = 0,7 \pm 0,2$. Cao chiết ethanol 96 % từ vỏ táo được pha thành dãy các nồng độ (100, 200, 300, 400 và 500) $\mu\text{g/mL}$ nhằm khảo sát khả năng bắt giữ gốc tự do DPPH. Mẫu đối chứng dương (vitamin C) được chuẩn bị trong methanol 80 % ở các nồng độ (1, 2, 3, 4 và 5) $\mu\text{g/mL}$ để so sánh hoạt tính. Sau 30 phút ủ tối ở nhiệt độ phòng, độ hấp thụ được đo tại 517 nm. Kết quả thể hiện qua phần trăm ức chế gốc tự do (I %) và giá trị IC_{50} ($\mu\text{g/mL}$) là nồng độ cần thiết để ức chế 50 % gốc tự do DPPH.

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Chiết xuất cao tổng ethanol từ vỏ táo

3.1.1 Xác định hàm lượng ẩm nguyên liệu

Bảng 2 Kết quả xác định hàm lượng ẩm của nguyên liệu

Mẫu	1	2	3
Khối lượng (g)	0,5	0,5	0,51
Độ ẩm (%)	10	10	12

Độ ẩm trung bình của nguyên liệu là $(10,67 \pm 0,12) \%$ (Bảng 2). Độ ẩm nguyên liệu đạt tiêu chuẩn độ ẩm nguyên liệu không quá 12 % [6].

3.1.2. Hiệu suất chiết cao

Sau khi tiến hành chiết xuất nguyên liệu bằng ethanol, phần cao tổng thu được có hiệu suất và đặc tính được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3 Các thông số thu nhận cao ethanol tổng

Tiêu chí	Kết quả
Hình ảnh cao chiết	
Dung môi sử dụng (%)	Ethanol 96
Khối lượng mẫu khô ban đầu	400
Nhiệt độ quá trình chiết (°C)	Nhiệt độ phòng
Thời gian chiết mỗi lần (giờ)	24
Khối lượng cao thu được (g)	166,57
Độ ẩm cao chiết (%)	17,78
Hiệu quả chiết (%)	34,24

Dựa trên kết quả trình bày ở Bảng 3, cao chiết ethanol thu được là cao đặc, có dạng sệt, màu vàng đậm và mùi thơm dịu, phản ánh khả năng hòa tan tốt của các hợp chất có hoạt tính sinh học trong dung môi ethanol. Hàm lượng ẩm của cao đạt 17,78 % ($< 20 \%$), đáp ứng yêu cầu đối với cao đặc [12]. Hiệu suất chiết đạt $(34,24 \pm 0,28) \%$, chứng tỏ ethanol 96 % là dung môi thích hợp để tách chiết polyphenol, flavonoid và alkaloid trong vỏ táo, nhờ đặc tính vừa mang tính phân cực, vừa có khả năng hòa tan các hợp chất hữu cơ bán phân cực.

3.2 Kết quả khảo sát hóa thực vật sơ bộ

Kết quả định tính sơ bộ cho thấy cao chiết ethanol vỏ táo có sự hiện diện của nhiều nhóm hợp chất có hoạt tính sinh học quan trọng (Bảng 4).

Bảng 4 Kết quả hóa thực vật sơ bộ trên cao tổng ethanol vỏ táo

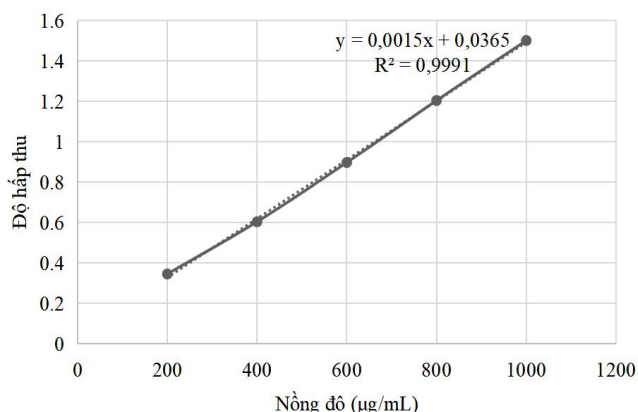
Nhóm hoạt chất	Hóa chất thử nghiệm	Kết quả
Acid hữu cơ	Tinh thể Na_2CO_3	(-)
Hợp chất khử	Fehling A + Fehling B	(+++)
Polyphenol	$FeCl_3$	(+++)
Tanin	Gelatin 1 % + NaCl 10 %	(+)
Alkaloid	Mayer	(++)
	Dragendorff	(+++)
	Bouchardat	(+++)
Flavonoid	Cyanidin (bột Mg + HCl đậm đặc)	(+++)
	Chì acetate	(+++)
Carotenoid	H_2SO_4 đậm đặc	(-)

Ghi chú: (-) Âm tính (++) Dương tính rõ
(+) Dương tính (+++) Dương tính rất rõ

Kết quả khảo sát ở Bảng 4 cho thấy sự có mặt của nhiều nhóm hợp như chất khử, polyphenol, tannin, alkaloid và flavonoid trong cao chiết ethanol từ vỏ táo *Malus domestica* Borkh., do ethanol là dung môi phổ biến, có độ phân cực vừa phải, có khả năng chiết xuất hiệu quả đối với các hợp chất hữu cơ hòa tan tốt đặc biệt là flavonoid và polyphenol. Các hợp chất này có mặt với hàm lượng khá cao, có thể dự đoán được hoạt tính sinh học tiêu biểu của cao chiết ethanol vỏ táo là hoạt tính kháng oxy hóa.

3.3 Hàm lượng polyphenol tổng (TPC)

Hàm lượng polyphenol tổng được xác định bằng phương pháp Folin-Ciocalteu dựa trên phương trình đường chuẩn acid gallic $y = 0,0015x + 0,0365$, với hệ số tương quan $R^2 = 0,9991$, thể hiện độ tuyến tính cao. Kết quả cho thấy cao chiết ethanol vỏ táo có hàm lượng polyphenol tổng đạt $(273,89 \pm 7,13)$ mg GAE/g cao chiết.



Hình 4 Đường chuẩn Gallic acid

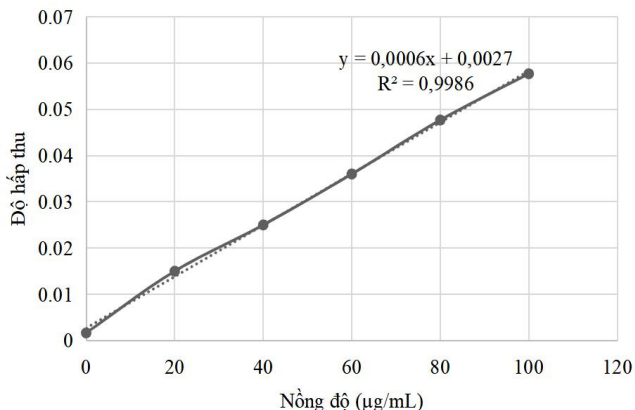
So với các nghiên cứu của Wandee Gritsanapan, Muhammad I. Bhangar trên giống táo *Ziziphus mauritiana* L. hàm lượng cao chiết, hàm lượng polyphenol trong cao chiết ethanol vỏ táo của nghiên cứu hiện tại cao vượt trội, gấp gần 10 lần so với chiết xuất ethanol 50 % từ hạt $(27,62 \pm 1,43)$ mg GAE/g cao chiết và cao hơn đáng kể so với chiết xuất *n*-hexane từ quả tươi $(12,8)$ mg GAE/g cao chiết [9,10]. Điều này cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa loài thực vật, bộ phận sử dụng và dung môi chiết xuất, đồng thời khẳng định ethanol là dung môi hiệu quả trong thu nhận các hợp chất phenolic phân cực.

Khi so sánh với nghiên cứu trước trên vỏ táo của các giống Fuji, Epagri COOP24 và Epagri F5P293, hàm lượng phenolic của vỏ táo giống *Malus domestica* Borkh. thấp hơn khoảng (2-2,5) lần [3]. Tuy nhiên khi so với các giống táo Kala Kulu, Golden Delicious, thì cao vượt trội, cao hơn khoảng (12-14) lần, trong khi các giống trên chỉ dao động trong khoảng (19,08-22,75) mg GAE/g cao chiết [4].

Sự khác biệt đáng kể này phản ánh tính biến thiên tự nhiên của hàm lượng polyphenol giữa các giống táo, đồng thời cho thấy ảnh hưởng quan trọng của đặc điểm di truyền, điều kiện sinh trưởng và phương pháp xử lý – chiết xuất mẫu đến khả năng tích lũy và thu nhận các hợp chất phenolic.

Nhìn chung, kết quả thu được khẳng định rõ ràng tiềm năng của cao chiết ethanol vỏ táo *Malus domestica* Borkh. như một nguồn polyphenol dồi dào, tạo cơ sở khoa học cho các ứng dụng trong chống oxy hóa, thực phẩm chức năng và dược liệu.

3.4 Hàm lượng flavonoid tổng (TFC)



Hình 5 Đường chuẩn quercetin

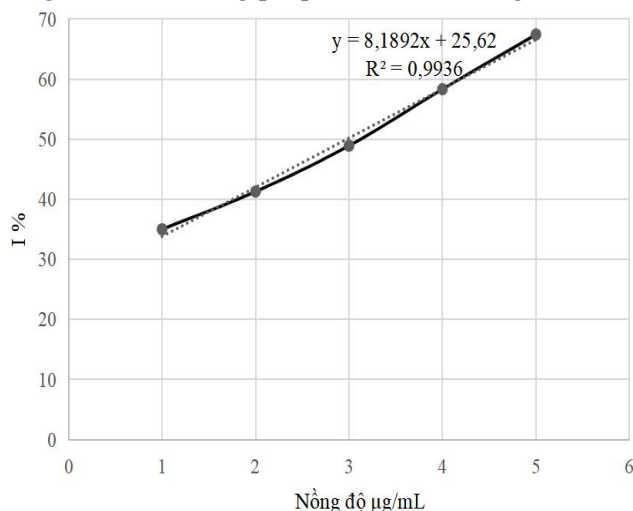
Hàm lượng flavonoid tổng xác định bằng phương pháp $AlCl_3$ dựa trên đường chuẩn quercetin $y = 0,0006x + 0,0027$, với hệ số tương quan $R^2 = 0,9986$. Kết quả cho thấy hàm lượng flavonoid trong cao chiết đạt $(109,39 \pm 5,85)$ mg QE/g cao chiết.

So sánh với các nghiên cứu trước đó, tổng hàm lượng flavonoid trong vỏ táo của ba giống Fuji, Epagri COOP24 và Epagri F5P293 lần lượt đạt $(62,75; 81,93 \pm 4,40)$ và $(69,54 \pm 6,07)$ mg QE/g, thấp hơn so với giá trị thu được trong nghiên cứu hiện tại [5]. So sánh với nghiên cứu trước cho thấy giá trị này ở mức đáng kể nằm trong khoảng flavonoid tổng của các

giống táo khác nhau (2,1-755,54) mg QE/g) [15]. Sự khác biệt này có thể liên quan đến yếu tố giống, điều kiện sinh trưởng, cũng như dung môi và quy trình chiết xuất được sử dụng.

3.5 Hoạt tính chống oxy hóa (phép thử DPPH)

Kết quả ở Hình 7 cho thấy mức độ ức chế DPPH tăng dần khi nồng độ mẫu tăng, phản ánh mối quan hệ tuyến tính giữa lượng cao chiết và hiệu quả chống oxy hóa. Cao chiết vỏ táo biểu hiện đáp ứng phụ thuộc nồng độ khá rõ trong phép thử DPPH, với giá trị IC_{50}

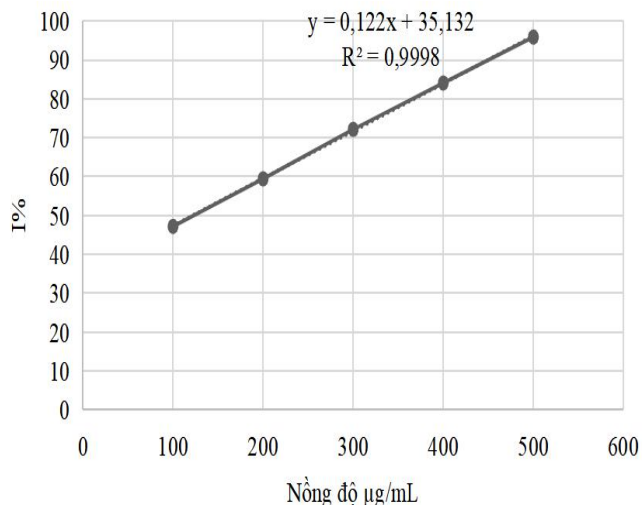


Hình 6 Đồ thị tương quan giữa nồng độ và khả năng chống oxy hóa của vitamin C

4 Kết luận và kiến nghị

Kết quả nghiên cứu cho thấy cao chiết ethanol từ vỏ táo *Malus domestica* Borkh. giàu polyphenol và flavonoid, thể hiện phản ứng định tính dương tính mạnh và khả năng khử đáng kể; đồng thời có sự hiện diện của alkaloid và tannin, trong khi acid hữu cơ và carotenoid không chiếm ưu thế. Hàm lượng polyphenol tổng đạt $(273,89 \pm 7,12)$ mg GAE/g cao chiết và flavonoid đạt $(109,39 \pm 5,85)$ µg/mL, cho thấy flavonoid chiếm tỷ lệ đáng kể trong polyphenol tổng và đóng vai trò quan trọng trong hoạt tính chống oxy hóa. Giá trị IC_{50} đối với gốc DPPH là $(121,87 \pm$

của cao chiết vỏ táo là 129,00 µg/mL thấp hơn IC_{50} của vitamin C khoảng 43,33 lần (2,98 µg/mL), chứng tỏ mẫu có tác dụng chống oxy hóa. Khi đối chiếu với dữ liệu của Kalinowska và cộng sự, IC_{50} của giống táo *Gold Milenium* là 142,00 µg/mL và của giống *Papierowka* là 97,00 µg/mL. Như vậy, hoạt tính chống oxy hóa của vỏ táo giống *Malus domestica* Borkh. của mẫu nghiên cứu mạnh hơn giống *Gold Milenium* nhưng kém hơn giống *Papierowka* [16].



Hình 7 Đồ thị tương quan giữa nồng độ và khả năng chống oxy hóa của cao chiết vỏ táo

1,89) µg/mL, phản ánh khả năng bắt giữ gốc tự do ở mức đáng kể và có tương quan với hàm lượng polyphenol-flavonoid. Nhìn chung, vỏ táo *Malus domestica* Borkh. là nguồn nguyên liệu tự nhiên giàu tiềm năng cho các ứng dụng chống oxy hóa trong thực phẩm chức năng, mỹ phẩm và sản phẩm hỗ trợ sức khỏe.

Tuy nhiên, để nghiên cứu sâu hơn, cần tối ưu quy trình chiết vỏ táo để nâng cao hiệu suất thu hồi, đồng thời mở rộng đánh giá các hoạt tính sinh học và xác định chính xác thành phần, làm cơ sở khoa học cho ứng dụng trong dược phẩm, thực phẩm và mỹ phẩm.

Tài liệu tham khảo

1. Chong, M. F.-F., Macdonald, R., & Lovegrove, J. A. (2010). Fruit polyphenols and CVD risk: A review of human intervention studies. *British Journal of Nutrition*, 104(S3), S28-S39.
2. Sir Elkhatim, K. A., Elagib, R. A. A., & Hassan, A. B. (2018). Content of phenolic compounds and vitamin C and antioxidant activity in wasted parts of Sudanese citrus fruits. *Food Science & Nutrition*, 6(5), 1214-1219.
3. Vieira, F. G. K., Borges, G. S. C., Copetti, C., Gonzaga, L. V., Nunes, E. C., & Fett, R. (2009). Activity and contents of polyphenolic antioxidants in the whole fruit, flesh and peel of three apple cultivars. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 59(1), 101-106.
4. Manzoor, M., Anwar, F., Saari, N., & Ashraf, M. (2012). Variations of antioxidant characteristics and mineral contents in pulp and peel of different apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars from Pakistan. *Molecules*, 17(1), 390-407.
5. Patocka, J., Bhardwaj, K., Klimova, B., Nepovimova, E., Wu, Q., Landi, M., Kuca, K., Valis, M., & Wu, W. (2020). *Malus domestica*: A review on nutritional features, chemical composition, traditional and medicinal value. *Plants*, 9(11), Article 1408.
6. Janick, J., Cummins, J. N., Brown, S. K., & Hemmat, M. (1996). Apples. In J. Janick & J. N. Moore (Eds.), *Fruit breeding: Volume I. Tree and tropical fruits* (pp. 1-77). John Wiley & Sons.
7. Hội đồng Dược điển Việt Nam. (2017). *Dược điển Việt Nam V* (Phụ lục 9.6). Nhà xuất bản Y học.
8. Bộ môn Dược liệu, Đại học Y Dược Thành phố Hồ Chí Minh. (2014). *Phương pháp nghiên cứu dược liệu*, 19-49.
9. Nguyễn Kim Phi Phụng. (2007). *Phương pháp cô lập hợp chất hữu cơ*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
10. García-Márquez, E., Román-Guerrero, A., Pérez-Alonso, C., Cruz-Sosa, F., Jiménez-Alvarado, R., & Vernon-Carter, E. J. (2012). Effect of solvent-temperature extraction conditions on the initial antioxidant activity and total phenolic content of muir extracts and their decay upon storage at different pH. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 11(1), 1-10.
11. Marinova, D., Ribarova, F., & Atanassova, M. (2005). Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 40(3), 255-260.
12. Arthanari, S., & Periyasamy, P. (2020). Phenolic composition, antioxidant and anti-fibrotic effects of *Sesbania grandiflora* L. (Agastya) – An edible medicinal plant. *AYU (An International Quarterly Journal of Research in Ayurveda)*, 41(4), 242-249.
13. San, A. M. M., Thongpraditchote, S., Sithisarn, P., & Gritsanapan, W. (2013). Total phenolics and total flavonoids contents and hypnotic effect in mice of *Ziziphus mauritiana* Lam. seed extract. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, Article 835854.
14. Memon, A. A., Memon, N., Luthria, D. L., Pitafi, A. A., & Bhanger, M. I. (2012). Phenolic compounds and seed oil composition of *Ziziphus mauritiana* L. fruit. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 62(1), 15-21.
15. Pandey, J., Bastola, T., Tripathi, J., & Tripathi, M. (2020). Estimation of total quercetin and rutin content in *Malus domestica* of Nepalese origin by HPLC method and determination of their antioxidative activity. *Journal of Food Quality*, 2020, Article 8853426.
16. Wolfe, K., Wu, X., & Liu, R. H. (2003). Antioxidant activity of apple peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(3), 609-614.

Evaluation of Polyphenols, Flavonoids and Antioxidant Activity from Apple Peel *Malus domestica* Borkh

Hoang Thi Hong*, Nguyen Thi Kim Toan, Pham Nguyen Tra Giang, Nguyen Thi Viet Anh

Faculty of Pharmacy, Nguyen Tat Thanh University, Ho Chi Minh City, Viet Nam

*hthong@ntt.edu.vn

Abstract Apple (*Malus domestica* Borkh.), which belongs to the Rose family (*Rosaceae*) is a widely consumed fruit with high nutritional value and rich in bioactive compounds. However, in Viet Nam, studies on the biological properties apple, particularly those focusing on apple peel as a by-product, remain limited. This study was conducted to determine the total polyphenol content, total flavonoid content, and to evaluate the antioxidant activity of apple peel extracts, thereby clarifying the potential utilization of this underexploited by-product. Apple peels were dried at 60 °C and extracted with 96% ethanol using a solid-liquid extraction method, yielding 166.57 g of extract from 400 g of dried apple peel powder, corresponding to an extraction yield of $(34.24 \pm 0.28)\%$. Preliminary qualitative screening using specific reagents indicated the presence of various bioactive compound groups, including polyphenols, flavonoids, alkaloids, tannins, and reducing compounds. The total polyphenol content (TPC), determined by the Folin-Ciocalteu method, reached (273.89 ± 7.13) mg GAE/g extract, while the total flavonoid content, measured using the aluminum chloride complexation assay, was (109.39 ± 5.85) mg QE/g extract. Antioxidant activity was assessed by the DPPH radical scavenging assay, yielding an IC_{50} value of (121.87 ± 1.89) μ g/mL, demonstrating a significant free radical scavenging capacity. These findings indicated that apple peel is a rich source of natural antioxidant compounds with potential applications in the development of health-supporting products, thus contributing to increased economic value and reduced waste in the food processing industry. Furthermore, this study provided initial data to support further in-depth investigations on apple peel.

Keywords polyphenols; flavonoids; *Malus domestica* Borkh.; antioxidant; DPPH.