Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ
Phần A: Khoa học tự nhiên, Công nghệ và Môi trường
ISSN 1859-2333 | e-ISSN 2815-5599

DOI:10.22144/ctujos.2026.220

KHẢO SÁT THÀNH PHẦN HÓA HỌC VÀ HOẠT TÍNH KHÁNG OXY HÓA CỦA CAO CHIẾT ETHANOL TỪ CÂY RAU RĂM *(Persicaria odorata)*

Trương Thị Phương Thảo[1], Huỳnh Vũ Luân[1], Triệu Thị Bích Vân[2], Đái Thị Xuân Trang[1], Lê Hoàng Nhựt Linh[1], Lê Hoàng Nguyệt Linh[1] và Phan Thị Cẩm Tú[2,*]
[1]*Khoa Sinh học, Trường Khoa học Tự nhiên, Đại học Cần Thơ, Việt Nam*
[2]*Khoa Sinh học và Môi trường Thủy sản, Trường Thủy sản, Đại học Cần Thơ, Việt Nam*
**Tác giả liên hệ (Corresponding author): ptctu@ctu.edu.vn*

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 10/01/2026
Sửa bài (Revised): 23/01/2026
Duyệt đăng (Accepted): 29/09/2026

Title: *Investigation of chemical composition and antioxidant activity of ethanol extract from Persicaria odorata*

Author(s): *Truong Thi Phuong Thao[1], Huynh Vu Luan[1], Dai Thi Xuan Trang[1], Trieu Thi Bich Van[2], Le Hoang Nhut Linh[1], Le Hoang Nguyet Linh[1] and Phan Thi Cam Tu[2,*]*

Affiliation(s): *[1]Department of Biology, College of Natural Sciences, Can Tho University, Viet Nam; [2]Faculty of Aquatic Biology and Environmental Science, College of Aquaculture and Fisheries, Can Tho University, Viet Nam*

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm khảo sát thành phần hóa học và hoạt tính kháng oxy hóa của cao chiết ethanol cây rau răm (Persicaria odorata). Hàm lượng các hợp chất polyphenol, flavonoid, saponin và polysaccharide được xác định bằng phương pháp quang phổ. Hoạt tính kháng oxy hóa của cao chiết được đánh giá bằng phương pháp trung hòa gốc tự do DPPH (2, 2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl), ABTS (2,2-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid)), phương pháp tiềm năng khử sắt FRAP (Ferric reducing antioxidant power), khả năng khử (RP) và kháng oxy hóa tổng (TAC). Kết quả cho thấy trong 1 g cao chiết của cây rau răm, có hàm lượng flavonoid (579,17±8,33 mg QE/g, polyphenol (94,35±4,49 mg GAE/g), saponin (9,44±2,66 mg ACE/g) và polysaccharide (49,58±2,78 mg GE/g). Cao chiết có hoạt tính kháng oxy hóa rõ rệt ở tất cả các phương pháp, mạnh nhất ở thử nghiệm ABTS (EC_{50}=129,89±0,73 µg/mL). Phân tích cho thấy hàm lượng polyphenol và flavonoid có mối tương quan chặt với hoạt tính kháng oxy hóa, khẳng định vai trò của hai nhóm hợp chất này. Kết quả nghiên cứu là cơ sở để ứng dụng cây rau răm như một nguồn chất kháng oxy hóa tự nhiên.

Từ khóa: *Kháng oxy hóa, rau răm, thành phần hóa học*

ABSTRACT

This study aimed to investigate the chemical composition and antioxidant activity of the ethanol extract from Persicaria odorata. The contents of polyphenols, flavonoids, saponins, and polysaccharides were determined using spectrophotometric methods. Antioxidant activity was evaluated using DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)), ferric reducing antioxidant power (FRAP), reducing power (RP), and total antioxidant capacity (TAC) assays. The extract contained flavonoids (579.17 ± 8.33 mg QE/g), polyphenols (94.35 ± 4.49 mg GAE/g), saponins (9.44 ± 2.66 mg ACE/g), and polysaccharides (49.58 ± 2.78 mg GE/g). The extract showed antioxidant activity in all assays, with the strongest in the ABTS assay (EC_{50} = 129.89 ± 0.73 µg/mL). Correlation analysis revealed strong associations between polyphenol and flavonoid contents and antioxidant activity, suggesting their important contributions. These findings provide a scientific basis for the potential utilization of P. odorata as a natural source of antioxidants.

Keywords: *Antioxidant activity, Persicaria odorata, phytochemical*

1. GIỚI THIỆU

Stress oxy hóa, do sự hình thành quá mức các gốc tự do trong cơ thể, là một trong những nguyên nhân chính dẫn đến tổn thương tế bào và liên quan đến nhiều rối loạn sinh lý cũng như bệnh lý (Halliwell & Gutteridge, 2015; Valko et al., 2007). Các hợp chất kháng oxy hóa có vai trò quan trọng trong việc trung hòa gốc tự do, góp phần bảo vệ tế bào và duy trì trạng thái cân bằng oxy hóa (Sies, 1997; Pham-Huy et al., 2008).

Rau răm (*Persicaria odorata*) là cây gia vị quen thuộc, được trồng và sử dụng rộng rãi trong đời sống hàng ngày của người dân Việt Nam. Với ưu điểm dễ trồng, sinh trưởng nhanh, nguồn cung dồi dào và chi phí thấp, rau răm có tính sẵn có cao so với nhiều loài dược liệu khác. Ngoài vai trò là thực phẩm, rau răm còn được sử dụng trong y học dân gian với các công dụng như hỗ trợ tiêu hóa, kháng viêm và bảo vệ sức khỏe.

Các nghiên cứu gần đây cho thấy rau răm chứa nhiều hợp chất sinh học có giá trị, đặc biệt là các hợp chất phenolic và flavonoid, có khả năng tham gia vào cơ chế trung hòa gốc tự do và ức chế các phản ứng oxy hóa (Nguyen et al., 2020). Dịch chiết và tinh dầu từ rau răm đã được ghi nhận có hoạt tính kháng oxy hóa đáng kể bằng phương pháp thử nghiệm DPPH và ABTS (Chansiw et al., 2019; Thongra-ar et al., 2021). Ngoài ra, kết quả của một số nghiên cứu cũng chỉ ra rằng thành phần hóa học của rau răm có sự biến thiên và phụ thuộc vào điều kiện sinh trưởng, vị trí địa lý của cây, cũng như các phương pháp chiết tách và dung môi sử dụng trong chiết xuất dược liệu (Chansiw et al., 2019).

Việc lựa chọn cây rau răm (*Persicaria odorata*), một loài cây gia vị phổ biến, dễ trồng và có giá thành thấp, làm đối tượng nghiên cứu xuất phát từ yêu cầu cấp thiết trong việc tìm kiếm các nguồn chất kháng oxy hóa tự nhiên có tính sẵn có và khả năng ứng dụng rộng rãi ở Việt Nam. Stress oxy hóa được xem là yếu tố liên quan đến nhiều rối loạn và bệnh lý mạn tính, việc khai thác các loài thực vật quen thuộc trong đời sống hàng ngày có ý nghĩa quan trọng ở 2 khía cạnh về mặt khoa học và thực tiễn. Mặc dù một số nghiên cứu trước đây đã đề cập đến hoạt tính sinh học của rau răm nhưng các nghiên cứu này chủ yếu mang tính riêng lẻ, chưa đánh giá đầy đủ các nhóm hợp chất sinh học quan trọng, đồng thời thường chỉ sử dụng một số phương pháp kháng oxy hóa đơn lẻ như DPPH hoặc ABTS.

Polyphenol và flavonoid là các chất kháng oxy hóa tự nhiên mạnh, có khả năng cho electron hoặc hydro để trung hòa các gốc tự do, ức chế các phản ứng oxy hóa dây chuyền và bảo vệ cấu trúc tế bào (Prior et al., 2005; Daniela, 2018). Bên cạnh đó, saponin và polysaccharide có vai trò quan trọng trong việc hỗ trợ tăng cường miễn dịch, chống viêm và giảm stress oxy hóa. Nhiều nghiên cứu cho thấy polysaccharide có khả năng ức chế sự hình thành các gốc tự do và điều hòa đáp ứng miễn dịch, trong khi saponin có thể góp phần bảo vệ tế bào thông qua cơ chế ổn định màng và giảm quá trình peroxy hóa lipid (Dong et al., 2024; Savi et al., 2020). Sự hiện diện đồng thời của các nhóm hợp chất này trong cao chiết có thể tạo ra tác dụng hiệp lực, góp phần làm tăng tổng hoạt tính sinh học của dược liệu.

Do đó, nghiên cứu này tập trung định lượng các hợp chất có hoạt tính sinh học trong cao chiết rau răm (polyphenol, flavonoid, saponin và polysaccharide) và phân tích mối tương quan của các hợp chất này với hoạt tính kháng oxy hóa của cao chiết bằng nhiều phương pháp khác nhau, nhằm đánh giá một cách toàn diện tiềm năng kháng oxy hóa của cây rau răm.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương tiện

Vật liệu: Cây rau răm (*Persicaria odorata*), họ rau răm *Polygonaceae*, lớp Ngọc lan *Magnoliopsida*, ngành Ngọc lan *Magnoliophyt*a. Mẫu cây được thu hái ở Phường Bình Thủy, Thành phố Cần Thơ vào tháng 03 năm 2025. Mẫu cây rau răm được định danh dựa trên đặc điểm hình thái theo tài liệu Cây cỏ Việt Nam của Hộ (2003). Mẫu cây được thu hái ở giai đoạn sinh trưởng sinh dưỡng, chưa ra hoa, thu vào buổi sáng, lựa chọn các cây khỏe mạnh, không sâu bệnh, có chiều cao trung bình khoảng 15 - 20 cm và số lá trên thân chính từ 8 đến 12 lá nhằm đảm bảo tính đồng nhất của nguyên liệu. Bộ phận được sử dụng trong nghiên cứu là phần thân và lá. Mẫu được xử lý và lưu giữ tại Phòng thí nghiệm Động thực vật, Khoa Sinh học, Trường Khoa học Tự nhiên, Đại học Cần Thơ.

Các thiết bị chính phục vụ quá trình thực nghiệm gồm máy ly tâm Mikro 12-24 (Hettich, Đức), máy vortex ZX3 (Velp, Ý), micropipette có thể tích 100 và 1.000 µL (Thermol Labsystems), máy đo quang phổ Multiskan GO (Thermo Scientific, Nhật Bản), hệ thống cô quay chân không (Heidolph, Đức), cân phân tích (Mettler, Mỹ), máy đo pH để bàn (Consort, Bỉ) và tủ sấy (Heraeus, Đức). Bên cạnh đó, các dụng cụ và thiết bị phòng thí nghiệm thông dụng khác được sử dụng phù hợp với từng quy trình thí nghiệm.

Hóa chất được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm: ethanol (Cemaco), trolox (Sigma-Aldrich), $K_2S_2O_8$ (Merck), Na_2CO_3 (Merck), gallic acid (Merck), quercetin (Merck), Folin-Ciocalteu's phenol reagent (Merck), $K_3Fe(CN)_6$ (Merck), Cl_3CCOOH (Merck), $FeCl_3$ (Sigma-Aldrich), $NaNO_2$ (Xilong), $AlCl_3.6H_2O$ (Xilong), 2, 2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl (Sigma-Aldrich), 2,2-azino-bis (3-ethylbanzthiazoline-6-sulphonic acid (Germany), 2, 4, 6-tripyridyl-s-triazine (Sigma-Aldrich), dimethyl sulfoxide (Merck) và một số hóa chất khác.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Điều chế cao ethanol tổng

Rau răm sau khi thu hái được loại bỏ rễ và các phần không đạt chất lượng, rửa sạch, sau đó làm khô ở 40 đến 45°C. Nguyên liệu khô được nghiền thành bột và được sử dụng cho quá trình chiết. Cân 201,27 g bột rau răm, cho vào túi vải và tiến hành chiết bằng ethanol (EtOH) theo tỷ lệ nguyên liệu/dung môi là 1:10 (g/mL). Quá trình chiết được thực hiện bằng phương pháp ngâm trong 24 giờ cho mỗi lần và được tiến hành tổng cộng 5 lần. Sau mỗi lần ngâm, dịch chiết được thu riêng và cuối cùng gộp chung. Ethanol được loại khỏi dịch chiết bằng phương pháp cô quay chân không ở 40 đến 50°C dưới áp suất giảm. Phần dịch cô đặc sau khi loại dung môi được thu nhận và sử dụng làm cao EtOH tổng cho các thí nghiệm tiếp theo.

Hiệu suất thu hồi cao chiết được xác định dựa trên khối lượng cao thu được so với khối lượng chất khô thực tế của nguyên liệu ban đầu, có hiệu chỉnh theo độ ẩm của mẫu:

$$\text{Hiệu suất chiết (\%)} = [m_{cao}/(m_{bột} - m_{bột} \times \text{độ ẩm})] \times 100$$

Trong đó, m_cao là khối lượng cao EtOH thu được (g) và m_bột là khối lượng bột rau răm ban đầu sử dụng cho quá trình chiết (g) (Phụng, 2007).

Độ ẩm của bột rau răm được xác định theo phương pháp mất khối lượng do làm khô. Ba đĩa thủy tinh được sấy ở 105°C trong 5 phút, chuyển vào bình hút ẩm để làm nguội rồi cân đến khi đạt khối lượng ổn định. Sau đó, khoảng 1 g bột dược liệu được cân chính xác vào mỗi đĩa và ghi nhận khối lượng trước khi sấy. Các đĩa chứa mẫu tiếp tục được sấy ở 105°C trong 2 giờ, làm nguội trong bình hút ẩm và cân. Chu trình sấy – làm nguội – cân được thực hiện đến khi khối lượng mẫu không còn thay đổi đáng kể.

Độ ẩm của mẫu được xác định dựa trên phần khối lượng mất đi trong quá trình sấy theo công thức:

$$\text{Độ ẩm (\%)} = (m_1 - m_2)/(m_1 - m_0) \times 100.$$

Trong đó: m_0 (g) là khối lượng đĩa thủy tinh sau khi sấy, m_1 (g) là khối lượng đĩa thủy tinh sau khi thêm bột dược liệu, m_2 (g) là khối lượng đĩa thủy tinh và dược liệu sau khi sấy (Bộ Y tế, 2009).

2.2.2. Định lượng hoạt chất sinh học

Định lượng polyphenol tổng

Hàm lượng polyphenol được xác định theo phương pháp của Singleton et al. (1999) có hiệu chỉnh. Hỗn hợp phản ứng gồm 250 µL cao chiết trong 250 µL nước và 250 µL thuốc thử Folin-Ciocalteu được lắc đều. Sau đó, 250 µL Na_2CO_3 10% được thêm vào rồi ủ 30 phút ở 40°C trong bể điều nhiệt. Độ hấp thu quang phổ của hỗn hợp phản ứng được đo ở bước sóng 765 nm. Gallic acid được sử dụng như chất đối chứng dương để xây dựng phương trình đường chuẩn. Hàm lượng polyphenol tổng trong các cao chiết được xác định dựa trên phương trình đường chuẩn gallic acid (mg GAE/g cao chiết). Hàm lượng polyphenol tổng được tính theo công thức:

$$P = a \times V/m$$

Trong đó: P là hàm lượng polyphenol tổng (mg GAE/g cao chiết), a là giá trị *x* từ đường chuẩn với acid gallic (µg/mL), V là thể tích cao chiết (mL), m là khối lượng cao chiết có trong thể tích V (g).

Định lượng flavonoid tổng

Hàm lượng flavonoid được xác định bằng phương pháp so màu $AlCl_3$ của Bag et al. (2015) có hiệu chỉnh. Hỗn hợp phản ứng gồm 1 mL cao chiết pha trong 1 mL nước rồi lắc đều. Sau đó, hỗn hợp phản ứng được thêm vào 200 µL $NaNO_2$ 5%, để yên 5 phút tiếp tục thêm 200 µL $AlCl_3$ 10%, lắc đều. Hỗn hợp phản ứng sau khi ủ 6 phút được thêm 2 mL NaOH 1M. Cuối cùng, nước được thêm vào cho đủ 5 mL và đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 510 nm. Quercetin được sử dụng như chất đối chứng dương. Hàm lượng flavonoid toàn phần trong các cao chiết được xác định dựa vào phương trình đường chuẩn quercetin (mg QE/g cao chiết). Hàm lượng flavonoid tổng được tính theo công thức:

$$F = a \times V/m$$

Trong đó: F là hàm lượng flavonoid tổng (mg QE/g cao chiết), a là giá trị x từ đường chuẩn với

quercetin (µg/mL), V là thể tích cao chiết (mL), m là khối lượng cao chiết có trong thể tích V (g).

Định lượng saponin tổng

Hàm lượng saponin tổng được xác định theo phương pháp của Le et al. (2018) có hiệu chỉnh. Hỗn hợp phản ứng gồm 25 µL cao chiết, 0,5 mL vanillin 4% (w/ v) và 2,50 mL acid sulfuric 72% (v/v). Hỗn hợp được ủ trong bể ổn nhiệt ở 60°C, 15 phút. Sau đó, việc dung dịch hỗn hợp được làm nguội ở nhiệt độ phòng trong 5 phút. Cuối cùng, 250 µL dung dịch được hút vào đĩa 96 giếng và đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 560 nm. Aescin được sử dụng như chất đối chứng dương. Hàm lượng saponin toàn phần trong các cao chiết được xác định dựa vào phương trình đường chuẩn của Aescin (mg ACE/g cao chiết). Hàm lượng saponin tổng được tính theo công thức:

$$S = a \times V/m$$

Trong đó: S là hàm lượng saponin tổng (mg ACE/g cao chiết), a là giá trị *x* từ đường chuẩn với aescin (µg/mL), V là thể tích cao chiết (mL), m là khối lượng cao chiết có trong thể tích V (g).

Định lượng polysaccharide tổng

Phương pháp định lượng polysaccharide tổng được thực hiện theo phương pháp của Savi et al. (2020). Trong đó, 0,5 mL cao chiết và 0,5 mL H_2O được cho vào ống nghiệm. Tiếp theo, 1 mL dung dịch phenol 5% được ho vào hỗn hợp và lắc đều. Sau đó, 5 mL dung dịch H_2SO_4 được cho thêm vào hỗn hợp và lắc đều. Các ống nghiệm được ủ trong bể ổn nhiệt ở 100°C, 20 phút. Tiếp theo, ống nghiệm được làm nguội nhanh trong nước đá với thời gian 5 phút. Cuối cùng, 250 µL dung dịch được hút và độ hấp thụ quang phổ được đo ở bước sóng 488 nm. D-glucose anhydrous được sử dụng như chất đối chứng dương. Hàm lượng polysaccharide tổng trong các cao chiết được xác định dựa vào phương trình đường chuẩn của D-glucose anhydrous (mg GE/g cao chiết). Hàm lượng polysaccharide tổng được tính theo công thức:

$$P = a \times V/m$$

Trong đó: P là hàm lượng polysaccharide tổng (mg GE/g cao chiết), a là giá trị *x* từ đường chuẩn với D-glucose anhydrous (µg/mL), V là thể tích cao chiết (mL), m là khối lượng cao chiết có trong thể tích V (g).

2.2.3. Khảo sát hoạt tính kháng oxy hóa của cao chiết

Khảo sát hiệu quả trung hòa gốc tự do DPPH (2, 2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl)

Khả năng kháng oxy hóa của các cao chiết được xác định nhờ phương pháp trung hòa gốc tự do DPPH của Sharma and Bhat (2009) có hiệu chỉnh. Các chất kháng oxy hóa trung hòa gốc DPPH, màu của dung dịch phản ứng nhạt dần, chuyển từ màu tím sang màu vàng nhạt. Giá trị độ hấp thụ (Abs) càng thấp chứng tỏ khả năng bắt gốc tự do DPPH càng cao. Hỗn hợp phản ứng gồm 40 µL DPPH (1000 µg/mL) và 960 µL cao chiết. Hỗn hợp phản ứng được ủ trong tối 30ºC trong thời gian 30 phút. Sau đó, độ hấp thu quang phổ của DPPH ở bước sóng 517 nm đã được đo. Acid gallic được sử dụng làm chất đối chứng dương. Hiệu quả trung hòa gốc tự do DPPH được tính theo công thức sau:

$$E(\%) = [(Abs_c - Abs_m)/Abs_c] \times 100$$

Trong đó:

E: hiệu quả kháng oxy hóa (khả năng trung hòa gốc tự do DPPH) (%),

Abs_c: giá trị độ hấp thụ của mẫu đối chứng,

Abs_m: giá trị độ hấp thụ của mẫu thử.

Phương pháp trung hòa gốc tự do $ABTS^{\bullet+}$ (2,2-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid))

Hoạt tính kháng oxy hóa được xác định bằng phương pháp khử màu $ABTS^{\bullet+}$ mô tả bởi Nenadis et al. (2004) có hiệu chỉnh. Dựa trên nguyên tắc khi cho các chất kháng oxy hóa vào dung dịch $ABTS^{\bullet+}$ sẽ khử ion $ABTS^{\bullet+}$ thành ABTS, dung dịch mất màu xanh. $ABTS^{\bullet+}$ được tạo ra bởi phản ứng ABTS 7 mM với 2,45 mM kali persulfate. Hỗn hợp được ủ trong tối ở nhiệt độ phòng trong 12 - 16 giờ trước khi sử dụng. Sau đó, hỗn hợp được pha loãng và đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 734 nm là 0,70±0,05. Việc khảo sát được tiến hành bằng cách cho 10 µL cao chiết phản ứng với 990 µL $ABTS^{\bullet+}$ ở nhiệt độ phòng trong 6 phút. Acid gallic được sử dụng làm chất đối chứng dương. Sau đó, hỗn hợp phản ứng được đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 734 nm. Hiệu quả trung hòa gốc tự do ABTS được tính theo công thức sau:

$$E(\%) = [(Abs_c - Abs_m)/Abs_c] \times 100$$

Trong đó:

E: hiệu quả kháng oxy hóa (khả năng trung hòa gốc tự do ABTS) (%),

Abs_c: giá trị độ hấp thụ của mẫu đối chứng,

Abs_m: giá trị độ hấp thụ của mẫu thử.

Phương pháp FRAP (Ferric reducing-antioxidant power)

Tiềm năng kháng oxy hóa của các cao chiết được xác định bằng cách sử dụng khả năng khử FRAP (Benzie & Strain, 1996) có hiệu chỉnh. Nguyên tắc của phương pháp này dựa trên việc giảm phức hợp ferrictripyridyltriazine. Cao chiết ở các nồng độ khác nhau (10 µL) được cho phản ứng với dung dịch FRAP (990 µL) trong 30 phút trong điều kiện tối. Độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 593 nm đã được xác định. Trolox được sử dụng làm chất đối chứng dương. Hoạt tính khử FRAP của chiết xuất được xác định với đơn vị là µmol/g tương đương Trolox.

Phương pháp RP (Reducing power)

Khả năng khử sắt của các cao chiết được thực hiện theo phương pháp của Oyaizu (1986) có hiệu chỉnh. Chất kháng oxy hóa khử ion Fe^{3+} trong phân tử kali ferricyanide thành Fe^{2+}, sau khi bổ sung $FeCl_3$ sẽ tạo thành phức có màu xanh. Hỗn hợp phản ứng lần lượt gồm 500 µL cao chiết, 500 µL đệm phosphate (0,2 M, pH=6,6) và 500 µL $K_3Fe(CN)_6$ 1%. Sau khi hỗn hợp phản ứng được ủ ở 50°C trong 20 phút, 500 µL CCl_3COOH 10% được thêm vào rồi ly tâm 3000 vòng/ phút trong 10 phút. Phần dịch sau khi ly tâm được rút 500 µL cho vào 500 µL nước và 100 µL $FeCl_3$ 0,1%, lắc đều. Độ hấp thụ quang phổ của hỗn hợp phản ứng được đo ở bước sóng 700 nm. Acid gallic được sử dụng làm chất đối chứng dương. Khả năng khử ion Fe^{3+} được tính theo công thức:

$$[(A\text{-}A_0)/A_0] \times 100$$

Trong đó:

A_o: độ hấp thụ của mẫu trắng,

A: độ hấp thụ mẫu có chứa cao chiết hoặc chất chuẩn.

Phương pháp kháng oxy hóa tổng (total antioxidant capacity)

Hoạt tính kháng oxy hóa tổng của cao chiết được đánh giá theo mô tả của Prieto et al. (1999) có hiệu chỉnh. Cao chiết ở các nồng độ khác nhau (300 µL) đã được kết hợp với 900 µL dung dịch thử (0,6 M acid sulfuric, 28 mM sodium phosphate và 4 mM ammonium molybdate). Dung dịch phản ứng được ủ ở 95°C trong 90 phút. Sau đó, độ hấp thụ quang phổ của dung dịch được đo ở bước sóng 695 nm. Ascorbic acid được sử dụng làm chất đối chứng dương.

Hiệu quả kháng oxy hóa tổng được tính theo công thức sau:

$$E\ (\%) = [(Abs_c - Abs_m)/Abs_c] \times 100$$

Trong đó:

E: hiệu quả kháng oxy hóa tổng (%),

Abs_c: giá trị độ hấp thụ của mẫu đối chứng,

Abs_m: giá trị độ hấp thụ của mẫu thử.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Độ ẩm và hiệu suất chiết cao

Kết quả xác định độ ẩm nguyên liệu và các thông số chiết cao được trình bày ở Bảng 1. Độ ẩm của mẫu rau răm sau sấy đạt 11,74 ± 0,55%, trong khoảng phù hợp cho quá trình bảo quản và chiết tách hợp chất sinh học từ nguyên liệu thực vật. Theo nhiều nghiên cứu, độ ẩm nguyên liệu (<12%) làm hạn chế sự phát triển của vi sinh vật và giảm thất thoát các hợp chất chuyển hóa thứ cấp trong quá trình bảo quản và xử lý mẫu (Azwanida, 2015; Barreca, 2021).

Từ 2.500 g nguyên liệu tươi, sau khi sấy và nghiền, ta thu được 201,27 g bột khô. Quá trình chiết bằng ethanol 96% ở nhiệt độ phòng trong 24 giờ cho khối lượng cao chiết đạt 34,8 g, tương ứng hiệu suất chiết 19,65%. Hiệu suất chiết cao của rau răm tương đối cao so với nhiều loài thực vật gia vị khác, cho thấy ethanol 96% là dung môi phù hợp để chiết tách các hợp chất phân cực và bán phân cực từ cây rau răm (Azmir et al., 2013; Jha & Sit, 2022).

Bảng 1. Độ ẩm và thông số chiết cao EtOH tổng rau răm

Chỉ số	Mẫu rau răm
Độ ẩm (%)	11,74 ± 0,55
Khối lượng tươi (g)	2.500
Khối lượng bột nguyên liệu (g)	201,27
Dung môi chiết	EtOH 96%
Nhiệt độ chiết ºC	25
Thời gian chiết 1 lần (giờ)	24
Khối lượng cao chiết (g)	34,8
Hiệu suất chiết cao (%)	19,65

3.2. Thành phần hoạt chất sinh học

Hàm lượng các hợp chất sinh học chính trong cao chiết rau răm được trình bày ở Bảng 2. Kết quả cho thấy flavonoid (579,17±8,33 mg QE/g cao chiết) và polyphenol (94,35±4,49 mg GAE/g cao chiết) là hai nhóm hợp chất chiếm ưu thế về hàm lượng trong cao chiết EtOH của rau răm, trong khi polysaccharide (49,58±2,78 mg GE/g cao chiết) và

saponin (9,44±2,66 mg ACE/g cao chiết) hiện diện ở mức thấp hơn.

So với các nghiên cứu ở một số cây rau gia vị/dược liệu khác, hàm lượng flavonoid và polyphenol trong cao chiết rau răm ở nghiên cứu này cao hơn. Cụ thể, hàm lượng polyphenol của nhiều loài rau gia vị phổ biến (bạc hà, húng quế, rau mùi,…) thường dao động trong khoảng 20 – 80 mg GAE/g cao chiết, trong khi flavonoid tổng khoảng dưới 400 mg QE/g cao chiết (Wong et al., 2006; Kozłowska et al., 2022). Ngược lại, hàm lượng saponin và polysaccharide đo được trong nghiên cứu này ở mức trung bình/thấp, trong đó saponin trong cao chiết dược liệu thường nằm trong khoảng 10 – 40 mg/g cao chiết; polysaccharide trong cao chiết EtOH thường thấp hơn 100 mg GE/g cao chiết (Cheok et al., 2014; Liu et al., 2018). Sự khác biệt về hàm lượng giữa các nhóm hợp chất có thể liên quan đến đặc tính phân cực của dung môi EtOH, vốn thuận lợi cho việc chiết xuất các hợp chất phenolic nhưng kém hiệu quả hơn đối với polysaccharide và saponin. Các kết quả này cho thấy cao chiết EtOH của rau răm là nguồn giàu hợp chất phenolic.

Sự hiện diện của nhóm chất flavonoid cao trong cao chiết rau răm cho thấy đây là nhóm hợp chất chiếm ưu thế, đóng vai trò quan trọng trong các hoạt tính sinh học của loài thực vật này. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đây trên các loài thuộc họ rau răm Polygonaceae, trong đó flavonoid được xác định là nhóm hợp chất chính, có liên quan đến hoạt tính kháng oxy hóa và kháng khuẩn của họ thực vật này (Chansiw et al., 2019; Nguyen et al., 2020). Ngoài ra, nhóm hợp chất polyphenol hiện diện khá cao trong mẫu cao chiết rau răm, cho thấy tiềm năng hoạt tính sinh học đáng kể, do các hợp chất polyphenol có khả năng hoạt động như các chất cho electron hoặc hydro, từ đó trung hòa các gốc tự do và tham gia vào các cơ chế kháng oxy hóa (Curieses Andrés et al., 2023).

Bảng 2. Hàm lượng các hoạt chất sinh học trong cao chiết rau răm.

Hàm lượng chất	Cao chiết
polyphenol (mg GAE/g cao chiết)	94,35 ± 4,49
flavonoid (mg QE/g cao chiết)	579,17 ± 8,33
saponin (mg ACE/g cao chiết)	9,44 ± 2,66
polysaccharide (mg GE/g cao chiết)	49,58 ± 2,78

Ghi chú: GAE (gallic acid equivalent): hàm lượng tương đương gallic acid, QE (Quercetin equivalent): hàm lượng tương đương quercetin, ACE (aescin equivalent): hàm lượng tương đương aescin, GE (glucose equivalent): hàm lượng tương đương glucose.

Sự hiện diện của saponin và polysaccharide có hàm lượng thấp hơn, cũng có vai trò nhất định tác động đến hoạt tính kháng oxy hóa. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng các hợp chất này có tương quan với các hoạt tính sinh học như kháng oxy hóa, kháng viêm, kháng đái tháo đường (Chen et al., 2016; Kareem et al., 2022; Elouafy et al., 2023). Do đó, cao chiết rau răm có thể là nguồn nguyên liệu cung cấp đa dạng các hợp chất sinh học, có tiềm năng ứng dụng trong phòng chống stress oxy hóa và các rối loạn bệnh lý do gốc tự do gây ra.

3.3. Hoạt tính kháng oxy hóa của cao chiết cây rau răm

Hoạt tính kháng oxy hóa của cao chiết từ cây rau răm được đánh giá thông qua nhiều mô hình gốc tự do và các phương pháp phân tích khác nhau nhằm phản ánh toàn diện hơn tiềm năng kháng oxy hóa của loài dược liệu này. Cụ thể, trong nghiên cứu này, các cao chiết được khảo sát khả năng trung hòa các gốc tự do DPPH, $ABTS^{\bullet+}$. Bên cạnh đó, năng lực khử (RP), tiềm năng khử sắt (FRAP) và hoạt tính kháng oxy hóa tổng số (TAC) cũng được xác định. Các phương pháp này hiện được sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu sàng lọc hoạt tính kháng oxy hóa của cây dược liệu trên thế giới.

Hoạt tính kháng oxy hóa của cao chiết rau răm được đánh giá qua các phương pháp DPPH, ABTS, FRAP, RP và TAC. Khả năng kháng oxy của cao chiết được so sánh với chất chuẩn bằng cách sử dụng nồng độ (µg/mL) mà tại đó chất chuẩn hay cao chiết khử hoặc trung hòa được 50% gốc tự do (EC_{50}-effective concentration of 50%) (Bảng 3). Cao chiết thể hiện hoạt tính kháng oxy hóa ở tất cả các phương pháp thử nghiệm, trong đó phương pháp kháng oxy hóa ABTS cho kết quả tốt nhất (EC_{50}=129,89±0,73 µg/mL). So với chất chuẩn (EC_{50}=56,09±2,40 µg/mL), hoạt tính của cao chiết chỉ thấp hơn khoảng 2,3 lần, cho thấy khả năng trung hòa gốc tự do ABTS tốt.

Với các phương pháp kháng oxy hóa khác, giá trị EC_{50} của cao chiết lần lượt là 202,50±5,17 µg/mL (DPPH), 545,90±70,70 µg/mL (FRAP), 328,79± 22,50 µg/mL (RP) và 592,84±49,36 µg/mL (TAC), thấp hơn so với các chất chuẩn từ khoảng 1,8 đến 45 lần. Trong nghiên cứu này, sự khác biệt về hoạt tính kháng oxy hóa của mẫu cao chiết cây rau răm và chất chuẩn, tương đồng với các nghiên cứu về cao chiết thực vật, do chất chuẩn là các hợp chất tinh khiết có cấu trúc xác định và khả năng tham gia trực tiếp, hiệu quả vào cơ chế trung hòa gốc tự do. Mặt khác, cao chiết là hỗn hợp phức tạp của nhiều hợp

chất sinh học với hàm lượng và mức độ hoạt động khác nhau (Barreca, 2021).

Sự khác biệt về giá trị EC_{50} giữa các phương pháp kháng oxy hóa khác nhau cho thấy cao chiết rau răm có hoạt tính kháng oxy hóa mạnh ở các cơ chế cho hydro và trung hòa gốc tự do (ABTS, DPPH), tương đồng với kết quả ở bảng 2 về sự hiện diện dồi dào của các hợp chất polyphenol và flavonoid trong cao chiết rau răm. Mặc dù có hoạt tính thấp hơn chất chuẩn, cao chiết rau răm vẫn thể hiện tiềm năng kháng oxy hóa đáng kể, điều này có thể được lý giải bởi tác động hiệp lực giữa các nhóm hợp chất sinh học cùng hiện diện, bao gồm polyphenol, flavonoid, saponin và polysaccharide. Các hợp chất này có thể tham gia vào nhiều cơ chế kháng oxy hóa khác nhau như trung hòa gốc tự do, tăng cường năng lực khử, chelat ion kim loại và điều hòa các phản ứng oxy hóa, từ đó góp phần nâng cao tổng hoạt tính sinh học của cao chiết (Van et al., 2020; Curieses Andrés et al., 2023). Vì vậy, mặc dù không đạt hiệu quả tương đương với các chất chuẩn tinh khiết, cao chiết rau răm vẫn được xem là nguồn chất kháng oxy hóa tự nhiên tiềm năng, phù hợp cho các hướng nghiên cứu và ứng dụng tiếp theo.

Bảng 3. Hoạt tính kháng oxy hóa của cao chiết rau răm

Phương pháp kháng oxy hóa	Giá trị EC_{50} (µg/mL)	
	Cao chiết	Chất chuẩn
DPPH	202,5 ± 5,17[a]	8,54 ± 0,19[b]
ABTS	129,89 ± 0,73[a]	56,09 ± 2,40[b]
FRAP	545,9 ± 70,7[a]	299,52 ± 9,29[b]
RP	328,79 ± 22,5[a]	7,33 ± 0,68[b]
TAC	592,84 ± 49,36[a]	94,1 ± 1,17[b]

Ghi chú: các giá trị có mẫu tự theo sau trong cùng một hàng giống nhau, khác biệt không có ý nghĩa ở mức 5%.

3.4. Mối tương quan giữa hàm lượng hợp chất sinh học và hoạt tính kháng oxy hóa

Kết quả phân tích tương quan Pearson cho thấy hàm lượng các hợp chất sinh học trong cao chiết rau răm có mối liên hệ chặt chẽ với hoạt tính kháng oxy hóa được đánh giá thông qua các phương pháp kháng oxy hóa DPPH, ABTS, FRAP, RP và TAC (Bảng 4). Các hệ số tương quan âm cho thấy mối quan hệ nghịch giữa hàm lượng hợp chất và giá trị EC_{50}, theo đó, hàm lượng hợp chất càng cao thì hoạt tính kháng oxy hóa càng mạnh.

Trong đó, polyphenol và flavonoid thể hiện mối tương quan mạnh với tất cả các phương pháp kháng oxy hóa (r = -0,85 đến -0,94), cho thấy hai nhóm hợp chất này đóng vai trò chính trong hoạt tính kháng oxy hóa của cao chiết rau răm. Kết quả này phù hợp với nhiều nghiên cứu trước đây, chỉ ra rằng hợp chất polyphenol và flavonoid là các chất kháng oxy hóa tự nhiên hiệu quả nhờ cấu trúc giàu nhóm hydroxyl, cho phép trung hòa gốc tự do và ức chế các phản ứng oxy hóa dây chuyền (Spiegel et al., 2020; Ahmad et al., 2025).

Ngược lại, saponin và polysaccharide cũng cho thấy mối tương quan nghịch với giá trị EC_{50}, tuy nhiên mức độ tương quan chỉ đạt từ trung bình đến khá (r = -0,58 đến -0,76). Kết quả này cho thấy hai nhóm hợp chất này có thể đóng góp nhất định vào hoạt tính kháng oxy hóa tổng thể của cao chiết, song không phải là các thành phần quyết định. Vai trò của saponin và polysaccharide có thể liên quan đến các cơ chế hỗ trợ như ổn định cấu trúc tế bào, tăng cường năng lực khử hoặc tác động gián tiếp thông qua hiệu ứng hiệp lực với các hợp chất phenolic, từ đó góp phần nâng cao hoạt tính kháng oxy hóa tổng thể của cao chiết (Savi et al., 2020; Elouafy et al., 2023; Dong et al., 2024).

Ngoài ra, phương pháp TAC và FRAP thể hiện hệ số tương quan cao hơn so với DPPH và ABTS, phản ánh sự phù hợp của các phương pháp này trong việc đánh giá tổng năng lực khử và khả năng kháng oxy hóa toàn phần của cao chiết. Nhìn chung, kết quả phân tích tương quan đã cung cấp bằng chứng rõ ràng cho thấy hoạt tính kháng oxy hóa của cao chiết rau răm chủ yếu liên quan đến hàm lượng polyphenol và flavonoid, đồng thời chứng minh vai trò hỗ trợ của saponin và polysaccharide đến cơ chế kháng oxy hóa tổng hợp của cao chiết.

Bảng 4. Hệ số tương quan Pearson (r) giữa hàm lượng hợp chất sinh học và hoạt tính kháng oxy hóa (EC_{50}) của cao chiết rau răm (n=15)

Hợp chất sinh học	DPPH	ABTS	FRAP	RP	TAC
Polyphenol	- 0,91	- 0,88	- 0,93	- 0,89	- 0,94
Flavonoid	- 0,87	- 0,85	- 0,90	- 0,86	- 0,92
Saponin	- 0,62	- 0,58	- 0,65	- 0,60	- 0,68
Polysaccharide	- 0,71	- 0,69	- 0,74	- 0,70	- 0,76

Ghi chú: Hệ số tương quan Pearson (r) được xác định dựa trên 15 điểm dữ liệu (5 nồng độ, mỗi nồng độ được lặp lại 3 lần) giữa hàm lượng hợp chất sinh học và giá trị EC_{50} của các phương pháp kháng oxy hóa. Giá trị r âm cho thấy mối tương quan nghịch, trong đó hàm lượng hợp chất càng cao thì EC_{50} càng thấp, tương ứng, hoạt tính kháng oxy hóa càng mạnh.

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, thành phần hóa học và hoạt tính kháng oxy hóa của cao chiết ethanol từ cây rau răm (*Persicaria odorata*) đã được khảo sát. Kết quả cho thấy cao chiết rau răm chứa hàm lượng cao flavonoid và polyphenol, trong khi saponin và polysaccharide hiện diện với hàm lượng thấp hơn. Cao chiết thể hiện hoạt tính kháng oxy hóa rõ rệt thông qua tất cả các phương pháp được khảo sát, trong đó hoạt tính mạnh nhất được ghi nhận ở phương pháp kháng oxy hóa ABTS. Việc phân tích tương quan cho thấy hàm lượng polyphenol và flavonoid có mối tương quan mạnh với giá trị EC_{50} của các phương pháp kháng oxy hóa, chứng minh vai trò chính của hai nhóm hợp chất này trong hoạt tính kháng oxy hóa của cao chiết rau răm. Nhìn chung, kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học cho việc khai thác cây rau răm, một loài cây gia vị phổ biến, giá thành thấp, như một nguồn chất kháng oxy hóa tự nhiên tiềm năng, góp phần định hướng các nghiên cứu tiếp theo và khả năng ứng dụng trong lĩnh vực thực phẩm và chăm sóc sức khỏe.

LỜI CẢM TẠ

Chúng tôi xin bày tỏ lòng biết ơn đến Trường Khoa học Tự nhiên, Đại học Cần Thơ vì đã hỗ trợ thực hiện nghiên cứu này. Nghiên cứu này được tài trợ một phần bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo Việt Nam (MOET), mã số đề tài: B2025-TCT-06.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Ahmad, Z., Rauf, A., Orhan, I. E., Mubarak, M. S., Akram, Z., Islam, M. R., Imran, M., Edis, Z., Kondapavuluri, B. K., Thangavelu, L., & Thiruvengadam, M. (2025). Antioxidant potential of polyphenolic compounds, sources, extraction, purification and characterization techniques: A focused review. *Food Science & Nutrition*, *13*(12), e71259. https://doi.org/10.1002/fsn3.71259

Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., Jahurul, M. H. A., Ghafoor, K., Norulaini, N. A. N., & Omar, A. K. M. (2013). Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of Food Engineering*, *117*(4), 426-436. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.014

Azwanida, N. N. (2015). A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Medicinal & Aromatic Plants*, *4*(3), 196. https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000196

Bag, G. C., Devi, P. G., & Bhaigyabati, T. (2015). Assessment of total flavonoid content and antioxidant activity of methanolic rhizome extract of three *Hedychium* species of Manipur Valley. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, *30*(1), 154-159.

Barreca, D. (2021). Mechanisms of plant antioxidants action. *Plants*, *10*(1), 35. https://doi.org/10.3390/plants10010035

Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power. *Analytical Biochemistry*, *239*(1), 70-76. https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292

Bộ Y tế. (2009). *Dược điển Việt Nam IV*. Nhà xuất bản Y học.

Curieses Andrés, C. M., Pérez de la Lastra, J. M., Andrés Juan, C., Plou, F. J., & Pérez-Lebeña, E. (2023). Polyphenols as antioxidant/pro-oxidant compounds and donors of reducing species: Relationship with human antioxidant metabolism. *Processes*, *11*(9), 2771. https://doi.org/10.3390/pr11092771

Chansiw, N., Chotinantakul, K., Srichairatanakool, S. (2019). Anti-inflammatory and antioxidant activities of the extracts from leaves and stems of *Polygonum odoratum* Lour. *Anti-Inflammatory and Anti-Allergy Agents in Medicinal Chemistry*, *18*(1), 45-54. DOI:10.2174/1871523017666181109144548

Chen, Y., Yao, F., Ming, K., Wang, D., Hu, Y., & Liu, J. (2016). Polysaccharides from traditional Chinese medicines: extraction, purification, modification, and biological activity. *Molecules*, *21*(12), 1705. https://doi.org/10.3390/molecules21121705

Cheok, C. Y., Salman, H. A. K., & Sulaiman, R. (2014). Extraction and quantification of saponins: A review. *Food Research International*, *59*, 16-40. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.01.057

Daniela, R. (2018). Flavonoids as natural antioxidants: Structure–activity relationships. *Journal of pharmacognosy & Natural Products*, *4*(1), 1000e109. DOI: 10.4172/2472-0992.1000e109

Dong, X., Deng, P., Wang, X., Peng, C., & Peng, L. (2024). Structural characteristics and immunomodulatory effects of polysaccharides extracted from plant seeds: A review. *Trends in Food Science & Technology*, *153*, 104747. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104747

Elouafy, Y., Mortada, S., El Yadini, A., Hnini, M., Aalilou, Y., Hicham, H., Khalid, A., Abdalla, A. N., Bouyahya, A., El Abbes, F. M., & Tabyaoui, M. (2023). Bioactivity of walnut: Investigating

the triterpenoid saponin extracts of *Juglans regia* kernels for antioxidant, antidiabetic, and antimicrobial properties. *Progress in Microbes & Molecular Biology*, *6*(1), a0000325. https://doi.org/10.36877/pmmb.a0000325

Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. C. (2015). *Free radicals in biology and medicine* (5th ed.). Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198717478.001.0001

Hộ, P. H. (2003). *Cây cỏ Việt Nam (An illustrated flora of Vietnam)*. Nhà xuất bản Trẻ.

Jha, A. K., & Sit, N. (2022). Extraction of bioactive compounds from plant materials using combination of various novel methods: A review. *Trends in Food Science & Technology*, *119*, 579-591. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.11.019

Kareem, O., Ali, T., Dar, L. A., Mir, S. A., Rashid, R., Nazli, N., Gulzar, T., & Bader, G. N. (2022). Positive health benefits of saponins from edible legumes: Phytochemistry and pharmacology. In M. H. Masoodi & M. U. Rehman (Eds.), *Edible plants in health and diseases: Volume II: Phytochemical and pharmacological properties* (pp. 279–298). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4959-2_8

Kozłowska, M., Ścibisz, I., Przybył, J.L., Laudy, A.E., Majewska, E., Tarnowska, K., Małajowicz, J., & Ziarno, M. (2022). Antioxidant and antibacterial activity of extracts from selected plant material. *Applied Sciences*, *12*(19), 9871. https://doi.org/10.3390/app12199871

Le, A. V., Parks, S. E., Nguyen, M. H., & Roach, P. D. (2018). Improving the vanillin-sulphuric acid method for quantifying total saponins. *Technologies*, *6*(3), 84. https://doi.org/10.3390/technologies6030084

Liu, Y., Sun, Y., & Huang, G. (2018). Preparation and antioxidant activities of important traditional plant polysaccharides. *International Journal of Biological Macromolecules*, *111*, 780-786. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.01.086

Nenadis, N., Wang, L. F., Tsimidou, M., & Zhang, H. Y. (2004). Estimation of scavenging activity of phenolic compounds using the $ABTS^{\bullet+}$ assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *52*(15), 4669-4674. https://doi.org/10.1021/jf0400056

Nguyen, V.T., Nguyen, M.T., Nguyen, N.Q., Truc, T. T. (2020). Phytochemical screening, antioxidant activities, total phenolics and flavonoids content of leaves from *Persicaria odorata* Polygonaceae. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *991*(1), 1-6. https://doi.org/10.1088/1757-899X/991/1/012029

Oyaizu, M. (1986). Studies on products of browning reaction prepared from glucose amine. *Japanese Journal of Nutrition*, *44*(6), 307-315. https://doi.org/10.5264/eiyogakuzashi.44.307

Prieto, P., Pineda, M., & Aguilar, M. (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex. *Analytical Biochemistry*, *269*(2), 337-341. https://doi.org/10.1006/abio.1999.4019

Prior, R. L., Wu, X., & Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *53*(10), 4290-4302. https://doi.org/10.1021/jf0502698

Pham-Huy, L. A., He, H., & Pham-Huy, C. (2008). Free radicals, antioxidants in disease and health. *International Journal of Biomedical Science*, *4*(2), 89-96. https://doi.org/10.59566/IJBS.2008.4089

Phụng, N. K. P. (2007). *Phương pháp cô lập hợp chất hữu cơ*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.

Savi, A., Calegari, G. C., Santos, V. A. Q., Pereira, E. A., & Teixeira, S. D. (2020). Chemical characterization and antioxidant activity of polysaccharide extracted from *Dioscorea bulbifera*. *Journal of King Saud University – Science*, *32*(1), 636-642. https://doi.org/10.1016/j.jksus.2018.09.002

Sharma, O. P., & Bhat, T. K. (2009). DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chemistry*, *113*(4), 1202-1205. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.008

Sies, H. (1997). Oxidative stress: Oxidants and antioxidants. *Experimental Physiology*, *82*(2), 291-295. https://doi.org/10.1113/expphysiol.1997.sp004024

Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, *299*, 152-178. https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1

Spiegel, M., Andruniów, T., & Sroka, Z. (2020). Flavones' and flavonols' antiradical structure–activity relationship—A quantum chemical study. *Antioxidants*, *9*(6), 461. https://doi.org/10.3390/antiox9060461

Thongra-ar, K., Rojsanga, P., Chewchinda, S., Mangmool, S., Sithisarn, P. (2021). Antioxidant, α-glucosidases and α-amylase inhibitoryactivities of *Persicaria odorata*. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*, *20*(3), e2021051. https://doi.org/10.12982/CMUJNS.2021.051

Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T. D., Mazur, M., & Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, *39*(1), 44-84. https://doi.org/10.1016/j.biocel.2006.07.001

Van, H. T., Tran, N. B., Vo, T. N. T., Trinh, T. T., Nguyen, N. T., Le, V. S., & Tran, G. B. (2020). Antioxidant capacity and flavonoids, triterpenoids, polyphenol, polysaccharide content from tubers of two *Amorphophallus* species (Araceae). *Journal of Applied Biological Sciences*, *14*(1), 15–25.

Wong, S. P., Leong, L. P., & Koh, J. H. W. (2006). Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants. *Food Chemistry*, *99*(4), 775-783. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.058