DOI: 10.64302/joshusc.v35n2.1428

NGHIÊN CỨU THÀNH PHẦN HÓA HỌC VÀ HOẠT TÍNH CHỐNG OXY HOÁ, KHÁNG VIÊM, ỨC CHẾ ENZYME ACETYLCHOLINESTERASE CỦA THÂN RỄ GỪNG (*Zingiber officinale* Roscoe) Ở TỈNH QUẢNG TRỊ

Trần Thị Hương Lê[1], Lê Lâm Sơn[2], Nguyễn Thị Hồng Hạnh[2], Nguyễn Việt Thắng[3], Võ Thị Khánh Ly[4], Trần Thanh Minh[2], Lê Thực Lực[5], Lê Trung Hiếu[2*]

[1] 1Trường THPT Phan Bội Châu, Tỉnh Quảng Trị

[2]Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

[3]Khoa Sinh học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

[4]Trường Đại học Y-Dược, Đại học Huế

[5]Trường THPT Ya Ly, Tỉnh Gia Lai

*Email: lthieu@hueuni.edu.vn

Ngày nhận bài: 02/6/2026; ngày hoàn thành phản biện: 4/7/2026; ngày duyệt đăng: 6/9/2026

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm khảo sát thành phần hóa học và đánh giá hoạt tính chống oxy hóa, kháng viêm và ức chế enzyme acetylcholinesterase (AChE) của các cao chiết từ thân rễ gừng (*Zingiber officinale* Roscoe) thu hái tại tỉnh Quảng Trị, Việt Nam. Mẫu gừng được chiết xuất bằng các hệ dung môi ethanol 96%, 75%, 50%, 25% và nước. Hoạt tính chống oxy hóa được đánh giá thông qua các phép thử TAC, DPPH và ABTS•⁺; hàm lượng tổng phenol (TPC) và tổng flavonoid (TFC) bằng phương pháp trắc quang. Hoạt tính kháng viêm được đánh giá thông qua khả năng ức chế sản sinh nitric oxide (NO) trên dòng tế bào RAW 264.7, hoạt tính ức chế AChE được xác định theo phương pháp Ellman. Kết quả cho thấy cao chiết ethanol 96% thể hiện hoạt tính sinh học nổi trội nhất, với IC_{50} DPPH và ABTS•⁺ lần lượt là 58,33 ± 0,32 và 53,27 ± 0,28 μg/mL, cùng hàm lượng TPC và TFC cao nhất. Cao chiết này cũng ức chế mạnh sự sản sinh NO (IC_{50} = 39,57 ± 2,56 μg/mL), không gây độc tế bào và thể hiện khả năng ức chế AChE. Kết quả cho thấy gừng Quảng Trị là nguồn dược liệu tiềm năng cho các ứng dụng chống oxy hóa, kháng viêm và bảo vệ thần kinh.

Từ khóa: chống oxy hóa, gừng, ức chế AChE, ức chế NO, *Zingiber officinale.*

1. MỞ ĐẦU

Gừng (*Zingiber officinale* Roscoe), thuộc họ *Zingiberaceae*, là một trong những loài thực vật được sử dụng phổ biến nhất trên thế giới, vừa như gia vị trong ẩm thực vừa như dược liệu trong y học cổ truyền. Trong y học cổ truyền, gừng còn được khuyến cáo rộng rãi với nhiều tác dụng sinh lý và điều trị như kích thích tiêu hóa và ăn ngon miệng, giảm đầy bụng và táo bón, làm ấm cơ thể, điều hòa tuần hoàn, giảm ho – hen suyễn, giảm đau, chống phù nề, kích thích thần kinh và tiêu đờm [1, 2]. Nhiều nghiên cứu hiện đại đã chứng minh rằng gừng thể hiện phổ rộng các hoạt tính sinh học quan trọng, bao gồm kháng vi sinh vật, chống oxy hóa, chống viêm, chống ung thư, chống đái tháo đường, bảo vệ gan – thận, giảm đau, điều hòa miễn dịch và bảo vệ thần kinh [1, 3].

Về mặt hóa học, gừng chứa hệ hợp chất đa dạng bao gồm các hợp chất phenol, terpene, polysaccharide, lipid, acid hữu cơ và chất xơ. Trong đó, các hợp chất phenol (như gingerol, shogaol và paradol) được xem là những thành phần chính góp phần lớn các hoạt tính sinh học của gừng như khả năng chống oxy hóa mạnh, ức chế quá trình viêm, bảo vệ tế bào thần kinh, cũng như tham gia điều hòa nhiều con đường tín hiệu sinh học liên quan đến các bệnh mạn tính như tim mạch, đái tháo đường và thoái hóa thần kinh [4].

Đặc biệt, hoạt tính chống oxy hóa và chống viêm của gừng được quan tâm rộng rãi do mối liên hệ chặt chẽ giữa stress oxy hóa, phản ứng viêm mạn tính và sự phát sinh của nhiều bệnh lý nguy hiểm [4, 5]. Bên cạnh đó, khả năng ức chế enzyme acetylcholinesterase (AChE) của các hợp chất tự nhiên đang thu hút sự chú ý lớn trong nghiên cứu phát triển các tác nhân hỗ trợ phòng ngừa và điều trị các bệnh thoái hóa thần kinh, điển hình là bệnh Alzheimer [6]. Tuy nhiên, các nghiên cứu về thành phần hóa học và hoạt tính ức chế AChE của dịch chiết gừng vẫn còn hạn chế và chưa được nghiên cứu đầy đủ, đặc biệt đối với nguồn nguyên liệu bản địa.

Tại Việt Nam, đã có một số công trình nghiên cứu về thành phần hóa học và các hoạt tính sinh học của gừng, chủ yếu tập trung vào tinh dầu, với các đánh giá về hoạt tính chống oxy hóa, kháng khuẩn và kháng nấm [7-9]. Tuy nhiên, qua khảo sát tài liệu, chúng tôi chưa tìm thấy công trình nào nghiên cứu một cách hệ thống về thành phần hóa học, hoạt tính chống oxy hóa, kháng viêm và ức chế enzyme acetylcholinesterase của các dịch chiết từ thân rễ gừng (*Zingiber officinale* Roscoe) trồng tại tỉnh Quảng Trị, Việt Nam.

Mục đích của nghiên cứu này nhằm khảo sát thành phần hóa học và đánh giá các hoạt tính chống oxy hóa, kháng viêm và ức chế enzyme acetylcholinesterase của thân rễ gừng thu hái tại tỉnh Quảng Trị. Kết quả nghiên cứu không chỉ góp phần bổ sung dữ liệu khoa học về giá trị dược liệu của gừng Việt Nam mà còn cung cấp cơ sở cho việc định hướng khai thác nguồn nguyên liệu bản địa.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Nguyên liệu, hóa chất và thiết bị

Mẫu thực vật: Thân rễ gừng (*Zingiber officinale* Roscoe) được thu hái vào tháng 9 năm 2025 tại xã Tuyên Bình, tỉnh Quảng Trị. Mẫu nghiên cứu đã được định danh thực vật học bởi ThS. Nguyễn Việt Thắng, Khoa Sinh học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Hóa chất và dung môi: Tất cả hóa chất và dung môi sử dụng trong nghiên cứu đều đạt cấp độ tinh khiết phân tích (PA). Các hóa chất cơ bản bao gồm: Na_2CO_3, NaOH, $NaNO_2$, $AlCl_3$ và H_2SO_4 (nguồn gốc Trung Quốc). Các hóa chất chuyên dụng gồm thuốc thử Folin–Ciocalteu, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), và 2,2′-Azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS) được cung cấp bởi Merck (Đức). Các chất chuẩn gồm acid gallic, quercetin và $(NH_4)_2MoO_4$ được mua từ Sigma-Aldrich (Hoa Kỳ).

Thiết bị chính được sử dụng là máy quang phổ Jasco V-630 (Nhật Bản).



Hình 1. Thân rễ gừng (*Zingiber officinale* Roscoe) được thu hái tại xã Tuyên Bình, tỉnh Quảng Trị

2.2. Chuẩn bị cao chiết từ thân rễ gừng (*Zingiber officinale* Roscoe)

Ethanol và nước được xem là hệ dung môi tốt và an toàn nhất để chiết các hợp chất hữu cơ ứng dụng trong thực phẩm, mỹ phẩm và dược phẩm. Vì vậy, chúng tôi chọn dung môi ethanol để chiết xuất cao toàn phần và khảo sát hoạt tính sinh học của mẫu.

Mẫu gừng khô được nghiền mịn và rây qua rây 200 mesh. Bột mẫu (20 g) được chiết với 100 mL dung môi khác nhau, bao gồm: ethanol 96%; ethanol 75%, ethanol 50%, ethanol 25% và nước. Quá trình chiết được tiến hành lặp lại ba lần tại nhiệt độ sôi của từng dung môi, mỗi lần trong 3 giờ. Các dịch chiết sau đó được gộp lại, lọc và cô đặc dưới áp suất giảm bằng thiết bị cô quay chân không ở 50°C. Hiệu suất chiết của các dung môi ethanol 96%; ethanol 75%, ethanol 50%, ethanol 25% và nước lần lượt là 6,68 ± 0,58 %; 6,12 ± 0,43 %; 6,38 ± 0,21 %; 6,78 ± 0,24 % và 7,02 ± 0,56 %. Cao chiết thô thu được được bảo quản ở –20°C cho các nghiên cứu tiếp theo [10].

2.3. Phương pháp xác định tổng khả năng chống oxy hóa (TAC) theo mô hình phosphor molybden

Lấy 0,3 mL dịch chiết thêm vào 3 mL dung dịch thuốc thử (H_2SO_4 0,6 M, NaH_2PO_4 28 mM và $(NH_4)_2MoO_4$ 4 mM), đậy kín và ủ 95^{o}C trong 90 phút. Sau đó, mẫu được làm lạnh về nhiệt độ phòng. Độ hấp thụ quang của dung dịch sau phản ứng được đo ở bước sóng 695 nm. Hàm lượng chất chống oxy hóa được quy tương đương với số mg gallic acid/gam dược liệu và được xác định thông qua phương trình hồi quy tuyến tính. Tất cả thí nghiệm được lặp lại 3 lần, giá trị biểu diễn dưới dạng: XTB ± S (S: stdev); n = 3 [11].

2.4. Đánh giá hoạt tính bắt gốc tự do DPPH

Hoạt tính bắt gốc tự do DPPH của các mẫu nghiên cứu được xác định bằng phương pháp trắc quang tạo màu theo tài liệu tham khảo [12], có điều chỉnh phù hợp với điều kiện thí nghiệm. Dung dịch DPPH nồng độ 100 μM được pha trong methanol và sử dụng ngay trước khi tiến hành thí nghiệm. Hỗn hợp phản ứng có tổng thể tích 3 mL, bao gồm 1,5 mL dung dịch mẫu ở các nồng độ khác nhau (100; 20; 4; và 0,8 μg/mL) và 1,5 mL dung dịch DPPH 100 μM. Các hỗn hợp phản ứng được lắc đều trong 1 phút, sau đó ủ ở nhiệt độ phòng trong 30 phút trước khi đo mật độ quang tại bước sóng 517 nm [10].

Mẫu trắng được chuẩn bị tương tự mẫu thử, trong đó dung dịch DPPH được thay thế bằng methanol với cùng thể tích.

Tỷ lệ bắt gốc tự do DPPH của mẫu được tính theo công thức:

$$SA_{DPPH}\ (\%) = [(Ac - As)/Ac] \times 100$$

Trong đó:

SA_{DPPH} (%): tỉ lệ bắt gốc tự do (Scavenging Activity) của mẫu nghiên cứu.

A_s: độ hấp thụ của mẫu khảo sát.

A_c: độ hấp thụ của DPPH ban đầu.

Tất cả các thí nghiệm được tiến hành lặp lại ba lần. Hoạt tính chống oxy hóa của mẫu được đánh giá thông qua giá trị IC_{50}, được định nghĩa là nồng độ mẫu cần thiết để ức chế 50% gốc tự do DPPH. Giá trị IC_{50} càng nhỏ cho thấy hoạt tính bắt gốc tự do càng mạnh.

2.5. Đánh giá khả năng bắt gốc tự do ABTS

Khả năng bắt gốc tự do ABTS của các cao chiết được xác định theo phương pháp mô tả bởi Roberta Re và cộng sự [13], với một số điều chỉnh phù hợp. Gốc tự do $ABTS^{\bullet+}$ được tạo thành bằng cách cho dung dịch ABTS (7 mM) phản ứng với $K_2S_2O_8$ (2,45 mM) và ủ trong điều kiện tối ở nhiệt độ phòng trong 16 giờ. Dung dịch gốc $ABTS^{\bullet+}$ sau đó được sử dụng cho các thí nghiệm đánh giá hoạt tính chống oxy hóa. Một thể tích 0,1 mL dung dịch mẫu ở các nồng độ khác nhau (0–100 μg/mL) được trộn với 3,9 mL dung dịch gốc $ABTS^{\bullet+}$. Sau khi phản ứng, độ hấp thụ quang của hỗn hợp được đo tại bước sóng 734 nm. Acid ascorbic được sử dụng làm chất đối chứng dương. Khả năng bắt gốc tự do ABTS của mẫu được tính theo công thức:

$$\text{Tỷ lệ bắt gốc ABTS (\%)} = [1 - A1 / A0] \times 100$$

Trong đó: A_0 là độ hấp thụ của dung dịch ABTS, A_1 là độ hấp thụ của mẫu.

Tác dụng bắt gốc ABTS được đánh giá qua giá trị IC_{50}.

2.6. Phương pháp xác định hàm lượng tổng các hợp chất phenol

Hàm lượng tổng các hợp chất phenol được xác định dựa trên phản ứng tạo màu với thuốc thử Folin–Ciocalteu. Cụ thể, lấy 0,5 mL dịch chiết mẫu hoặc dung dịch chuẩn acid gallic (nồng độ trong khoảng 0,1–2,0 mg/mL) cho phản ứng với 2,5 mL thuốc thử Folin–Ciocalteu đã được pha loãng theo tỷ lệ 1:10 (v/v), lắc đều. Sau 4 phút, bổ sung 2,0 mL dung dịch Na_2CO_3 bão hòa, tiếp tục lắc đều và ủ hỗn hợp phản ứng ở nhiệt độ phòng trong 2 giờ. Sau thời gian ủ, đo độ hấp thụ quang của dung dịch tại bước sóng 760 nm. Hàm lượng phenol tổng được tính toán và biểu thị dưới dạng miligam gallic acid tương đương trên gam mẫu (mg GAE/g) [14].

2.7. Phương pháp xác định hàm lượng tổng flavonoid

Hàm lượng flavonoid tổng được xác định dựa trên phản ứng tạo phức màu giữa các hợp chất flavonoid với ion Al^{3+} trong môi trường kiềm. Cụ thể, lấy 1,0 mL dịch chiết mẫu hoặc dung dịch quercetin chuẩn (nồng độ trong khoảng 0,05–0,25 mg/mL) cho vào bình định mức, thêm 4,0 mL nước cất hai lần và 0,3 mL dung dịch $NaNO_2$ 5%, lắc đều. Sau 5 phút, bổ sung 0,3 mL dung dịch $AlCl_3$ 10% và tiếp tục ủ trong 6 phút. Tiếp theo, thêm 2,0 mL dung dịch NaOH 1 M, sau đó định mức đến 10 mL bằng nước cất. Độ hấp thụ quang của dung dịch phản ứng được đo tại bước sóng 510 nm. Quercetin được sử dụng làm chất chuẩn đối chiếu, và hàm lượng flavonoid

tổng được biểu thị dưới dạng miligam quercetin tương đương trên gam mẫu (mg QE/g) [14].

2.8. Phương pháp đánh giá hoạt tính kháng viêm

Hoạt tính kháng viêm của các mẫu nghiên cứu được đánh giá in vitro thông qua khả năng ức chế sản sinh nitric oxide (NO) trên dòng tế bào đại thực bào chuột RAW264.7. Tế bào RAW264.7 được nuôi cấy trong môi trường DMEM bổ sung L-glutamine, HEPES, sodium pyruvate và 10% huyết thanh bò thai (FBS), trong điều kiện 37 °C, và 5% CO_2. Tế bào được gieo vào đĩa 96 giếng với mật độ 2×10^6 tế bào/mL và nuôi ổn định trong 24 giờ. Sau đó, tế bào được xử lý với các mẫu thử ở các nồng độ khác nhau, trước khi được kích thích sản sinh NO bằng lipopolysaccharide (LPS, 1 μg/mL). Dexamethasone được sử dụng làm đối chứng dương. Hàm lượng nitrite (NO_2^-), là chỉ thị gián tiếp cho sự hình thành NO, được xác định bằng thuốc thử Griess. Độ hấp thụ quang của dung dịch phản ứng được đo tại bước sóng 540 nm, dựa trên đường chuẩn $NaNO_2$. Từ đó, phần trăm ức chế sản sinh NO và giá trị IC_{50} của các mẫu được tính toán. Song song với phép thử kháng viêm, độc tính tế bào của các mẫu được đánh giá bằng phép thử MTT, dựa trên khả năng khử muối tetrazolium thành formazan của tế bào sống, và mật độ quang của formazan được đo tại bước sóng 540 nm [15].

2.9. Đánh giá hoạt tính ức chế enzyme acetylcholinesterase (AChE)

Hoạt tính ức chế enzyme acetylcholinesterase (AChE) của các mẫu nghiên cứu được xác định theo phương pháp của Wang và cộng sự. Hỗn hợp phản ứng bao gồm 140 μL dung dịch đệm phosphate natri 100 mM (pH 8,0), 20 μL dung dịch mẫu thử (hòa tan trong DMSO và pha loãng bằng nước cất đến nồng độ thích hợp) và 20 μL dung dịch enzyme AChE. Hỗn hợp được ủ ở 25°C trong 15 phút. Sau thời gian ủ, bổ sung lần lượt 10 μL dung dịch 5,5′-dithiobis-(2-nitrobenzoic acid) (DTNB) 2,5 mM và 10 μL dung dịch cơ chất acetylthiocholine iodide 2,5 mM để khởi động phản ứng. Độ hấp thụ quang của dung dịch phản ứng được đo tại bước sóng 412 nm nhằm xác định mức độ ức chế hoạt tính enzyme [15].

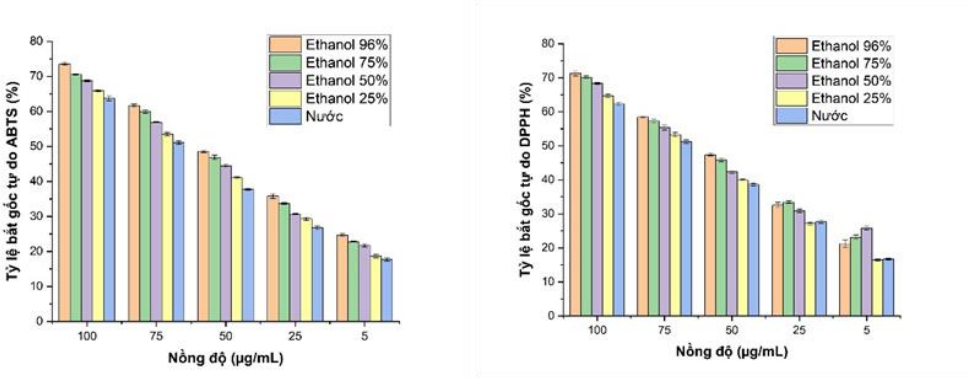
2.10. Xử lý số liệu

Tất cả các phân tích được thực hiện ít nhất ba lần và các giá trị này được trình bày dưới dạng giá trị trung bình cùng với độ lệch chuẩn ($\bar{X} \pm S$). Dữ liệu được phân tích bằng phần mềm Excel. So sánh thống kê được thực hiện bằng phân tích phương sai một chiều với giá trị $p < 0,05$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của dung môi đến thành phần và hoạt tính chống oxy hóa của cao chiết *Zingiber officinale* Roscoe

Hàm lượng các hợp chất và hoạt tính chống oxy hóa không chỉ phụ thuộc vào phương pháp chiết mà còn phụ thuộc vào dung môi được sử dụng để chiết xuất. Các hợp chất chống oxy hóa khác nhau trong mẫu nguyên liệu, với các đặc tính và độ phân cực khác nhau, có thể hòa tan hay không hòa tan trong một dung môi cụ thể. Trong nghiên cứu này, hệ dung môi ethanol–nước với các tỷ lệ phối trộn khác nhau đã được khảo sát, và kết quả thu được được trình bày ở Hình 2 và Bảng 1.



Hình 2. Hoạt tính bắt gốc ABTS và DPPH của các cao chiết từ gừng Zingiber officinale.

Hình 2 cho thấy hoạt tính bắt gốc tự do DPPH và ABTS của các cao chiết *Zingiber officinale* phụ thuộc vào nồng độ. Ở nồng độ 100 µg/mL, hoạt tính bắt gốc tự do DPPH và $ABTS^{\bullet+}$ của năm dịch chiết đều trên 60%. Hiệu quả chống oxy hóa của các dịch chiết được sắp xếp theo thứ tự sau: ethanol 96% > ethanol 75% > ethanol 50% > ethanol 25% > nước. Giá trị IC_{50} của các mẫu trong hai mô hình DPPH và $ABTS^{\bullet+}$ cho thấy cao ethanol 96% có hoạt tính mạnh nhất, với IC_{50} DPPH là 58,33 ± 0,32 µg/mL và IC_{50} $ABTS^{\bullet+}$ là 53,27 ± 0,28 µg/mL. Khi nồng độ ethanol giảm, IC_{50} tăng dần, cho thấy khả năng bắt gốc tự do giảm. Sự tương đồng về xu hướng giữa hai mô hình DPPH và ABTS cho thấy các cao chiết Zingiber officinale có khả năng chống oxy hóa theo nhiều cơ chế (khả năng cho hydrogen và cho electron), tác động được lên cả gốc tự do ổn định DPPH và $ABTS^{\bullet+}$. Điều này đặc biệt có ý nghĩa thiết yếu trong việc tìm kiếm các hợp chất có hoạt tính sinh học, vì stress oxy hóa trong cơ thể liên quan đến nhiều loại gốc tự do khác nhau.

Bảng 1. Khả năng chống oxy hóa tổng (TAC), DPPH và ABTS, hàm lượng tổng các hợp chất phenol (TPC), và flavonoid (TFC), của các cao Zingiber officinale Roscoe

Cao chiết	TAC	DPPH	ABTS	TPC	TFC
	mg GAE/g	IC_{50} (µg/mL)	IC_{50} (µg/mL)	mg GAE/g	mg QE/g
Ethanol 96%	134,01 ± 0,30	58,33 ± 0,32	53,27 ± 0,28	76,29 ± 0,34	51,82 ± 0,56
Ethanol 75%	111,30 ± 1,11	59,24 ± 0,49	57,43 ± 0,33	69,22 ± 0,61	47,18 ± 0,44
Ethanol 50%	101,79 ± 0,58	62,91 ± 0,47	62,00 ± 0,28	61,78 ± 0,29	41,68 ± 0,44
Ethanol 25%	93,16 ± 1,04	70,06 ± 0,39	67,86 ± 0,38	51,71 ± 0,39	36,92 ± 0,50
Nước	81,75 ± 0,55	73,35 ± 0,35	72,86 ± 0,49	45,75 ± 0,34	31,80 ± 0,50

Tổng hàm lượng chống oxy hóa là tương đồng với kết quả trong hai mô hình bắt gốc DPPH và $ABTS^{\bullet+}$, cao chiết ethanol 96% thể hiện giá trị TAC cao nhất (134,01 ± 0,30 mg GAE/g), trong khi cao nước cho giá trị thấp nhất (81,75 ± 0,55 mg GAE/g).

Kết quả nghiên cứu cho thấy dung môi ethanol 96% cho hiệu suất chiết cao nhất đối với các hợp chất phenol và flavonoid, với hàm lượng tổng các hợp chất phenol (TPC) đạt 76,29 ± 0,34 mg GAE/g và hàm lượng tổng flavonoid (TFC) đạt 51,82 ± 0,56 mg QE/g. Khi nồng độ ethanol giảm dần từ 96% xuống 25% và nước, hàm lượng TPC và TFC giảm rõ rệt. Xu hướng này phản ánh đặc điểm hóa học của các hợp chất sinh học chính yếu có trong gừng, đặc biệt là các dẫn xuất phenol như gingerol, shogaol, paradol và nhóm flavonoid, vốn có độ phân cực trung bình và khả năng hòa tan tốt trong dung môi ethanol ở nồng độ cao. Ngược lại, dung môi nước mặc dù thích hợp để chiết các hợp chất có độ phân cực cao lại kém hiệu quả trong việc hòa tan các hợp chất phenol ít phân cực hơn, dẫn đến hàm lượng TPC và TFC thấp nhất trong cao nước. Tổng hàm lượng chất chống oxy hóa (TAC) của các cao chiết có xu hướng biến thiên tương đồng với TPC và TFC. Kết quả này cho thấy mối tương quan thuận chặt chẽ giữa hàm lượng các hợp chất phenol và tổng hoạt tính chống oxy hóa.

Mối tương quan này phù hợp với các cơ chế chống oxy hóa đã được công bố của nhóm hợp chất phenol, bao gồm: (i) khả năng cho proton hoặc electron để trung hòa các gốc tự do, (ii) ổn định gốc tự do thông qua cấu trúc vòng thơm liên hợp và các nhóm hydroxyl phenolic, và (iii) ức chế chuỗi phản ứng oxy hóa lipid. Những kết quả trên khẳng định rằng các hợp chất phenol và flavonoid là các thành phần đóng góp chính vào hoạt tính chống oxy hóa của cao gừng *Zingiber officinale* Roscoe trong nghiên cứu này.

So sánh với các công bố trước đây cho thấy mẫu gừng *Zingiber officinale* Roscoe thu hái tại Quảng Trị trong nghiên cứu này thể hiện hoạt tính chống oxy hóa và hàm

lượng tổng hợp chất phenol vượt trội. Cao chiết ethanol 96% cho giá trị IC_{50} trong mô hình DPPH và $ABTS^{\bullet+}$ lần lượt là 58,33 ± 0,32 μg/mL và 53,27 ± 0,28 μg/mL, thấp hơn hoặc tương đương so với nhiều nghiên cứu đã công bố trên các mẫu *Z. officinale*. Cụ thể, Jamal Akhtar Ansari và cộng sự báo cáo giá trị IC_{50} DPPH của mẫu gừng thu hái tại Lucknow (Ấn Độ) là 67,5 μg/mL [16], trong khi Akram A. Alfuraydi và cộng sự ghi nhận IC_{50} DPPH và ABTS lần lượt là 107,19 ± 1,70 μg/mL và 121,94 ± 0,32 μg/mL [17]. Bên cạnh đó, hàm lượng phenol tổng (TPC) và flavonoid tổng (TFC) của mẫu nghiên cứu đạt 76,29 ± 0,34 mg GAE/g và 51,82 ± 0,56 mg QE/g, cao hơn đáng kể so với nhiều báo cáo trước đây. Chẳng hạn, Ammar Mohammed Ahmed Ali và cộng sự ghi nhận TPC và TFC của gừng lần lượt là 60,34 ± 0,43 mg GAE/g và 40,25 ± 0,21 mg QE/g [18], trong khi các giá trị này cao hơn khoảng ba lần so với kết quả công bố của N. Mahmudati và cộng sự [19]. Sự khác biệt này có thể được lý giải bởi điều kiện sinh trưởng đặc thù của nguồn gừng địa phương. Kết quả nghiên cứu chỉ ra mối tương quan thuận giữa hàm lượng phenol và hoạt tính chống oxy hóa, mà còn cho thấy nguồn gừng *Zingiber officinale* ở Quảng Trị là một nguyên liệu giàu các hợp chất phenol với tiềm năng chống oxy hóa nổi bật.

3.2. Hoạt tính kháng viêm (ức chế NO) và ức chế enzyme acetylcholinesterase (AChE)

Nitric oxide (NO) là phân tử tín hiệu quan trọng trong điều hòa phản ứng viêm, đặc biệt ở đại thực bào, với sự hình thành chủ yếu do enzyme nitric oxide synthase cảm ứng (iNOS) được hoạt hóa bởi LPS và IFN-γ. Quá trình viêm qua trung gian NO có liên quan chặt chẽ đến sự hoạt hóa yếu tố phiên mã NF-κB, từ đó làm tăng biểu hiện các cytokine tiền viêm và COX-2, duy trì tình trạng viêm mạn tính. Nhiều nghiên cứu cho thấy các chất chống oxy hóa có thể ức chế con đường này thông qua việc ổn định phức hợp NF-κB/IκB-α, làm giảm tín hiệu viêm. Do đó, đánh giá khả năng ức chế sản sinh NO trong tế bào RAW 264.7 kích thích bởi LPS và IFN-γ là một hướng tiếp cận hiệu quả để sàng lọc các tác nhân kháng viêm có nguồn gốc tự nhiên. Đây cũng là một phương pháp *in vitro* thường được sử dụng để sàng lọc tiềm năng kháng viêm ban đầu.

Bên cạnh đó, viêm còn liên quan mật thiết đến các bệnh thoái hóa thần kinh, đặc biệt là bệnh Alzheimer, vốn đặc trưng bởi sự suy giảm dẫn truyền cholinergic do giảm nồng độ acetylcholine (ACh). Enzyme acetylcholinesterase (AChE) xúc tác quá trình thủy phân ACh, và sự gia tăng hoạt tính AChE góp phần gây suy giảm nhận thức. Vì vậy, các chất ức chế AChE hiện là liệu pháp chủ đạo trong điều trị triệu chứng Alzheimer.

Kết quả trình bày trong Bảng 2 cho thấy cao gừng Zingiber officinale có khả năng ức chế sản sinh nitric oxide (NO) theo cách phụ thuộc nồng độ. Ở nồng độ 100 μg/mL, cao chiết đạt tỷ lệ ức chế NO 85,67± 1,85% với giá trị IC_{50} là 39,57 ± 2,56 μg/mL,

thấp hơn so với đối chứng dương galantamine. Do NO đóng vai trò quan trọng trong phản ứng viêm và stress oxy hóa, kết quả này cho thấy tiềm năng kháng viêm của cao gừng Zingiber officinale.

Bảng 2. Khả năng ức chế sản sinh NO của mẫu gừng *Zingiber officinale* nghiên cứu

Nồng độ (µg/mL)	**Cao ethanol của *Zingiber officinale* Roscoe**		**Dexamethasone**	
	% ức chế NO	**% tế bào sống**	**% ức chế NO**	**% tế bào sống**
100	85,67 ± 1,85	96,08 ± 1,60	88,99 ± 1,93	97,01 ± 1,77
20	32,84 ± 1,62	98,81 ± 1,12	55,29 ± 1,39	99,39 ± 1,34
4	12,27 ± 0,95		42,19 ± 1,24	
0,8	2,20 ± 0,25		33,46 ± 0,92	
IC_{50}	**39,57 ± 2,56**	-	**12,10 ± 1,45**	-

So sánh với các nghiên cứu đã công bố (Bảng 2), mẫu gừng trong nghiên cứu này cho thấy hoạt tính ức chế NO mạnh hơn hoặc tương đương so với các mẫu dược liệu nghiên cứu trước [20-23]. Những kết quả trên cho thấy tiềm năng kháng viêm nổi bật của nguồn gừng Z. officinale thu hái ở Quảng Trị, Việt Nam.

Bên cạnh đó, cao chiết cũng thể hiện khả năng ức chế enzyme acetylcholinesterase (AChE) theo hướng phụ thuộc nồng độ, mặc dù mức độ ức chế thấp hơn so với galantamine (IC_{50} = 1,81 ± 0,11). Tại nồng độ 100 µg/mL, cao chiết ức chế gần 40% hoạt tính AChE, cho thấy tiềm năng phát triển các hợp chất có hoạt tính ức chế AchE (Bảng 3). Khả năng này có ý nghĩa trong việc cải thiện dẫn truyền cholinergic, một cơ chế quan trọng trong điều trị các bệnh thoái hóa thần kinh, đặc biệt là Alzheimer.

Bảng 3. Khả năng ức chế AChE của mẫu gừng *Zingiber officinale* nghiên cứu

% Ức chế AchE			
Nồng độ (µg/mL)	**Cao ethanol của *Zingiber officinale* Roscoe**	**Nồng độ (µg/mL)**	**Galantamine**
100	38,42 ± 2,02	**10**	88,99 ± 1,91
20	9,47 ± 0,96	**2**	53,54 ± 1,76
4	**Không thể hiện hoạt tính ức chế đáng kể**	**0,4**	22,97 ± 1,03
0,8	**Không thể hiện hoạt tính ức chế đáng kể**	**0,08**	7,04 ± 0,38

Nhìn chung, sự kết hợp giữa hoạt tính ức chế AChE và ức chế sản sinh NO cho thấy cao chiết gừng Zingiber officinale có tiềm năng tác dụng kép, vừa hỗ trợ bảo vệ thần kinh vừa góp phần làm giảm phản ứng viêm.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đánh giá một cách hệ thống thành phần hóa học và các hoạt tính sinh học quan trọng của các cao chiết từ thân rễ gừng (*Zingiber officinale* Roscoe) thu hái tại tỉnh Quảng Trị. Kết quả cho thấy hệ dung môi ethanol–nước, đặc biệt là ethanol 96%, có hiệu quả vượt trội trong việc chiết xuất các hợp chất phenol và flavonoid – những thành phần đóng vai trò chính quyết định hoạt tính sinh học của gừng. Cao chiết ethanol 96% thể hiện hoạt tính chống oxy hóa mạnh trong cả ba mô hình TAC, DPPH và ABTS, với các giá trị IC_{50} thấp và hàm lượng TPC, TFC cao, cho thấy mối tương quan thuận chặt chẽ giữa hàm lượng hợp chất phenol và tổng hoạt tính chống oxy hóa. Bên cạnh đó, cao chiết còn có khả năng ức chế đáng kể sự sản sinh nitric oxide trên dòng tế bào đại thực bào RAW 264.7 mà không gây độc tế bào, chứng tỏ tiềm năng kháng viêm rõ rệt. Đồng thời, cao chiết còn có khả năng ức chế enzyme acetylcholinesterase, điều này gợi ý tác dụng hỗ trợ bảo vệ thần kinh, đặc biệt trong các trường hợp viêm và stress oxy hóa có liên quan đến các bệnh thoái hóa thần kinh. Các kết quả cho thấy gừng *Z. officinale* trồng tại Quảng Trị là nguồn nguyên liệu giàu hoạt chất sinh học, có giá trị dược liệu cao, nổi bật về tiềm năng chống oxy hóa và kháng viêm, đồng thời có triển vọng ứng dụng trong nghiên cứu phát triển các sản phẩm hỗ trợ bảo vệ thần kinh có nguồn gốc tự nhiên. Nghiên cứu này góp phần bổ sung cơ sở khoa học cho việc khai thác và sử dụng bền vững nguồn gừng bản địa tại Việt Nam.

LỜI CẢM ƠN

Các tác giả ghi nhận sự hỗ trợ từ Đại học Huế trong khuôn khổ Chương trình Nhóm Nghiên cứu mạnh, Mã số: NCTB.DHH.2024.09.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Dissanayake KGC, Waliwita W, Liyanage RP (2010). A review on medicinal uses of *Zingiber officinale* (ginger), *International Journal of Health Sciences and Research*, Vol. 10, no. 6, pp. 142-8.

[2] Moghaddasi MS, Kashani HH (2012). Ginger (*Zingiber officinale*): A review, *Journal of Medicinal Plants Research*,Vol. 6, no. 26, pp. 4255-8.

[3] Agrahari P, Panda P, Verma NK, Khan WU, Darbari S (2015). A brief study on *zingiber officinale*-a review, *Journal of Drug Discovery and Therapeutics*, Vol. 3, no. 28, pp. 20-7.

[4] Mao Q-Q, Xu X-Y, Cao S-Y, Gan R-Y, Corke H, Beta T, et al (2019). Bioactive compounds and bioactivities of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe), *Foods*, Vol. 8, no. 6, pp. 185.

[5] B. H. Ali, G. Blunden, M. O. Tanira, and A. Nemmar (2008). Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (Zingiber officinale Roscoe): a review of recent research, *Food and chemical Toxicology*, vol. 46, no. 2, pp. 409-420.

[6] Arcusa R, Villaño D, Marhuenda J, Cano M, Cerdà B, Zafrilla P (2022). Potential role of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) in the prevention of neurodegenerative diseases, *Frontiers in nutrition*, Vol. 9, pp. 809621.

[7] Thuyền NTB, Hạnh NN (2007). Khảo sát tinh dầu và thành phần hóa học cao ethyl acetate từ củ gừng Nhật Bản (*Zingiber officinale* Roscoe var Kintoki), *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, Vol.7, no. 7, pp. 157-62.

[8] Hằng TT, Vân QTT, Phương HTN, Hải NTM, Tuân NĐ, Sơn NV (2023). Nghiên cứu thành phần hóa học và hoạt tính kháng khuẩn của tinh dầu gừng trồng ở tỉnh Phú Thọ, *Tạp chí Phân tích Hóa, Lý và Sinh học*, Vol. 29, no. 1, pp. 62-6.

[9] Hoàng NM (2022). Chưng cất tinh dầu căn hành gừng *Zingiber officinale* Roscoe trồng tại Phú Yên và Bình Dương, *Tạp chí Khoa học Đại học Mở Thành phố Hồ Chí Minh-Kỹ thuật và Công nghệ*, Vol. 17, no. 2, pp. 79-88.

[10] Van Thi TT, Van Khoa T, Minh TT, Chau NDG, Kiet TT, Vinh NQ, et al (2022). Phenolic content and antioxidant activity of *Ophiocordyceps Sobolifera* extract for renal injury prevention, *Process Biochemistry*, Vol. 121, pp. 322-9.

[11] Nair VD, Panneerselvam R, Gopi R (2012). Studies on methanolic extract of *Rauvolfia* species from Southern Western Ghats of India–In vitro antioxidant properties, characterisation of nutrients and phytochemicals, *Industrial Crops and Products*, Vol. 39, pp. 17-25.

[12] S. P. Wong, L. P. Leong, and J. H. W. Koh (2006). Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants, *Food chemistry*, vol. 99, no. 4, pp. 775-783.

[13] Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay, *Free radical biology and medicine*, Vol. 26, no. 9-10, pp. 1231-7.

[14] Le TH, Nguyen MN, Nguyen THC, Le LS, Ho XAV, Tran TM, et al (2025). Hepatoprotective and Antioxidant Activities of Methanolic *Helicteres hirsuta* Leaf Extract, *Chemistry & Biodiversity*, Vol. 22, no. 12, pp. e00878.

[15] Van DTT, Hoang TLH, Tran TVT, Le TH, Le LS, Nguyen QM, et al (2025). Structural Characterizations and In Vitro Bioactivities of a d-Fructose-Rich Polysaccharide from *Gymnopetalum cochinchinense* as a Potential Candidate for Alleviating Alzheimer's Disease, *ACS Omega*, Vol. 10, no. 35, pp. 40342-53.

[16] Ansari JA, Ahmad MK, Khan AR, Fatima N, Khan HJ, Rastogi N, et al (2016). Anticancer and antioxidant activity of Zingiber officinale Roscoe rhizome, *Indian J Exp Biol*, Vol. 54, no. 11, pp. 767-73.

[17] Alfuraydi AA, Aziz IM, Almajhdi FN (2024). Assessment of antioxidant, anticancer, and antibacterial activities of the rhizome of ginger (*Zingiber* officinale), *Journal of King Saud University-Science*, Vol. 36, no. 3, pp. 103112.

[18] Ali AMA, El-Nour MEM, Yagi SM (2018). Total phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) rhizome, callus and callus treated with some elicitors, *Journal of genetic engineering and biotechnology*, Vol. 16, no. 2, pp. 677-82.

[19] Mahmudati N, Wahyono P, Djunaedi D, editors (2020). Antioxidant activity and total phenolic content of three varieties of Ginger (*Zingiber officinale*) in decoction and infusion extraction method, *Journal of Physics: Conference Series*.

[20] Parul R, Kundu SK, Saha P (2013). In vitro nitric oxide scavenging activity of methanol extracts of three Bangladeshi medicinal plants, *Pharma Innov*, Vol. 1, no. 12, pp. 83-8.

[21] Basu S, Hazra B (2006). Evaluation of nitric oxide scavenging activity, in vitro and ex vivo, of selected medicinal plants traditionally used in inflammatory diseases, *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, Vol. 20. no. 10, pp. 896-900.

[22] Alisi C, Onyeze G (2008). Nitric oxide scavenging ability of ethyl acetate fraction of methanolic leaf extracts of *Chromolaena odorata* (Linn.), *African Journal of Biochemistry Research*, Vol. 2, no. 7, pp. 145-50.

[23] Joo T, Sowndhararajan K, Hong S, Lee J, Park S-Y, Kim S, et al (2014). Inhibition of nitric oxide production in LPS-stimulated RAW 264.7 cells by stem bark of *Ulmus pumila* L, *Saudi journal of biological science*, Vol. 21, no. 5, pp. 427-35.

INVESTIGATION OF CHEMICAL CONSTITUENTS AND ANTIOXIDANT, ANTI-INFLAMMATORY, AND ACETYLCHOLINESTERASE INHIBITORY ACTIVITIES OF GINGER RHIZOMES (*Zingiber officinale* Roscoe) FROM QUANG TRI PROVINCE

Tran Thi Huong Le[1], Le Lam Son[2], Nguyen Thi Hong Hanh[2], Nguyen Viet Thang[3], Vo Thi Khanh Ly[4], Tran Thanh Minh[2], Le Thuc Luc[5], Le Trung Hieu[2]*

[1]Phan Boi Chau High School, Quang Tri, Vietnam

[2]Faculty of Chemistry, University of Sciences, Hue University, Vietnam

[3]Faculty of Biology, University of Sciences, Hue University, Vietnam

[4]University of Medicine and Pharmacy, Hue University, Vietnam

[5]Ya-LyHigh School, Gia Lai, Vietnam

*Email: lthieu@hueuni.edu.vn

ABSTRACT

This study aimed to investigate the chemical composition and to evaluate the antioxidant, anti-inflammatory, and acetylcholinesterase (AChE) inhibitory activities of extracts from the rhizomes of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) collected in Quang Tri province, Vietnam. Ginger samples were extracted using solvent systems consisting of ethanol at 96%, 75%, 50%, and 25%, as well as water. Antioxidant activity was assessed using total antioxidant capacity (TAC), DPPH, and ABTS$^{\bullet+}$ assays, while total phenolic content (TPC) and total flavonoid content (TFC) were determined by spectrophotometric methods. Anti-inflammatory activity was evaluated based on the inhibition of nitric oxide (NO) production in RAW 264.7 macrophage cells, and AChE inhibitory activity was determined using the Ellman method. The results showed that the 96% ethanol extract exhibited the most pronounced biological activities, with IC_{50} values for DPPH and ABTS$^{\bullet+}$ of 58,33 ± 0,32 and 53,27 ± 0,28 μg/mL, respectively, along with the highest TPC and TFC levels. This extract also strongly inhibited NO production (IC_{50} = 39,57 ± 2,56 μg/mL), showed no cytotoxicity, and demonstrated AChE inhibitory activity. These findings indicate that ginger from Quang Tri is a promising medicinal resource for antioxidant, anti-inflammatory, and neuroprotective applications.

Keywords: acetylcholinesterase (AChE) inhibition, antioxidant activity, ginger, nitric oxide (NO) inhibition, *Zingiber officinale.*