



DOI: <https://doi.org/10.52714/dthu.14.04S.2025.1596>

KHẢO SÁT HOẠT TÍNH KHÁNG OXY HÓA VÀ ỨC CHẾ ENZYME LIPASE TỤY CỦA CAO CHIẾT CÂY RAU LANG (*Ipomoea batatas* L.)

Trương Thị Phương Thảo^{1*} và Phan Thị Cẩm Tú²

¹Bộ môn Sinh học, Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam

²Khoa Sinh học và Môi trường Thủy sản, Trường Thủy Sản,
Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam

*Tác giả liên hệ, Email: truongthiphuongthao@ctu.edu.vn

Lịch sử bài báo

Ngày nhận: 19/6/2025; Ngày nhận chỉnh sửa: 29/7/2025; Ngày duyệt đăng: 04/8/2025

Tóm tắt

Nghiên cứu thực hiện đánh giá hoạt tính kháng oxy hóa và khả năng ức chế enzyme lipase tụy của các cao chiết ethanol từ ba bộ phận (thân, lá và ngọn) của cây rau lang (*Ipomoea batatas* L.). Các cao chiết ethanol được định lượng hàm lượng polyphenol (TPC) và flavonoid (TFC), đồng thời đánh giá hoạt tính kháng oxy hóa thông qua các phương pháp DPPH, ABTS và năng lực khử sắt (RP). Hoạt tính ức chế enzyme lipase tụy được đánh giá *in vitro* bằng cơ chất *p*-nitrophenyl laurate, và *in vivo* trên chuột *Mus musculus* thông qua thử nghiệm hấp thu lipid. Cao chiết từ lá rau lang cho kết quả vượt trội so với thân và ngọn ở các chỉ số về hàm lượng chất và hoạt tính kháng oxy hóa (TPC: $279,4 \pm 1,83$ mg GAE/g; TFC: $85,7 \pm 1,21$ mg QE/g; IC_{50} ABTS: $47,33 \pm 0,72$ μ g/mL; IC_{50} DPPH: $80,86 \pm 3,13$ μ g/mL). Đặc biệt, cao lá cho thấy khả năng ức chế enzyme lipase mạnh nhất ($IC_{50} = 134,68 \pm 1,27$ μ g/mL), chỉ thấp hơn khoảng 2,3 lần so với thuốc đối chứng orlistat. Thử nghiệm *in vivo* xác nhận cao chiết lá làm giảm đáng kể nồng độ triglyceride huyết tương ở chuột sau khi uống nhũ tương lipid, tương đương với tác động của orlistat. Kết quả này chỉ ra rằng lá khoai lang là một nguồn thực vật tiềm năng giàu hợp chất polyphenol và flavonoid có hoạt tính kháng oxy hóa và ức chế enzyme tiêu hóa lipid khá tốt, cung cấp cơ sở khoa học cho việc phát triển các chế phẩm hỗ trợ kiểm soát béo phì và rối loạn chuyển hóa lipid.

Từ khóa: Béo phì, cây rau lang, lipase tụy, kháng oxy hóa, triglyceride.

Trích dẫn: Trương, T. P. T., & Phan, T. C. T. (2025). khảo sát hoạt tính kháng oxy hóa và ức chế enzyme lipase tụy của cao chiết cây rau lang (*Ipomoea batatas* L.). *Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp*, 14(04S), 312-327. <https://doi.org/10.52714/dthu.14.04s.2025.1596>

Copyright © 2025 The author(s). This work is licensed under a CC BY-NC 4.0 License.

INVESTIGATING ANTIOXIDANT ACTIVITY AND PANCREATIC LIPASE INHIBITORY POTENTIAL OF *Ipomoea batatas* L. EXTRACTS

Truong Thi Phuong Thao^{1*} and Phan Thi Cam Tu²

¹Department of Biology, College of Natural Sciences, Can Tho University, Vietnam

²Faculty of Aquatic Biology and Environmental Science,
College of Aquaculture and Fisheries, Can Tho University, Viet Nam

*Corresponding author, Email: truongthiphuongthao@ctu.edu.vn

Article history

Received: 19/6/2025; Received in revised form: 29/7/2025; Accepted: 04/8/2025

Abstract

This study evaluated the antioxidant activity and pancreatic lipase inhibitory potential of ethanol extracts from three parts (stem, leaf, and sprout) of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). The ethanol extracts were quantified for total polyphenol content (TPC) and total flavonoid content (TFC), and their antioxidant activities were assessed using DPPH, ABTS, and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays. Pancreatic lipase inhibitory activity was determined in vitro using *p*-nitrophenyl laurate as a substrate, and further validated in vivo in *Mus musculus* mice through a lipid absorption test. The leaf extract demonstrated superior results compared to the stem and sprout extracts on both compound content and antioxidant activity (TPC: 279.4 ± 1.83 mg GAE/g; TFC: 85.7 ± 1.21 mg QE/g; IC_{50} ABTS: 47.33 ± 0.72 μ g/mL; IC_{50} DPPH: 80.86 ± 3.13 μ g/mL). Notably, the leaf extract also exhibited the strongest pancreatic lipase inhibitory activity ($IC_{50} = 134.68 \pm 1.27$ μ g/mL), being only approximately 2.3 times less potent than the positive control, orlistat. In vivo, experiments confirmed that the leaf extract significantly reduced plasma triglyceride levels in mice after lipid emulsion administration, comparable to the effect of orlistat. These findings indicate that sweet potato leaves are potentially rich in polyphenol and flavonoid compounds with considerable antioxidant and lipid-digesting enzyme inhibitory activities, providing a scientific basis for the development of formulations to aid in the management of obesity and lipid metabolism disorders.

Keywords: Antioxidant, *Ipomoea batatas*, pancreatic lipase, obesity, triglyceride.

1. Giới thiệu

Tỷ lệ béo phì đang gia tăng nhanh chóng trên toàn cầu, trở thành một vấn đề sức khỏe đáng lo ngại trong cộng đồng do liên quan đến nhiều bệnh lý chuyển hóa nghiêm trọng như đái tháo đường type 2, tăng lipid máu và bệnh tim mạch. Trong các chiến lược kiểm soát béo phì, việc can thiệp vào quá trình tiêu hóa và hấp thu lipid thông qua ức chế enzyme lipase tụy (triacylglycerol acylhydrolase) đã được chứng minh là một hướng tiếp cận hiệu quả. Enzyme này chịu trách nhiệm chính trong quá trình thủy phân triglyceride thành monoacylglycerol và acid béo tự do – các dạng có thể hấp thu tại ruột non, góp phần đáng kể vào chuyển hóa lipid từ khẩu phần ăn (Birari & Bhutani, 2007). Hiện nay, orlistat là chất ức chế lipase tụy duy nhất được phê duyệt sử dụng lâm sàng để điều trị béo phì; tuy nhiên, thuốc này có nhiều tác dụng phụ không mong muốn như rối loạn tiêu hóa và tổn thương gan, làm hạn chế tính ứng dụng lâu dài của thuốc (Heck & cs., 2000; Padwal & Majumdar, 2007). Vì vậy, nhu cầu phát hiện và phát triển các chất ức chế lipase có nguồn gốc tự nhiên, ít gây độc tính, đang ngày càng được quan tâm (Hou & cs., 2022; Shaik Mohamed Sayed & cs., 2023).

Trong xu hướng tìm kiếm các tác nhân sinh học có nguồn gốc thực vật, nhiều loài cây được liệu truyền thống được đánh giá có tiềm năng trong phòng và hỗ trợ điều trị béo phì (Seyedan & cs., 2015; Rajan & cs., 2020). Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng nhiều loại thực vật, bao gồm trà xanh, trà đen, và các loại thảo mộc khác, chứa các hợp chất polyphenol và flavonoid có khả năng ức chế lipase (Liu & cs., 2020; Luo & cs., 2019). Các nghiên cứu gần đây chứng minh vai trò của các hợp chất tự nhiên như polyphenol, flavonoid và alkaloid trong việc ức chế enzyme lipase và cải thiện chuyển hóa lipid (Patil & cs., 2022; Roy & cs., 2024; Modanwal & cs., 2025).

Cây rau lang (*Ipomoea batatas* L.) là một trong những loài thực vật quen thuộc ở Việt Nam và nhiều quốc gia châu Á, không chỉ được sử dụng làm thực phẩm mà còn được ghi nhận với các hoạt tính sinh học đa dạng như kháng oxy hóa, kháng viêm, kháng khuẩn và điều hòa chuyển hóa (Sun & cs., 2019; Jung & cs., 2019; Sultana & cs., 2024). Lá rau lang đặc biệt giàu hợp chất phenolic, flavonoid và anthocyanin, đã được chứng minh có khả năng trung hòa gốc tự do và ức chế các enzyme tiêu hóa như α -amylase và α -glucosidase (Kim & cs., 2020; Wu & cs., 2002; Olivas-Aguirre & cs., 2024). Tuy nhiên, nghiên cứu về hoạt tính ức chế enzyme lipase tụy của cao chiết cây rau lang vẫn còn hạn chế. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá khả năng kháng oxy hóa và ức chế enzyme lipase tụy của các cao chiết ethanol từ thân, lá và ngọn cây rau lang, góp phần cung cấp dữ liệu khoa học cho việc phát triển các chế phẩm hỗ trợ điều trị rối loạn chuyển hóa lipid từ dược liệu.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu

Cây rau lang (*Ipomoea batatas* L.) được thu tại huyện Trà Ôn, tỉnh Vĩnh Long–được định danh theo hệ thống phân loại Cây cỏ Việt Nam (Phạm Hoàng Hộ, 2003).

Hóa chất: ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid), DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), gallic acid, quercetin, $K_2S_2O_8$, Folin-Ciocalteu, $K_3Fe(CN)_6$, Cl_3CCOOH , paraquat (CQ) (Merck, Đức), $AlCl_3$, $NaNO_2$, $NaOH$ (Trung Quốc), Pancreatic lipase (Sigma-Aldrich, Mỹ), dầu ăn, và một số hóa chất khác.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Thu mẫu và chuẩn bị cao chiết

Mẫu cây rau lang (*Ipomoea batatas* L.) được thu hái tại huyện Trà Ôn, tỉnh Vĩnh Long và định danh hình thái thực vật theo tài liệu của Phạm Hoàng Hộ (2003). Sau khi thu hái, mẫu

được phân loại thành ba bộ phận riêng biệt gồm thân, lá và ngọn. Nguyên liệu được loại bỏ phần hư hỏng, sâu bệnh, rửa sạch bằng nước cất, sau đó sấy khô ở 45°C. Sau khi sấy, phần lá được nghiền mịn và bảo quản ở 4°C cho đến khi tiến hành thí nghiệm.

Tổng 500 g bột khô của mỗi bộ phận được chiết xuất bằng dung môi ethanol 96% theo phương pháp ngâm dầm (Nguyễn Kim Phi Phụng, 2007). Mẫu được ngâm với tỉ lệ nguyên liệu: dung môi là 1:10 (w/v), ở nhiệt độ phòng trong 24 giờ. Cao chiết thu được sau mỗi lần ngâm được lọc qua giấy lọc Whatman No.1. Quá trình ngâm và lọc được lặp lại ba lần để nâng cao hiệu suất chiết. Toàn bộ cao chiết sau ba lần ngâm được gom lại và cô đặc dưới áp suất giảm bằng thiết bị cô quay chân không (Heidolph, Đức) ở 40–45°C, thu được cao chiết thô. Cao chiết được bảo quản ở -20°C cho các phân tích tiếp theo.

2.2.2. Định lượng polyphenol

Hàm lượng polyphenol tổng trong các cao chiết ethanol từ thân, lá và ngọn cây rau lang được xác định theo phương pháp Folin–Ciocalteu đã hiệu chỉnh (Singleton & cs., 1999). Mỗi phản ứng được thực hiện bằng cách trộn 250 μ L cao chiết pha trong nước với 250 μ L thuốc thử Folin–Ciocalteu (pha loãng 1:4, v/v), sau đó lắc đều. Tiếp theo, thêm 250 μ L dung dịch Na_2CO_3 10% vào hỗn hợp và ủ ở 40°C trong 30 phút. Độ hấp thụ của hỗn hợp phản ứng được đo tại bước sóng 765 nm bằng máy quang phổ UV–Vis. Gallic acid được sử dụng làm chất chuẩn và kết quả được biểu thị dưới dạng miligam tương đương gallic acid trên gam cao chiết khô (mg GAE/g cao chiết).

2.2.3. Định lượng flavonoid

Hàm lượng flavonoid tổng được xác định theo phương pháp của (Bag & cs., 2015) có hiệu chỉnh. Mỗi mẫu thử bao gồm 200 μ L cao chiết pha trong ethanol (500 μ g/mL), 200 μ L nước cất và 40 μ L dung dịch NaNO_2 5%. Hỗn hợp được lắc đều và để phản ứng trong 5 phút ở nhiệt độ phòng, sau đó thêm 40 μ L AlCl_3 10%, tiếp tục lắc và ủ trong 6 phút. Cuối cùng, hỗn hợp được thêm 400 μ L NaOH 1 M và pha loãng bằng nước đến thể tích 1 mL. Độ hấp thụ quang học được đo tại bước sóng 510 nm. Quercetin được sử dụng làm chất chuẩn và kết quả được biểu thị dưới dạng miligam tương đương quercetin trên gam cao chiết khô (mg QE/g cao chiết).

2.2.4. Phản ứng trung hòa gốc tự do 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

Khả năng kháng oxy hóa của các cao chiết được đánh giá thông qua phản ứng trung hòa gốc tự do 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), một loại gốc tự do ổn định có phổ hấp thụ cực đại tại bước sóng 517 nm. Các chất có tính khử, như chất kháng oxy hóa, có khả năng cho điện tử hoặc nguyên tử hydro để trung hòa gốc DPPH, dẫn đến sự giảm hấp thụ và thay đổi màu sắc của dung dịch từ tím sang vàng (Sharma & cs., 2009).

Dung dịch DPPH 0,3 mM được chuẩn bị trong methanol. Các mẫu cao chiết được pha loãng trong dung môi DMSO với dãy nồng độ từ 0 đến 160 μ g/mL. Mỗi mẫu phản ứng với DPPH theo tỷ lệ thể tích 1:1. Hỗn hợp được ủ trong điều kiện tối tại 37°C trong vòng 30 phút nhằm hạn chế ảnh hưởng của ánh sáng đến phản ứng. Sau thời gian ủ, độ hấp thụ của dung dịch được đo tại bước sóng 517 nm bằng máy quang phổ UV–Vis.

Trolox được sử dụng làm đối chứng dương, trong khi mẫu chứa dung môi và DPPH không có cao chiết được dùng làm đối chứng âm. Khả năng trung hòa gốc tự do DPPH được đánh giá thông qua giá trị EC_{50} – nồng độ chất cần thiết để làm giảm 50% lượng DPPH ban đầu. Mỗi thí nghiệm được thực hiện lặp lại ba lần, và giá trị EC_{50} được xác định từ đường cong hồi quy tuyến tính giữa nồng độ mẫu và phần trăm DPPH bị khử, tính theo công thức:

$$\% \text{ DPPH bị bắt giữ} = (A_0 - A_s) / A_0 \times 100\%$$

Trong đó:

A_0 là độ hấp thụ của dung dịch DPPH không có mẫu thử (chứng âm)

A_s là độ hấp thụ của dung dịch có chứa mẫu cao chiết hoặc chất chuẩn

2.2.5. Phản ứng bắt gốc tự do 2,2'-Azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS)

Khả năng kháng oxy hóa của các cao chiết được đánh giá thông qua khả năng khử gốc tự do cation $ABTS^+$ (2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)). Gốc này được tạo thành bằng cách phản ứng giữa dung dịch muối ABTS 2,6 mM và kali persulfate ($K_2S_2O_8$) 7,4 mM theo tỷ lệ thể tích 3:1 (v/v). Hỗn hợp được ủ trong điều kiện tối ở nhiệt độ phòng trong 16 giờ để tạo thành dung dịch $ABTS^+$ ổn định, có độ hấp thụ cực đại tại bước sóng 734 nm. Trước khi sử dụng, dung dịch $ABTS^+$ được pha loãng bằng methanol để điều chỉnh độ hấp thụ về khoảng $0,70 \pm 0,02$ tại 734 nm (Nikolaos & cs., 2004).

Để tiến hành thí nghiệm, 400 μ L mẫu cao chiết được trộn với 1.600 μ L dung dịch $ABTS^+$ đã chuẩn bị. Hỗn hợp được ủ ở nhiệt độ phòng trong 10 phút, sau đó đo độ hấp thụ tại bước sóng 734 nm bằng máy quang phổ UV-Vis.

Trolox được sử dụng làm đối chứng dương, trong khi nước cất được dùng làm đối chứng âm. Hiệu quả trung hòa gốc tự do được biểu thị bằng giá trị EC_{50} – nồng độ cao chiết cần thiết để loại bỏ 50% lượng $ABTS^+$ ban đầu. Mỗi thí nghiệm được lặp lại ba lần để đảm bảo độ tin cậy và tính lặp lại của dữ liệu. Giá trị EC_{50} được xác định từ đường cong hồi quy tuyến tính giữa nồng độ mẫu và phần trăm $ABTS^+$ bị khử, tính theo công thức:

$$\% \text{ ABTS bị bắt giữ} = (A_0 - A_s) / A_0 \times 100\%$$

Trong đó:

A_0 là độ hấp thụ của dung dịch ABTS không có mẫu thử (chứng âm)

A_s là độ hấp thụ của dung dịch có chứa mẫu cao chiết hoặc chất chuẩn

2.2.6. Phản ứng khử sắt RP

Khả năng khử sắt của các cao chiết ethanol từ thân, lá và ngọn cây rau lang được xác định theo phương pháp của Oyaizu (1986) với một số hiệu chỉnh theo Padma & cs. (2013). Nguyên lý của phương pháp dựa trên phản ứng khử ion sắt Fe^{3+} thành Fe^{2+} bởi các chất kháng oxy hóa trong mẫu thử. Trong điều kiện thích hợp, $K_3Fe(CN)_6$ phản ứng với chất khử để tạo thành $K_4Fe(CN)_6$, chất này sau đó phản ứng với $FeCl_3$ tạo thành phức xanh $KFe[Fe(CN)_6]$, có khả năng hấp thụ mạnh tại bước sóng 700 nm.

Hỗn hợp phản ứng bao gồm 0,5 mL cao chiết ethanol ở các nồng độ 0, 50, 100, 150, 200 và 400 μ g/mL; 0,5 mL dung dịch đệm phosphate (0,2 M, pH 6,6); và 0,5 mL dung dịch $K_3Fe(CN)_6$ 1%. Hỗn hợp được ủ tại 50°C trong 20 phút, sau đó thêm 0,5 mL dung dịch CCl_3COOH 10% để dừng phản ứng, và ly tâm ở 3000 vòng/phút trong 10 phút. Từ lớp dịch nổi phía trên, lấy 0,5 mL và trộn với 0,5 mL nước cất cùng 0,1 mL $FeCl_3$ 0,1%. Sau khi lắc đều, hỗn hợp được đo độ hấp thụ quang tại bước sóng 700 nm bằng máy quang phổ UV-Vis (Thermo Scientific, Phần Lan).

2.2.7. Đánh giá khả năng ức chế enzyme lipase in vitro

Hoạt tính ức chế enzyme lipase của các cao chiết ethanol từ thân, lá và ngọn cây rau lang được xác định dựa trên khả năng cản trở phản ứng thủy phân cơ chất p-nitrophenyl laurate (p-NPL), xúc tác bởi enzyme lipase tụy lợn (PPL, type II), theo phương pháp của (Jaradat & cs., 2017) với một số điều chỉnh phù hợp.

Hỗn hợp phản ứng được thiết lập gồm: 10 μ L cao chiết ở các nồng độ từ 0,156 đến 2,5 mg/mL; 12 μ L dung dịch enzyme lipase (PPL, 20 mg/mL pha trong đệm Tris-HCl 50 mM, pH 8,5); và 10 μ L dung dịch cơ chất p-NPL 5,1 mM (hòa tan trong ethanol tuyệt đối). Hỗn hợp được ủ tại 37°C trong 60–90 phút để phản ứng xảy ra. Sau thời gian ủ, độ hấp thu được đo tại bước sóng 570 nm bằng máy quang phổ UV-Vis nhằm xác định lượng p-nitrophenol tạo thành – sản phẩm trực tiếp của quá trình thủy phân.

Simvastatin được sử dụng làm đối chứng dương, trong khi nước cất đóng vai trò đối chứng âm. Tỷ lệ phần trăm ức chế enzyme lipase được tính theo công thức:

$$\% \text{ Ức chế enzyme lipase} = (A_c - A_s) / A_c \times 100\%$$

Trong đó:

As là độ hấp thu của mẫu có chứa cao chiết

Ac là độ hấp thu của phản ứng không có chất ức chế (nước cất)

2.2.8. Đánh giá ức chế hấp thu lipid in vivo trên chuột

Thí nghiệm đánh giá ức chế hấp thu lipid của các cao chiết cây rau lang *in vivo* được tiến hành trên chuột đực *Mus musculus* (8–12 tuần tuổi, trọng lượng 200–300 g), được nuôi dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn tại phòng thí nghiệm động vật thuộc Bộ môn Sinh học, Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Cần Thơ. Chuột được duy trì ở nhiệt độ phòng (24°C), trong điều kiện chiếu sáng luân phiên 12 giờ sáng/12 giờ tối, được cho ăn khẩu phần tiêu chuẩn và uống nước cất. Toàn bộ quy trình thí nghiệm tuân thủ các quy định đạo đức trong nghiên cứu trên động vật do Trường Đại học Cần Thơ ban hành.

Tổng 30 con chuột đực Wistar được nhện ăn qua đêm trước khi thí nghiệm và chia ngẫu nhiên thành 5 nhóm ($n = 6$ con/nhóm). Nhóm 1 (đối chứng âm) không được xử lý với bất kỳ chất nào. Bốn nhóm còn lại được cho uống 3 mL nhũ tương lipid bao gồm: 6 mL dầu ngô, 80 mg acid cholic, 5 mL lòng đỏ trứng và 6 mL dung dịch muối sinh lý (Magaña-Rodríguez & cs., 2023).

Trong đó, ba nhóm thử nghiệm (nhóm 2, 3 và 4) được xử lý bằng cao chiết ethanol từ lá thân và ngọn cây rau lang ở liều 250 mg/kg thể trọng. Nhóm 5 được xử lý bằng orlistat liều 50 mg/kg làm đối chứng dương. Mẫu máu được thu từ đuôi chuột mỗi giờ trong vòng 3 giờ sau khi xử lý. Nồng độ triglyceride huyết tương được định lượng bằng bộ kit Spinreact theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

2.2.9. Phân tích số liệu

Tất cả các thí nghiệm được tiến hành độc lập tối thiểu ba lần lặp lại. Kết quả được biểu diễn dưới dạng giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn (mean $\pm$ SD). Phân tích thống kê được thực hiện bằng phương pháp ANOVA một chiều (one-way ANOVA), kết hợp với kiểm định Tukey để xác định sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nhóm (phần mềm Minitab 16). Các giá trị $P < 0,05$ được xác định có ý nghĩa thống kê.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hàm lượng polyphenol và flavonoid

Kết quả phân tích cho thấy sự phân bố không đồng đều về hàm lượng polyphenol và flavonoid giữa các bộ phận của cây rau lang. Lá là bộ phận có nhiều hoạt chất có hoạt tính sinh học cao nhất, thể hiện qua giá trị TPC và TFC lần lượt đạt $279,4 \pm 1,83$ mg GA/g và $85,7 \pm 1,21$ mg QE/g cao chiết. So với cao chiết ngọn ($118,7 \pm 1,26$ mg GA/g; $48,2 \pm 1,14$ mg

QE/g) và thân ($52,1 \pm 0,68$ mg GA/g; $26,3 \pm 0,50$ mg QE/g), cao chiết lá rau lang cho thấy ưu thế rõ rệt về khả năng tích lũy các hợp chất kháng oxy hóa.

Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đó về thành phần hóa học của các loài trong họ Khoai lang (Convolvulaceae). Theo (Truong & cs., 2007), hàm lượng polyphenol trong lá rau lang (*Ipomoea batatas*) dao động từ 200–300 mg GAE/g cao chiết, phụ thuộc vào giống và điều kiện sinh trưởng. Bên cạnh đó, nghiên cứu của (Islam & cs., 2020) cũng ghi nhận sự hiện diện dồi dào của nhóm chất flavonoid trong lá rau lang, tương quan với hoạt tính kháng oxy hóa mạnh của lá rau lang. Gần đây, nghiên cứu của (Doan & cs., 2022) trên giống rau lang tím ở Việt Nam cho thấy hàm lượng TPC đạt 285 mg GA/g cao chiết, tương đồng với kết quả của nghiên cứu này. Kết quả này làm nổi bật tiềm năng ứng dụng của lá rau lang như một nguồn nguyên liệu tự nhiên giàu hoạt chất kháng oxy hóa, góp phần khẳng định giá trị dược liệu của bộ phận này từ rau lang trong việc thay thế các chất kháng oxy hóa tổng hợp bằng các hợp chất có nguồn gốc thực vật.

Bảng 1. Kết quả định lượng polyphenol và flavonoid.

Cao chiết	TPC (mg GA/g cao chiết)	TFC (mg QE/g cao chiết)
Thân	$52,1 \pm 0,68^c$	$26,3 \pm 0,50^c$
Lá	$279,4 \pm 1,83^a$	$85,7 \pm 1,21^a$
Ngọn	$118,7 \pm 1,26^b$	$48,2 \pm 1,14^b$

Ghi chú: Trong cùng một cột, các số trung bình theo sau bởi một hoặc những chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5% bằng phép thử Tukey.

3.2. Kết quả kháng oxy hóa *in vitro*

3.2.1. Hiệu quả trung hòa gốc tự do DPPH

Hoạt tính kháng oxy hóa của các cao chiết ethanol từ thân, lá và ngọn cây rau lang được đánh giá thông qua khả năng trung hòa gốc tự do DPPH, cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa các bộ phận cao chiết (Bảng 2). Kết quả cho thấy hiệu suất loại bỏ gốc tự do gia tăng tỷ lệ thuận với nồng độ cao chiết. Trong đó, cao chiết từ lá thể hiện hiệu lực cao nhất, đạt 89,11% tại nồng độ 160 µg/mL và có giá trị IC_{50} là $80,86 \pm 3,13$ µg/mL. So sánh với cao chiết từ thân ($IC_{50} = 154,62$ µg/mL) và ngọn ($IC_{50} = 120,20$ µg/mL), cao lá cho thấy ưu thế vượt trội về hoạt tính kháng oxy hóa.

Theo phân loại của (Koleva & cs., 2002), các chất có IC_{50} trong khoảng 50–100 µg/mL được xem là có hoạt tính kháng oxy hóa mạnh, do đó cao chiết lá rau lang có thể được xếp vào nhóm này. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đó, chẳng hạn như nghiên cứu của (Jeyadevi & cs., 2019) trên cây Lang tím (*Ipomoea staphylinea*), một loài thuộc họ Convolvulaceae, cho thấy giá trị IC_{50} đạt $45,24 \pm 0,65$ µg/mL, phản ánh hiệu quả kháng oxy hóa cao của các loài trong họ rau lang (Convolvulaceae). Tương tự, (Islam & cs., 2020) cũng ghi nhận khả năng trung hòa gốc DPPH hiệu quả của chiết xuất lá rau lang (*Ipomoea batatas*) có khả năng loại bỏ gốc DPPH hiệu quả với IC_{50} dao động từ 70–90 µg/mL, tương đồng với kết quả của nghiên cứu này. Kết quả này chỉ ra rằng các hợp chất kháng oxy hóa hiện diện trong lá rau lang, đặc biệt là nhóm polyphenol và flavonoid, đóng vai trò quan trọng trong hoạt tính trung hòa các gốc tự do.

Bảng 2. Hiệu quả trung hòa gốc tự do DPPH của các cao chiết ethanol từ thân, lá và ngọn cây rau lang.

Nồng độ cao chiết ($\mu\text{g/mL}$)	Khả năng trung hòa gốc tự do DPPH (%)		
	Cao thân	Cao lá	Cao ngọn
0	$0^e \pm 0$	$0^e \pm 0$	$0^e \pm 0$
10	$3,16^d \pm 0,41$	$15,15^d \pm 0,22$	$5,71^d \pm 0,78$
20	$5,76^d \pm 0,21$	$21,42^d \pm 0,18$	$7,17^d \pm 0,21$
40	$14,97^c \pm 1,99$	$31,37^c \pm 0,54$	$18,4^c \pm 1,99$
80	$28,93^b \pm 0,39$	$51,5^b \pm 0,16$	$35,41^b \pm 0,39$
160	$50,17^a \pm 2,02$	$89,11^a \pm 1,03$	$65,23^a \pm 2,16$
IC₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)	$154,62 \pm 4,55$	$80,86 \pm 3,13$	$120,20 \pm 5,08$

Ghi chú: Trong cùng một cột, các số trung bình theo sau bởi một hoặc những chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5% bằng phép thử Tukey.

3.2.2. Hiệu quả kháng oxy hóa bằng phương pháp ABTS

Đánh giá khả năng kháng oxy hóa của các cao chiết ethanol từ cây rau lang bằng phương pháp ABTS cho thấy hiệu quả trung hòa gốc tự do tăng theo nồng độ, đồng thời có sự khác biệt rõ rệt giữa các bộ phận cao chiết. Trong đó, cao chiết từ lá cho kết quả vượt trội, với hiệu suất loại bỏ gốc ABTS đạt 85,18% tại nồng độ 80 $\mu\text{g/mL}$ và giá trị IC₅₀ là 47,33 $\pm$ 0,72 $\mu\text{g/mL}$. So với cao chiết ngọn (IC₅₀ = 55,20 $\pm$ 3,35 $\mu\text{g/mL}$) và thân (IC₅₀ = 70,14 $\pm$ 2,04 $\mu\text{g/mL}$), hoạt tính của cao lá được xác định là mạnh nhất. Theo tiêu chí của Re & cs. (1999), các mẫu có IC₅₀ dưới 50 $\mu\text{g/mL}$ được xếp vào nhóm có hoạt tính kháng oxy hóa rất mạnh, do đó cao lá rau lang có thể được xếp vào nhóm kháng oxy hóa mạnh.

Bảng 3. Hiệu quả trung hòa gốc tự do DPPH của các cao chiết ethanol từ thân, lá và ngọn cây rau lang.

Nồng độ cao chiết ($\mu\text{g/mL}$)	Khả năng trung hòa gốc tự do ABTS (%)		
	Cao thân	Cao lá	Cao ngọn
0	$0^e \pm 0$	$0^e \pm 0$	$0^e \pm 0$
10	$6,14^d \pm 0,75$	$16,37^d \pm 0,22$	$9,06^d \pm 0,78$
20	$16,53^d \pm 0,46$	$26,59^d \pm 0,18$	$18,76^d \pm 0,21$
40	$28,91^c \pm 1,32$	$40,64^c \pm 0,54$	$32,27^c \pm 1,99$
60	$41,48^b \pm 0,47$	$59,8^b \pm 0,16$	$54,19^b \pm 0,39$
80	$57,48^a \pm 1,31$	$85,18^a \pm 1,03$	$74,47^a \pm 2,16$
IC₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)	$70,14 \pm 2,04$	$47,33 \pm 0,72$	$55,20 \pm 3,35$

Ghi chú: Trong cùng một cột, các số trung bình theo sau bởi một hoặc những chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5% bằng phép thử Tukey.

Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của (Islam & cs., 2020), trong đó cao chiết từ lá rau lang (*Ipomoea batatas*) có hiệu quả trung hòa gốc ABTS cao, với giá trị IC₅₀ dao động trong khoảng 45–55 $\mu\text{g/mL}$ tùy theo giống và điều kiện sinh trưởng. Tương tự, nghiên cứu của (Truong & cs., 2007) cũng chứng minh rằng hàm lượng các hợp chất kháng oxy hóa tập trung chủ yếu ở lá, vượt trội so với các phần khác của cây, góp phần chính vào hoạt tính kháng oxy hóa của bộ phận này. Sự đồng nhất giữa các kết quả từ phương pháp ABTS và DPPH củng cố

nhận định rằng lá là bộ phận có tiềm năng sinh học cao nhất của cây rau lang, chủ yếu nhờ vào hàm lượng lớn các hợp chất phenolic và flavonoid hiện diện trong cao chiết.

3.2.3. Hiệu quả kháng oxy hóa bằng phương pháp RP

Khả năng kháng oxy hóa của các cao chiết ethanol từ cây rau lang được khảo sát thông qua năng lực khử sắt (reducing power, RP), cho thấy mối tương quan tỷ lệ thuận giữa nồng độ và hiệu quả khử. Trong số các bộ phận được khảo sát, cao chiết từ lá thể hiện hoạt tính khử sắt cao nhất, với giá trị quy đổi theo gallic acid tăng từ $1,90 \pm 0,19$ $\mu\text{g/mL}$ tại nồng độ 50 $\mu\text{g/mL}$ lên đến $13,30 \pm 0,75$ $\mu\text{g/mL}$ tại 400 $\mu\text{g/mL}$. Ngược lại, cao chiết từ thân và ngọn chỉ đạt giá trị tối đa lần lượt là $4,74 \pm 0,33$ $\mu\text{g/mL}$ và $9,94 \pm 0,11$ $\mu\text{g/mL}$, cho thấy mức độ hoạt tính thấp hơn đáng kể so với phần lá.

Bảng 4. Hiệu quả kháng oxy hóa bằng năng lực khử sắt của các cao chiết ethanol từ thân, lá và ngọn cây rau lang.

Nồng độ cao chiết ($\mu\text{g/mL}$)	Hàm lượng gallic acid tương đương ($\mu\text{g/mL}$)		
	Cao thân	Cao lá	Cao ngọn
0	$0^e \pm 0$	$0^e \pm 0$	$0^e \pm 0$
50	$1,02^d \pm 0,04$	$1,90^d \pm 0,19$	$1,61^d \pm 0,15$
100	$1,75^d \pm 0,12$	$3,26^d \pm 0,17$	$2,67^d \pm 0,23$
150	$2,79^c \pm 0,08$	$5,27^c \pm 0,42$	$3,78^c \pm 0,35$
200	$3,79^b \pm 0,16$	$6,41^b \pm 0,44$	$5,05^b \pm 0,26$
400	$4,74^a \pm 0,33$	$13,30^a \pm 0,75$	$9,94^a \pm 0,11$

Ghi chú: Trong cùng một cột, các số trung bình theo sau bởi một hoặc những chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5% bằng phép thử Tukey.

Kết quả này phù hợp với các công bố trước đó về mối liên hệ giữa khả năng khử sắt và thành phần hóa học của chiết xuất thực vật. Theo (Oyaizu, 1986), hoạt tính khử sắt phản ánh năng lực của hợp chất phenolic trong việc cho electron để trung hòa gốc tự do, từ đó làm ổn định các phân tử phản ứng. Nghiên cứu của (Islam & cs., 2020) cũng xác nhận rằng năng lực khử sắt trong cao chiết lá *Ipomoea batatas* tăng theo nồng độ và đạt mức cao nhất ở những giống chứa nhiều polyphenol. Đồng thời, (Wong & cs., 2006) ghi nhận mối tương quan chặt chẽ giữa hoạt tính khử sắt và hàm lượng flavonoid trong các chiết xuất thực vật, đặc biệt ở các loài thuộc họ Convolvulaceae. Tổng hợp các kết quả trên, phương pháp RP tiếp tục khẳng định rằng lá rau lang là bộ phận tích lũy nhiều hợp chất chống oxy hóa mạnh, có tiềm năng ứng dụng trong phát triển các chế phẩm dược và thực phẩm chức năng.

3.3. Hiệu quả ức chế enzyme lipase *in vitro*

Kết quả nghiên cứu cho thấy cao chiết ethanol từ lá rau lang có hiệu lực ức chế enzyme lipase mạnh nhất trong số ba bộ phận khảo sát, với giá trị IC_{50} đạt $134,68 \pm 1,27$ $\mu\text{g/mL}$, chỉ thấp hơn khoảng 2,3 lần so với thuốc đối chứng orlistat ($\text{IC}_{50} = 56,78 \pm 0,25$ $\mu\text{g/mL}$) (Bảng 5). Ngược lại, cao chiết từ ngọn và thân thể hiện hiệu quả ức chế kém hơn đáng kể, với IC_{50} lần lượt là $331,84 \pm 0,49$ và $892,29 \pm 4,83$ $\mu\text{g/mL}$. Tại nồng độ 200 $\mu\text{g/mL}$, mức ức chế hoạt tính enzyme lipase của cao lá đạt 70,14%, trong khi cao ngọn và thân chỉ đạt 31,99% và 14,88% tương ứng (Hình 1).

Kết quả này cho thấy lá là bộ phận tập trung nhiều hợp chất có khả năng ức chế lipase tuy, góp phần vào cơ chế điều hòa chuyển hóa lipid, từ đó hỗ trợ kiểm soát tình trạng béo phì.

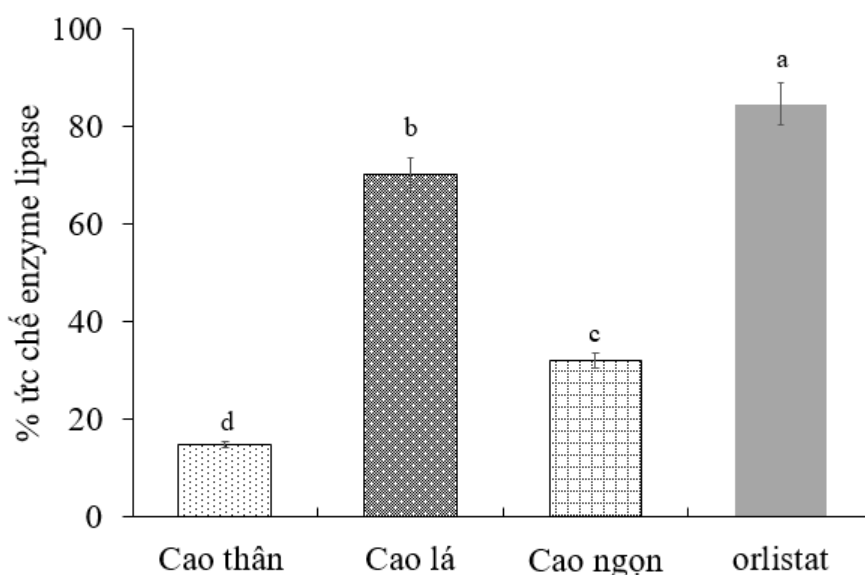
Kết quả này cũng phù hợp với các nghiên cứu trước đây trên một số loài thuộc họ Convolvulaceae, trong đó các polyphenol và flavonoid được xác định là những thành phần chính tham gia vào quá trình ức chế enzyme tiêu hóa chất béo (Zhao & cs., 2018; Nguyen & Lee, 2021).

Bảng 5. Hiệu quả ức chế enzyme lipase của các cao chiết ethanol từ thân, lá và ngọn cây rau lang.

Mẫu	Hiệu quả ức chế enzyme lipase <i>in vitro</i> (IC ₅₀ µg/mL)
Cao thân	892,29±4,83 ^a
Cao lá	134,68±1,27 ^c
Cao ngọn	331,84±0,49 ^b
orlistat	56,78±0,25 ^d

Ghi chú: Trong cùng một cột, các số trung bình theo sau bởi một hoặc những chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5% bằng phép thử Tukey.

Cụ thể, các nhóm hợp chất polyphenol có thể ức chế lipase thông qua nhiều cơ chế, bao gồm tạo phức với enzyme, thay đổi cấu trúc không gian của enzyme, hoặc cạnh tranh với cơ chất tại vị trí hoạt động (Liu & cs., 2024). Flavonoid, một phân nhóm của polyphenol, cũng được biết đến với khả năng ức chế lipase mạnh mẽ, đặc biệt là các flavonoid có cấu trúc nhất định như quercetin và kaempferol (McDougall & cs., 2008). Sự hiện diện dồi dào của các hợp chất này trong lá rau lang, liên quan đến hoạt tính ức chế lipase vượt trội của cao chiết lá.



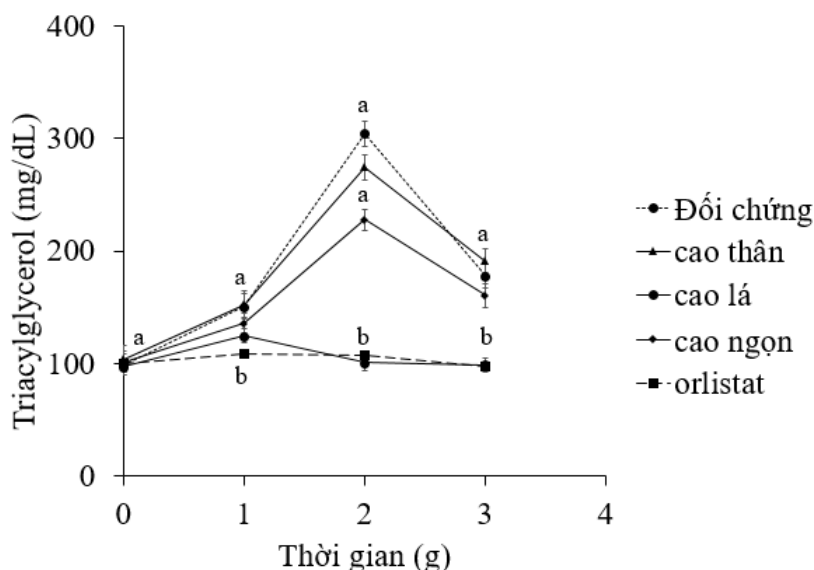
Hình 1. Phần trăm ức chế enzyme của các cao chiết thân, lá, ngọn cây rau lang.

Nồng độ của các cao chiết cây rau lang (thân, lá, ngọn) là 200 µg/mL và orlistat là 100 µg/mL. Giá trị được biểu diễn dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn (n=3). Các cột có các chữ cái khác nhau (a, b, c, d) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các mẫu nghiệm thức ($P < 0,05$, one-way ANOVA, kiểm định Tukey).

So với orlistat, một thuốc tổng hợp được sử dụng rộng rãi trong điều trị béo phì, cao chiết lá rau lang cho thấy tiềm năng đáng kể như một chất ức chế lipase có nguồn gốc tự nhiên. Mặc dù hiệu lực ức chế *in vitro* của cao chiết lá thấp hơn so với orlistat, các hợp chất tự nhiên thường đi kèm với ít tác dụng phụ hơn và có thể phù hợp hơn cho việc sử dụng lâu dài trong kiểm soát cân nặng (Hou & cs., 2022). Kết quả này mở ra hướng nghiên cứu sâu hơn nhằm phân lập và xác định các hợp chất hoạt tính trong lá khoai lang có khả năng ức chế lipase, đồng thời đánh giá tiềm năng ứng dụng của chúng trong các sản phẩm hỗ trợ sức khỏe.

3.4. Đánh giá hiệu quả hạ lipid nhũ tương trên chuột

Kết quả nghiên cứu cho thấy cao chiết ethanol từ lá cây rau lang không chỉ có khả năng ức chế enzyme lipase *in vitro* mạnh nhất ($IC_{50} = 134,68 \pm 1,27 \mu\text{g/mL}$), mà còn thể hiện hiệu quả sinh học *in vivo* đáng kể. Cụ thể, ở liều 200 mg/kg thể trọng, cao chiết lá làm giảm nồng độ triacylglycerol trong huyết tương chuột sau 2 giờ uống nhũ tương dầu, tương đương với tác dụng của orlistat. Ngược lại, cao chiết từ thân và ngọn cây rau lang không ghi nhận được hiệu quả giảm hấp thu lipid rõ rệt (Hình 2). Điều này cho thấy cao lá chứa các hợp chất có khả năng ức chế sự hấp thu lipid qua đường tiêu hóa, có thể liên quan đến sự ức chế hoạt tính của enzyme lipase, enzyme tiêu hóa chính thủy phân triglyceride thành monoacylglycerol và acid béo tự do tại đường ruột. Khi enzyme lipase bị ức chế, lipid không được phân giải hiệu quả, dẫn đến giảm hấp thu vào tuần hoàn và tăng thải lipid qua phân. Đây cũng chính là cơ chế tác dụng đặc trưng của orlistat (Tak & Lee, 2020), và kết quả của nghiên cứu này cho thấy cao chiết lá rau lang có thể mang lại tác dụng tương tự.



Hình 2. Nồng độ triacylglycerol huyết thanh (mg/dL) tại các thời điểm sau khi chuột uống nhũ tương lipid đồng thời với cao chiết thân, lá, ngọn của rau lang hoặc orlistat.

Giá trị biểu diễn dưới dạng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn ($n=6$). Các ký hiệu chữ cái khác nhau (a, b) tại cùng một thời điểm biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nhóm ($p < 0,05$, one-way ANOVA, kiểm định Tukey).

Bên cạnh đó, các nghiên cứu gần đây đã chứng minh vai trò của các hợp chất polyphenol và flavonoid trong việc điều hòa hấp thu lipid tại ruột non. Li & cs. (2023) chỉ ra rằng các flavonoid có thể tương tác với enzyme tiêu hóa lipid thông qua liên kết hydrogen và tương tác tĩnh điện, làm biến đổi trung tâm hoạt động của enzyme. Tương tự, nghiên cứu của Cheng &

cs. (2020) cho thấy chiết xuất thực vật giàu polyphenol không chỉ ức chế lipase mà còn ảnh hưởng đến biểu hiện các protein vận chuyển lipid như NPC1L1 và CD36, từ đó giảm hấp thu lipid qua biểu mô ruột.

Ngoài ra, một số polyphenol có khả năng cản trở quá trình hình thành micelle lipid, cấu trúc quan trọng trong quá trình hòa tan và vận chuyển lipid qua màng ruột (Aissata & cs., 2019). Sự ức chế hình thành micelle, hoặc khả năng gắn acid mật, có thể làm giảm độ hòa tan của lipid, từ đó làm giảm hiệu quả hấp thu. Kết hợp với kết quả hiện tại, có thể khẳng định cao chiết lá cây rau lang là nguồn nguyên liệu tiềm năng chứa các hợp chất giàu hoạt tính sinh học có ứng dụng trong hỗ trợ điều trị rối loạn chuyển hóa lipid.

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã chứng minh rằng cao chiết ethanol từ lá cây rau lang (*Ipomoea batatas* L.) chứa hàm lượng đáng kể các hợp chất có hoạt tính sinh học, đặc biệt là polyphenol và flavonoid. Các hợp chất này thể hiện khả năng kháng oxy hóa mạnh mẽ thông qua ba phương pháp thử nghiệm *in vitro* (DPPH, ABTS và RP). Đáng chú ý, cao chiết lá rau lang còn cho thấy hiệu quả ức chế enzyme lipase tụy đáng kể và làm giảm hấp thu lipid *in vivo* trên mô hình chuột, có thể liên quan đến cơ chế tác động kép trong việc điều hòa chuyển hóa lipid.

Những kết quả này cho thấy tiềm năng ứng dụng của cao chiết lá rau lang như một nguồn nguyên liệu tự nhiên trong phát triển các chế phẩm dược liệu hoặc thực phẩm chức năng có tác dụng chống oxy hóa và hỗ trợ kiểm soát béo phì. Tuy nhiên, để tiến tới ứng dụng thực tiễn, cần có thêm các nghiên cứu chuyên sâu nhằm xác định thành phần hóa học cụ thể từ cao chiết lá rau lang như phân lập chất, xác định cấu trúc bằng phổ NMR, làm rõ cơ chế tác động ở cấp độ phân tử, cũng như đánh giá toàn diện về độ an toàn và hiệu quả trên các mô hình lâm sàng.

Lời cảm ơn: Chúng tôi xin bày tỏ lòng biết ơn đến Trường 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

- Aissata, K.M., Wenping, L., Lamine, T.S., Barra, C.J., & Sidikiba, S. (2019). Effect of selected plant extracts on pancreatic lipase inhibition, pancreatic cholesterol esterase activities and cholesterol micellization. *J. Acad. Ind. Res*, 7, 150. <http://jairjp.com/APRIL%202019/02%20KABA%20RESEARCH%20ARTICLE-JAIR%20APRIL%20ISSUE.pdf>
- 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. <http://globalresearchonline.net/journalcontents/v30-1/28.pdf>
- Birari, R. B., & Bhutani, K. K. (2007). Pancreatic lipase inhibitors from natural sources: Unexplored potential. *Drug Discovery Today*, 12(19-20), 879–889. <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2007.07.024>
- Cheng, C., Li, Z., Zhao, X., Liao, C., Quan, J., Bode, A.M., Cao, Y., & Luo, X. (2020). Natural alkaloid and polyphenol compounds targeting lipid metabolism: Treatment implications in metabolic diseases. *European Journal of Pharmacology*, 870, 172922. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2020.172922>
- Das, S., & Das, S. (2010). Comparative evaluation of antioxidant activity and phytochemical contents of leaf, stem and root extracts of medicinal plants. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(23), 2474–2477. <https://doi.org/10.5530/pj.2012.30.7>

- Doan, T. T., Nguyen, M. H., & Le, T. D. (2022). Evaluation of phytochemical composition and antioxidant activity of purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves grown in Vietnam. *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, 20(2), 45–53. <https://doi.org/10.31817/vjas.2022.20.2.06>
- Heck, A. M., Yanovski, J. A., & Calis, K. A. (2000). Orlistat, a new lipase inhibitor for the management of obesity. *Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy*, 20(3), 270–279. <https://doi.org/10.1592/phco.20.4.270.34884>
- Hou, X.D., Qin, X.Y., Hou, J., Tang, H., & Ge, G.B. (2022). The potential of natural sources for pancreatic lipase inhibitors: a solution of the obesity crisis?. *Expert Opinion on Drug Discovery*, 17(12), 1295–1298. <https://doi.org/10.1080/17460441.2023.2156499>
- Islam, M. S., Yoshimoto, M., Yahara, S., & Yamakawa, O. (2020). Antioxidant compounds from sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves. *Food Chemistry*, 91(1), 79–83. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.05.058>
- Jaradat, N., Zaid, A.N., & Zaghal, E.Z. (2017). Anti-lipase activity for *Portulaca oleracea*, *Urtica urens*, *Brassica napus* and *Lathyrus hierosolymitanus* wild plants from Palestine. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 21(4), 828–836. DOI: 10.12991/mpj.2017.9
- Jeyadevi, R., Sivasudha, T., Ilango, K., & Karthikeyan, M. (2019). Antioxidant and free radical scavenging activity of *Ipomoea staphylina* Linn. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 81(2), 342–348. <https://doi.org/10.36468/pharmaceutical-sciences.513>
- Jung, Y., Lim, Y., & Kim, J. (2019). Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaf extract reduces adipogenesis and inflammation in 3T3-L1 adipocytes and high-fat diet-induced obese mice. *Nutrition Research and Practice*, 13(6), 507–514. <https://doi.org/10.4162/nrp.2019.13.6.507>
- Kim, H. J., Kim, Y. J., & Kim, H. J. (2020). Antidiabetic and antiobesity effects of anthocyanin-rich purple sweet potato (*Ipomoea batatas*) extracts in high-fat diet-induced obese mice. *Nutrition Research and Practice*, 14(6), 507–516. <https://doi.org/10.4162/nrp.2020.14.6.507>
- Koleva, I. I., van Beek, T. A., Linssen, J. P., de Groot, A., & Evstatieva, L. N. (2002). Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods. *Phytochemical Analysis*, 13(1), 8–17. <https://doi.org/10.1002/pca.611>
- Li, M.M., Chen, Y.T., Ruan, J.C., Wang, W.J., Chen, J.G., & Zhang, Q.F. (2023). Structure-activity relationship of dietary flavonoids on pancreatic lipase. *Current Research in Food Science*, 6, 100424. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.100424>
- Liu, T., Xie, Q., Zhang, M., Gu, J., Huang, D., & Cao, Q. (2024). Reclaiming Agriceuticals from Sweetpotato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam.) By-Products. *Foods*, 13(8), 1180. <https://doi.org/10.3390/foods13081180>
- Liu, T.T., Liu, X.T., Chen, Q.X., & Shi, Y. (2020). Lipase inhibitors for obesity: A review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 128, 110314. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110314>
- Luo, S., Gill, H., Dias, D.A., Li, M., Hung, A., Nguyen, L.T., & Lenon, G.B. (2019). The inhibitory effects of an eight-herb formula (RCM-107) on pancreatic lipase: enzymatic, HPTLC profiling and in silico approaches. *Heliyon*, 5(9). DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02453
- Magalhães, B. R. R., Lopes, C. P., Silva, L. C., Nascimento, T. G., & Silva, M. S. (2015). Phenolic composition and antioxidant activity of leaves, stems and roots of medicinal plants from Brazil. *Industrial Crops and Products*, 77, 281–287. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.08.048>

- Magaña-Rodríguez, O.R., Ortega Pérez, L.G., Ayala-Ruiz, L.A., Piñon-Simental, J.S., Gallegos-Torres, O.F., & Rios Chavez, P. (2023). Inhibitory effects of edible and medicinal plant extracts on the enzymatic activity of pancreatic lipase. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 67(3), 172-181. <https://doi.org/10.29356/jmcs.v67i3.2004>
- McDougall, G.J., Kulkarni, N.N., & Stewart, D. (2008). Current developments on the inhibitory effects of berry polyphenols on digestive enzymes. *Biofactors*, 34(1), 73-80. <https://doi.org/10.1002/biof.5520340108>
- Modanwal, S., Maurya, A.K., Mulpuru, V., & Mishra, N. (2025). Exploring flavonoid derivatives as potential pancreatic lipase inhibitors for obesity management: An *in silico* and *in vitro* study. *Molecular Diversity*, 29(3), 2499-2516. <https://doi.org/10.1007/s11030-024-11005-5>
- Nikolaos, N., Wang, L.F., Tsimidou, M., & Zhang, H.Y. (2004). Estimation of scavenging activity of phenolic compounds using the ABTS•+ assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(15), 4669-4674. <https://doi.org/10.1021/jf0400056>
- Nguyen, T. T., & Lee, Y. H. (2021). Anti-obesity effects of polyphenol-rich plant extracts via inhibition of digestive enzymes and modulation of gut microbiota. *Journal of Functional Foods*, 77, 104326. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104326>
- Nguyễn Kim Phi Phụng. (2007). *Phương pháp cô lập hợp chất hữu cơ* (Xuất bản lần thứ 1). Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh. 528.
- Olivas-Aguirre, F., Quintero-Vargas, J., Escobar-Puentes, A., & Wall-Medrano, A. (2024). Bioactive compounds and biological activities of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). In *Bioactive Compounds in the Storage Organs of Plants*. Cham: Springer Nature Switzerland, 877-900. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44746-4_43
- Oyaizu, M. (1986). Studies on products of browning reaction—Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese Journal of Nutrition*, 44(6), 307–315. <https://doi.org/10.5264/eiyogakuzashi.44.307>
- Padma, R., Parvathy N.G., Renjith V., & Kalpana P.R. (2013). Quantitative estimation of tannins, phenols and antioxidant activity of methanolic extract of *Imperata cylindrical*. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 4(1), 73-77. <file:///C:/Users/Admin/Downloads/tanninestimation.pdf>
- Padwal, R., & Majumdar, S. R. (2007). Drug treatments for obesity: Orlistat, sibutramine, and rimonabant. *The Lancet*, 369(9555), 71–77. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)60033-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)60033-6)
- Patil, S., Patil, M., Maheshwari, V.L., & Patil, R.H. (2022). Pancreatic lipase (PL) inhibitors from medicinal plants and their potential applications in the Management of Obesity. In *Natural Products as Enzyme Inhibitors: An Industrial Perspective*. Singapore: Springer Nature Singapore. 153-167. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0932-0_7
- Phạm Hoàng Hộ. (2003). *Cây cỏ Việt Nam* (Quyển II), Nxb Trẻ Thành phố Hồ Chí Minh.
- Rajan, L., Palaniswamy, D., & Mohankumar, S.K. (2020). Targeting obesity with plant-derived pancreatic lipase inhibitors: A comprehensive review. *Pharmacological research*, 155, 104681. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2020.104681>
- 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*, 26(9–10), 1231–1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)

- Roy, D., Kaur, P., Ghosh, M., Choudhary, D., & Rangra, N.K. (2024). The therapeutic potential of typical plant-derived compounds for the management of metabolic disorders. *Phytotherapy Research*, 38(8), 3986-4008. <https://doi.org/10.1002/ptr.8238>
- Senguttuvan, J., Paulsamy, S., & Karthika, K. (2014). Phytochemical analysis and evaluation of leaf and root parts of the medicinal herb, *Hypochaeris radicata* L. for *in vitro* antioxidant activities. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4(Suppl 1), 359–367. <https://doi.org/10.12980/APJTB.4.2014C1030>
- Seyedan, A., Alshawsh, M.A., Alshagga, M.A., Koosha, S., & Mohamed, Z. (2015). Medicinal plants and their inhibitory activities against pancreatic lipase: a review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015(1), 973143. <https://doi.org/10.1155/2015/973143>
- Shaik Mohamed Sayed, U.F., Moshawih, S., Goh, H.P., Kifli, N., Gupta, G., Singh, S.K., Chellappan, D.K., Dua, K., Hermansyah, A., Ser, H.L., & Ming, L.C. (2023). Natural products as novel anti-obesity agents: insights into mechanisms of action and potential for therapeutic management. *Frontiers in pharmacology*, 14, 1182937. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1182937>
- 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>
- Singleton, V. L., Orthofer R., & Lamuela-Raventos R. M. (1999). Analysis of total phenol and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299C(1), 152-178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Sultana, T., Islam, S., Azad, M.A.K., Akanda, M.J.H., Rahman, A., & Rahman, M.S. (2024). Phytochemical Profiling and Antimicrobial Properties of Various Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Leaves Assessed by RP-HPLC-DAD. *Foods*, 13(17), 2787. <https://doi.org/10.3390/foods13172787>
- Sun, H., Mu, T., Xi, L., Zhang, M., & Chen, J. (2019). Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves as nutritional and functional foods: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(1), 32–39. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1355776>
- Tak, Y.J., & Lee, S.Y. (2020). Anti-obesity drugs: long-term efficacy and safety: an updated review. *The world journal of men's health*, 39(2), 208. PMID: 32202085
- Thanh, D. T., Oanh, V. K., Nguyen, H. C., Ngan, L. T. M., & Hieu, T. T. (2024). Phytochemical composition, antioxidant, antibacterial, and enzyme inhibitory activities of organic extracts from flower buds of *Cleistocalyx operculatus* (Roxb.) Merr. et Perry. *BioTechnologia*, 105(2), 137–147. <https://doi.org/10.5114/bta.2024.139753>
- Truong, V. D., McFeeters, R. F., Thompson, R. T., Dean, L. L., & Shofran, B. (2007). Phenolic acid content and composition in leaves of sweet potato genotypes and their correlation with antioxidant activities. *Food Chemistry*, 103(3), 829–838. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.004>
- 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>
- Wu, T., Yang, L., Guo, X., & Zhang, M. (2022). Flavonoids from sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves inhibit lipid accumulation and oxidative stress in 3T3-L1 adipocytes. *Journal of Functional Foods*, 90, 104984. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.104984>
- Zhao, C., Yang, C., Chen, C., & Zhang, M. (2018). Inhibitory effects of flavonoids from traditional Chinese medicine on digestive enzymes related to obesity. *Phytotherapy Research*, 32(5), 689–696. <https://doi.org/10.1002/ptr.6010>