Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ
Số chuyên đề: Khoa học tự nhiên Đồng bằng sông Cửu Long
ISSN 1859-2333 | e-ISSN 2815-5599

DOI:10.22144/ctujos.2026.201

KHẢO SÁT HÀM LƯỢNG POLYPHENOL, FLAVONOID, HOẠT TÍNH CHỐNG OXY HÓA VÀ KHẢ NĂNG ỨC CHẾ α-GLUCOSIDASE CỦA TRÀ LONGI (*Camellia longii* OREL & LUU)

Huỳnh Thanh Duy, Nguyễn Thành Triết, Hoàng Lê Minh, Lâm Tuấn Kiệt, Trần Lê Trung Nhân và Trần Văn Chện*

Khoa Y học Cổ truyền, Đại học Y Dược Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam
**Tác giả liên hệ (Corresponding author): tvchenpharma@ump.edu.vn*

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 08/06/2026
Sửa bài (Revised): 24/06/2026
Duyệt đăng (Accepted): 25/08/2026

Title: *Investigation of polyphenol and flavonoid contents, antioxidant and α-glucosidase inhibitory potentials of Longi tea (Camellia longii Orel & Luu)*

Author(s): *Huynh Thanh Duy, Nguyen Thanh Triet, Hoang Le Minh, Lam Tuan Kiet, Tran Le Trung Nhan and Tran Van Chen**

Affiliation(s): *Faculty of Traditional Medicine, University of Medicine and Pharmacy at Ho Chi Minh City, Viet Nam*

TÓM TẮT

Trà Longi (Camellia longii) là loài thực vật đặc hữu của Việt Nam nhưng vẫn chưa được nghiên cứu đầy đủ về tiềm năng sinh học. Nghiên cứu này nhằm đánh giá hàm lượng polyphenol (TPC), flavonoid toàn phần (TFC), hoạt tính chống oxy hóa và khả năng ức chế α-glucosidase của các cao chiết từ lá và hoa của Trà Longi. Kết quả cho thấy TPC dao động từ 324,89 ± 6,74 đến 482,00 ± 8,82 mg GAE/g cao chiết, trong khi TFC đạt 42,31 ± 0,68 đến 48,07 ± 1,80 mg QE/g cao chiết. Các cao chiết thể hiện hoạt tính chống oxy hóa mạnh, với giá trị IC_{50} trong thử nghiệm DPPH từ 13,20 ± 0,35 đến 17,91 ± 0,22 µg/mL và trong thử nghiệm ABTS từ 54,12 ± 0,77 đến 60,80 ± 1,74 µg/mL. Đồng thời, các cao chiết cũng ức chế mạnh α-glucosidase (IC_{50} = 29,80 ± 0,15–37,99 ± 0,24 µg/mL). Những kết quả này cung cấp cơ sở khoa học ban đầu cho việc khai thác Trà Longi như một nguồn nguyên liệu tiềm năng trong phát triển các sản phẩm hỗ trợ chống oxy hóa và kiểm soát glucose huyết.

Từ khóa: *Camellia longii, chống oxy hóa, flavonoid, polyphenol, α-glucosidase*

ABSTRACT

Camellia longii, an endemic species of Vietnam, remains poorly investigated in terms of its biological potential. This study aimed to evaluate the total phenolic content (TPC), total flavonoid content (TFC), antioxidant activity, and α-glucosidase inhibitory activity of leaf and flower extracts of C. longii. The extracts exhibited high TPC values ranging from 324.89 ± 6.74 to 482.00 ± 8.82 mg GAE/g extract and TFC values ranging from 42.31 ± 0.68 to 48.07 ± 1.80 mg QE/g extract. The extracts exhibited strong antioxidant activity, with DPPH radical-scavenging IC_{50} values ranging from 13.20 ± 0.35 to 17.91 ± 0.22 µg/mL and ABTS radical-scavenging IC_{50} values ranging from 54.12 ± 0.77 to 60.80 ± 1.74 µg/mL. In addition, the extracts exhibited potent α-glucosidase inhibitory activity, with IC_{50} values ranging from 29.80 ± 0.15 to 37.99 ± 0.24 µg/mL. These findings provide the first scientific evidence supporting the potential of C. longii as a promising natural source for the development of antioxidant and blood glucose-regulating products.

Keywords: *Antioxidant activity, Camellia longii, flavonoids, polyphenols, α-glucosidase*

1. GIỚI THIỆU

Đái tháo đường (ĐTĐ) là một bệnh rối loạn chuyển hóa mạn tính, đặc trưng bởi tình trạng tăng đường huyết kéo dài do sự mất kiểm soát quá trình chuyển hóa glucose (Magliano & Boyko, 2025; Diabetes Care, 2026). ĐTĐ đang trở thành một trong những vấn đề sức khỏe toàn cầu với khoảng 588,7 triệu người trưởng thành mắc bệnh vào năm 2024 và dự kiến tăng lên 852,5 triệu người vào năm 2050 (Magliano & Boyko, 2025; Genitsaridi et al., 2026). Tại Việt Nam, tỷ lệ mắc ĐTĐ và tiền ĐTĐ lần lượt là 7,3% và 17,8%, trong đó có tới 62,6% trường hợp chưa được chẩn đoán (Bệnh viện Nội tiết Trung ương, 2020).

Enzym α-glucosidase có mặt ở biểu mô ruột non, với chức năng xúc tác thủy phân oligosaccharide thành glucose để cơ thể hấp thu. Việc ức chế enzym này giúp làm chậm quá trình phân giải carbohydrat và hấp thu glucose, góp phần kiểm soát đường huyết sau ăn (Kumar et al., 2011). Bên cạnh đó, stress oxy hóa do sự sản xuất quá mức các chất oxy hóa, được xem là một trong những cơ chế quan trọng dẫn đến sự phát triển của bệnh ĐTĐ (Di Meo et al., 2016; Chandimali et al., 2025). Vì vậy, các hợp chất tự nhiên có nguồn gốc thực vật vừa có hoạt tính chống oxy hóa vừa có khả năng ức chế α-glucosidase đang được quan tâm như những tác nhân tiềm năng hỗ trợ điều trị ĐTĐ và giảm thiểu tác dụng không mong muốn khi phối hợp với thuốc tân dược (Mai et al., 2007; Kashtoh & Baek, 2022).

Polyphenol, đặc biệt là flavonoid, là các nhóm chất chuyển hóa thứ cấp của thực vật có khả năng trung hòa các gốc tự do (ROS) và bảo vệ tế bào β tuyến tụy trước tổn thương do stress oxy hóa (Bolat et al., 2024; Trâm & Quốc, 2024; Chen et al., 2025). Ngoài tác dụng chống oxy hóa, các hợp chất này còn góp phần điều hòa đường huyết thông qua cơ chế ức chế α-glucosidase (Zhu et al., 2020).

Camellia là chi lớn nhất của họ Trà (Theaceae), bao gồm 813 loài đã công bố, trong đó có 316 loài được chấp nhận theo POWO (2025). Việt Nam được xem là trung tâm đa dạng sinh học của chi này với 97 loài (76 loài đặc hữu). Trong những năm gần đây, khoảng 20 loài *Camellia* mới đã được phát hiện và mô tả từ khu vực miền Nam Việt Nam (Nhan et al., 2025). Điều này cho thấy đây là một trong những vùng có mức độ đa dạng và đặc hữu cao của chi *Camellia*. Trong số đó, trà Longi (*Camellia longii* Orel & Luu) là loài đặc hữu có phạm vi phân bố hẹp và chỉ ghi nhận trong hệ sinh thái rừng thứ sinh thường xanh lá rộng (Orel et al., 2014; Currya, 2022). Đến nay, kết quả nghiên cứu của Tran-Trung et al. (2023) và Anh Phan et al. (2024) đã ghi nhận được ở trà Longi có chứa nhiều hợp chất phenolic và có nhiều tiềm năng hoạt tính sinh học đáng chú ý.

Mặc dù có ý nghĩa quan trọng về bảo tồn nhưng việc thực hiện các nghiên cứu về trà Longi hiện vẫn còn rất hạn chế, chủ yếu tập trung vào phân loại, đặc điểm hình thái và phân bố, chưa có khảo sát đồng thời về hoạt tính sinh học như khả năng chống oxy hóa và ức chế α-glucosidase trên các bộ phận khác nhau. Do đó, việc đánh giá đồng thời hàm lượng polyphenol, flavonoid cùng các hoạt tính sinh học của loài này không chỉ góp phần làm sáng tỏ tiềm năng ứng dụng của nguồn dược liệu bản địa và cung cấp cơ sở khoa học cho định hướng phát triển các sản phẩm hỗ trợ kiểm soát ĐTĐ, mà còn tạo tiền đề cho việc bảo tồn, khai thác và sử dụng bền vững nguồn tài nguyên thực vật đặc hữu này.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Mẫu vật trà Longi (*Camellia longii* Orel & Luu, Theaceae) được định danh bởi PGS.TS. Nguyễn Thành Triết (Đại học Y Dược Thành phố Hồ Chí Minh). Tiêu bản mẫu vật được lưu trữ tại Bộ môn Dược học cổ truyền, Đại học Y Dược Thành phố Hồ Chí Minh với mã LG–11.23. Nguyên liệu sau khi thu hái được rửa sạch, phơi âm can và xay thành bột để chiết xuất và sử dụng cho thử nghiệm tiếp theo.

2.2. Thiết bị và hóa chất

2.2.1. Thiết bị

Thiết bị được sử dụng bao gồm: máy cô quay DLAB-RE 100 Pro (Hoa Kỳ), bể siêu âm VietSkymen - VS60A (Trung Quốc), bếp cách thuỷ Water Bath HH-S6 Zenith Lab (Trung Quốc), máy đo quang 96 giếng Accuris SmartreaderTM 96-T (Hoa Kỳ), cân phân tích Sartorius CP-224S (Đức), máy đo pH Total Meter PHS-550 (Trung Quốc), máy Vortex-Genie 2 Electro Scientific Industries (Hoa Kỳ), máy khuấy từ SH-2 Taisite (Trung Quốc).

2.2.2. Dung môi và hóa chất

Dung môi và hóa chất được sử dụng bao gồm: Ethanol (EtOH), methanol (MeOH), acid ascorbic (Xilong, Trung Quốc), Na_2CO_3 (Merck, Đức), p-nitrophenyl-α-D-glucopyranosid (p-NPG), dimethylsulfoxide (DMSO) (Fisher Chemical, USA), Folin-Ciocalteu's phenol (Merck, Đức), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), acid 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazolin-6-sulfonic) (ABTS) (Thermo Scientific, USA), trolox, quercetin (Cool Chemistry, Trung Quốc), α-glucosidase từ *Saccharomyces cerevisiae* (Type I), acarbose

(Sigma, USA), acid gallic (Macklin, Trung Quốc) và các thuốc thử khác đạt chuẩn phân tích.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Chiết xuất

Bột nguyên liệu (100 g) được ngâm nóng với 500 mL EtOH 96% (tỷ lệ dược liệu: dung môi là 1:15 (kl/tt)) và được tiến hành chiết trong bể siêu âm (Viet–Skymen VS–60A) ở 40°C trong 30 phút dưới điều kiện được kiểm soát với một số hiệu chỉnh nhỏ theo phương pháp của Roobab et al. (2025). Các thông số được điều chỉnh với tần số siêu âm 40 kHz, công suất siêu âm 360 W và công suất gia nhiệt 400 W. Quy trình chiết được thực hiện với ba lần lặp lại. Sau đó, dung môi được cô thu hồi dưới áp suất giảm bằng máy cô quay (DLAB, RE 100-Pro) để thu được hai cao chiết EtOH 96% từ hoa trà Longi (HTL, hiệu suất 12,10%, độ ẩm 9,5 ± 0,4%) và lá trà Longi (LTL, hiệu suất 8,7%, độ ẩm 10,2 ± 0,5%).

2.3.2. Định lượng polyphenol toàn phần (TPC)

Hàm lượng TPC ở cao chiết LTL và HTL được xác định theo mô tả của Dzigbor et al. (2025) với một vài hiệu chỉnh. Việc thử nghiệm được thực hiện trên đĩa 96 giếng. Trong đó, mỗi giếng bao gồm 20 µL dung dịch mẫu thử ở nồng độ thích hợp được trộn với 20 µL thuốc thử Folin–Ciocalteu 10%. Sau khi ủ ở nhiệt độ phòng trong 5 phút, 200 µL dung dịch Na_2CO_3 7% và 10 µL nước cất được thêm vào, tiếp tục ủ tối ở nhiệt độ phòng trong 45 phút. Độ hấp thụ quang của hỗn hợp phản ứng được xác định ở bước sóng 750 nm bằng máy đọc vi đĩa (SmartReader MR9600-T). Đối chứng âm được tiến hành tương tự nhưng thay dung dịch mẫu thử bằng MeOH. Hàm lượng TPC được xác định dựa trên phương trình đường chuẩn với chất chuẩn acid gallic (100 – 600 µg/mL) và biểu thị theo đơn vị acid gallic trên gam cao chiết (mg GAE/g cao chiết).

2.3.3. Định lượng flavonoid toàn phần (TFC)

Hàm lượng TFC ở cao chiết LTL và HTL được xác định dựa trên phản ứng tạo phức với $AlCl_3$ theo mô tả của Sari et al. (2023) với một vài hiệu chỉnh. Thử nghiệm được thực hiện trên đĩa 96 giếng. Trong đó, mỗi giếng gồm 50 µL dung dịch mẫu thử ở nồng độ thích hợp được trộn với 100 µL MeOH và 20 µL dung dịch $AlCl_3$ 10%. Hỗn hợp này được ủ 3 phút ở nhiệt độ phòng; sau đó, 20 µL dung dịch CH_3COONa 1 M và 60 µL MeOH được thêm vào và tiếp tục ủ tối hỗn hợp ở nhiệt độ phòng trong 40 phút, độ hấp thụ quang được xác định tại bước sóng 450 nm bằng máy đọc vi đĩa. Đối chứng âm được tiến hành tương tự nhưng thay dung dịch mẫu thử bằng MeOH và đường chuẩn được thực hiện với quercetin (40 – 200 µg/mL) trong cùng điều kiện thí nghiệm. Hàm lượng TFC được tính từ phương trình đường chuẩn và biểu thị theo đơn vị miligam quercetin tương đương trên gam cao chiết (mg QE/g cao chiết).

2.3.4. Đánh giá tác dụng chống oxy hóa bằng phương pháp trung hòa gốc DPPH

Khả năng khử gốc tự do DPPH của các cao chiết LTL và HTL được tiến hành theo mô tả của Chanda and Dave (2009) với một số hiệu chỉnh. Thử nghiệm được thực hiện trên vi đĩa 96 giếng. Dung dịch DPPH 0,6 mM, acid ascorbic (đối chứng dương) ở nồng độ 10 – 50 µg/mL và các cao chiết ở dãy nồng độ 7,8125 – 125 µg/mL được pha trong MeOH. Trong mỗi giếng, hỗn hợp phản ứng gồm 40 µL dung dịch mẫu thử ở các nồng độ khảo sát được trộn với 240 µL MeOH và 40 µL dung dịch DPPH. Hỗn hợp này được ủ trong tối 30 phút ở nhiệt độ phòng trước khi tiến hành xác định độ hấp thụ quang tại bước sóng 517 nm bằng máy đọc vi đĩa.

Phần trăm ức chế gốc tự do DPPH được dựa theo công thức: % DPPH = [(Ac – At)/Ac] x 100

Trong đó: Ac là độ hấp thụ của mẫu trắng (không chứa cao chiết) và At là độ hấp thụ của mẫu có chứa cao chiết hoặc acid ascorbic.

2.3.5. Đánh giá tác dụng chống oxy hóa bằng phương pháp trung hòa gốc ABTS

Hoạt tính khử gốc tự do ABTS ở cao chiết LTL và HTL được thực hiện theo mô tả của Marino et al. (2001) với một số hiệu chỉnh. Gốc $ABTS^{\bullet+}$ được chuẩn bị bằng cách gây phản ứng giữa dung dịch ABTS 7 mM và 2,45 mM $K_2S_2O_8$. Hỗn hợp được ủ trong tối ở nhiệt độ phòng 16 giờ trước khi sử dụng. Sau đó, hỗn hợp này được pha loãng bằng MeOH (pha loãng 50 lần) đến khi độ hấp thụ quang tại bước sóng 734 nm đạt 0,70 ± 0,05. Các mẫu cao chiết được pha thành các nồng độ 15,625 – 250 µg/mL trong methanol. Trolox được sử dụng làm chất đối chứng dương ở các nồng độ 3,125 – 50 µg/mL, đồng thời được pha loãng bằng methanol trước khi tiến hành thí nghiệm. Thử nghiệm được tiến hành trên đĩa 96 giếng. Mỗi giếng gồm 20 µL dung dịch mẫu thử ở các nồng độ khảo sát và 150 µL dung dịch $ABTS^{\bullet+}$. Sau khi ủ trong tối ở nhiệt độ phòng trong 5 phút, độ hấp thu quang được đo ở bước sóng 734 nm bằng máy đọc vi đĩa. MeOH được sử dụng làm đối chứng âm.

Phần trăm khử gốc tự do ABTS được tính theo công thức: % ABTS = [(Ac – At)/Ac] x 100

Trong đó: Ac là độ hấp thụ của chứng âm và At là độ hấp thụ của mẫu thử hoặc Trolox.

2.3.6. Đánh giá tác dụng ức chế enzym α-glucosidase

Hoạt tính ức chế enzym α-glucosidase của các cao chiết LTL và HTL được đánh giá theo mô tả của Lankatillake et al. (2021) có một số hiệu chỉnh. Thử nghiệm được tiến hành trên đĩa 96 giếng, acarbose (62,5 – 1000 µg/mL) được sử dụng là đối chứng dương. Trong đó, mỗi giếng gồm 60 µL dung dịch mẫu thử ở các nồng độ khảo sát được trộn với 40 µL dung dịch α-glucosidase (0,2 U/mL) pha trong dung dịch đệm phosphat 0,1 M (pH 6,8), sau đó hỗn hợp được ủ 10 phút ở 37°C. Tiếp theo, 40 µL dung dịch cơ chất p-NPG pha trong đệm phosphat 0,1 M (pH 6,8) được bổ sung thêm và tiếp tục ủ trong 20 phút tối ở 37°C. Độ hấp thụ quang được xác định ở bước sóng 405 nm bằng máy đọc vi đĩa.

Phần trăm ức chế hoạt tính α-glucosidase (% I) được tính theo công thức: % I = [(Ac – At)/Ac] x 100

Trong đó: Ac (đã trừ chứng trắng) là độ hấp thụ của mẫu đối chứng (dung dịch p-NPG và α-glucosidase) và At (đã trừ mẫu trắng) là độ hấp thụ của mẫu khảo sát.

2.4. Xử lý số liệu

Các số liệu được nhập và xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2021, kết quả được thể hiện bằng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn (n = 3). Dữ liệu được phân tích ANOVA sử dụng kiểm định Tukey để đánh giá sự khác biệt có ý nghĩa giữa các giá trị với mức ý nghĩa $p < 0,05$ bằng phần mềm thống kê Minitab version 22.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hàm lượng polyphenol toàn phần (TPC), flavonoid toàn phần (TFC)

Hàm lượng TPC của các cao chiết LTL và HTL được xác định thông qua đường chuẩn acid gallic có phương trình hồi quy tuyến tính dạng $y = 0,0006x + 0,4284$, với $R^2 = 0,9903$ (Bảng 1). Kết quả cho thấy hàm lượng TPC ở hoa vượt trội hơn so với lá. Các giá trị này khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Cụ thể, HTL được xác định chứa hàm lượng TPC vượt trội hơn, ở 482,00 ± 8,82 mg GAE/g cao chiết, so với LTL với 324,89 ± 6,74 mg GAE/g cao chiết.

Tương tự, hàm lượng TFC của các cao chiết LTL và HTL được xác định dựa trên đường chuẩn quercetin với phương trình hồi quy $y = 0,0037x – 0,0042$ và hệ số tương quan $R^2 = 0,9911$. Trong hai mẫu cao chiết dược liệu khảo sát, kết quả cho thấy hàm lượng TFC của mẫu LTL chiếm ưu thế hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) với hàm lượng ở HTL. Cụ thể, LTL và HTL lần lượt đạt hàm lượng 48,07 ± 1,80 mg QE/g cao chiết và 42,31 ± 0,68 mg QE/g cao chiết.

Đáng chú ý, xu hướng biến thiên của hàm lượng TPC và TFC trong nghiên cứu này không hoàn toàn tương đồng khi hàm lượng TPC ở LTL thấp hơn HTL, trong khi TFC ngược lại. Sự khác biệt này có thể do chức năng sinh lý khác nhau của các cơ quan thực vật. Kết quả nghiên cứu của Agati et al., (2013) và Ma et al., (2024) cho thấy flavonoid thường tích lũy chủ yếu ở lá và hoa; tuy nhiên, lá là cơ quan trực tiếp tiếp xúc với ánh sáng và các yếu tố bất lợi từ môi trường nên cần tích lũy flavonoid để thực hiện chức năng quang bảo vệ, hấp thụ tia UV và trung hòa các gốc oxy hóa phát sinh trong quá trình quang hợp. Ngược lại, hàm lượng TPC ở hoa cao hơn lá có thể lý giải do trong hoa còn tích lũy các hợp chất khác không thuộc nhóm flavonoid như các acid phenolic (Kandylis, 2022).

Kết quả nghiên cứu trước đây của Tran-Trung et al. (2023) cho thấy hàm lượng TPC và TFC ở HTL có sự thay đổi khi chiết xuất bằng các dung môi khác nhau, trong đó hàm lượng TPC dao động từ 8,0 ± 0,1 đến 378,6 ± 2,3 mg GAE/g cao chiết và TFC có hàm lượng từ 88,6 ± 2,11 đến 390,3 ± 0,47 mg QE/g cao chiết. Qua đó, các kết quả này góp phần củng cố tiềm năng sinh học của dược liệu, đặc biệt liên quan đến khả năng tích lũy hàm lượng cao các hợp chất polyphenol và flavonoid.

Bảng 1. Hàm lượng polyphenol và flavonoid toàn phần của các cao chiết

Cao chiết	TPC (mg GAE/g)	TFC (mg QE/g)
LTL	324,89 ± 6,74^b	48,07 ± 1,80^a
HTL	482,00 ± 8,82^a	42,31 ± 0,68^b

Ghi chú: Ở mỗi thử nghiệm, dữ liệu có ít nhất một chữ cái theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5% qua kiểm định Tukey.

3.2. Tác dụng chống oxy hoá

3.2.1. Khả năng trung hòa gốc tự do DPPH của các cao chiết

Kết quả đánh giá khả năng trung hòa gốc tự do DPPH cho thấy các mẫu cao chiết đều thể hiện hoạt tính chống oxy hóa tỷ lệ thuận với nồng độ khảo sát (Bảng 2). Trong đó, hai cao chiết LTL và HTL thể hiện hoạt tính chống oxy hóa vượt trội với giá trị IC_{50} lần lượt là 13,20 ± 0,35 µg/mL và 17,91 ± 0,22 µg/mL, mạnh hơn khoảng 2 lần so với acid ascorbic (IC_{50} = 29,18 ± 0,21 µg/mL). Kết quả thu được bước đầu cho thấy LTL và HTL là nguồn dược liệu tự nhiên giàu tiềm năng chống oxy hóa, với hiệu quả thể hiện vượt trội so với chất đối chứng thương mại là acid ascorbic. Theo Triều và ctv. (2019), mặc dù

cao chiết vẫn là một hỗn hợp chưa được tinh sạch nhưng vẫn thể hiện hiệu quả tương đương hoặc vượt trội hơn một số hợp chất đối chứng tinh khiết và thương mại. Kết quả này có thể được giải thích do sự hiện diện đồng thời của nhiều hợp chất hoạt tính trong cao chiết, đặc biệt là các polyphenol và flavonoid, tạo ra hiệu ứng hiệp đồng và làm tăng khả năng chống oxy hóa.

Ở cùng chi *Camellia,* trong một thử nghiệm đánh giá khả năng khử gốc tự do DPPH của cao chiết từ hoa trà *C. hakodae* được My et al. (2026) ghi nhận giá trị IC_{50} đạt 29,06 µg/mL. Đáng chú ý, Vu et al. (2024) đã tiến hành việc khảo sát trên cao chiết lá của 3 loài *C. yokdonensis, C. quephongensis, C. longii* thông qua mô hình DPPH và kết quả đã ghi nhận được hoạt tính chống oxy hóa của các cao chiết này với giá trị IC_{50} lần lượt là 78,95 ± 0,64 µg/mL, 65,00 ± 0,77 µg/mL và 151,12 ± 3,34 µg/mL. Kết quả cho thấy hoạt tính khử gốc tự do DPPH của lá (LTL) và hoa (HTL) trà Longi (*C. longii*) trong nghiên cứu này thể hiện sự vượt trội rõ rệt trong cùng loài, điều này có thể do thời gian thu hái, địa điểm thu hái và phương pháp chiết xuất.

Bảng 2. Khả năng trung hòa gốc tự do DPPH của các cao chiết dược liệu

	% Trung hòa gốc tự do DPPH					
Nồng độ (µg/mL)	**7,8125**	**15,625**	**31,25**	**62,5**	**125**	**IC_{50} (µg/mL)**
LTL	41,30 ± 0,76	52,48 ± 0,72	64,62 ± 0,56	83,98 ± 0,61	99,06 ± 0,59	13,20 ± 0,35^{c}
HTL	31,86 ± 1,27	45,19 ± 0,55	63,71 ± 0,59	78,91 ± 1,04	92,94 ± 0,78	17,91 ± 0,22^{b}
Nồng độ (µg/mL)	10	20	30	40	50	IC_{50} (µg/mL)
Acid ascorbic	18,11 ± 0,56	34,10 ± 0,46	51,70 ± 0,68	63,97 ± 0,89	89,12 ± 0,52	29,18 ± 0,21^{a}

Ghi chú: Trong cùng một cột, dữ liệu có ít nhất một chữ cái theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5% qua kiểm định Tukey.

3.2.2. Khả năng trung hòa gốc tự do ABTS của các cao chiết dược liệu

Kết quả khảo sát về khả năng trung hòa gốc tự do ABTS (Bảng 3) cho thấy rằng hoạt tính chống oxy hóa của các mẫu cao chiết có tỷ lệ thuận với nồng độ khảo sát. Bên cạnh đó, hoạt tính chống oxy hóa ở các cao chiết khảo sát được ghi nhận khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Cụ thể, cao chiết LTL và HTL cho thấy tiềm năng chống oxy hóa mạnh trong thử nghiệm ABTS với IC_{50} lần lượt đạt 54,12 ± 0,77 µg/mL và 60,80 ± 1,74 µg/mL. So với Trolox (IC_{50} = 7,26 ± 0,11 µg/mL), hai cao chiết này có hoạt tính thấp hơn rất nhiều.

Kết quả nghiên cứu của Vu et al. (2024) trên cao chiết lá *C. longii* ghi nhận hoạt tính bắt gốc ABTS đạt IC_{50} là 420,79 ± 6,91 µg/mL. Kết quả này cho thấy hoạt tính ở *C. longii* thấp hơn đáng kể so với 2 loài cùng chi còn lại trong cùng nghiên cứu, với IC_{50} của *C. quephongensis* và *C. yokdonensis* lần lượt là 63,39 ± 2,09 µg/mL và 244,44 ± 6,21 µg/mL. Việc so sánh với kết quả nghiên cứu trên cho thấy mẫu LTL và HTL trong thí nghiệm này có khả năng bắt gốc ABTS vượt trội hơn đáng kể. Bên cạnh đó, kết quả này còn cho thấy các cao chiết từ trà Longi có tiềm năng chống oxy hóa vượt trội rõ rệt tương tự như các thực vật khác cùng chi *Camellia*.

Bảng 3. Khả năng trung hòa gốc tự do ABTS của các cao chiết

	% Trung hòa gốc tự do ABTS					
Nồng độ (µg/mL)	**15,625**	**31,25**	**62,5**	**125**	**250**	**IC_{50} (µg/mL)**
LTL	15,57 ± 1,18	29,48 ± 0,93	56,27 ± 0,44	77,66 ± 0,97	91,88 ± 1,01	54,12 ± 0,77^{b}
HTL	14,88 ± 1,05	29,05 ± 1,08	46,25 ± 1,28	71,20 ± 0,68	92,55 ± 0,84	60,80 ± 1,74^{a}
Nồng độ (µg/mL)	3,125	6,25	12,5	25	50	IC_{50} (µg/mL)
Trolox	32,30 ± 0,76	45,46 ± 0,48	62,55 ± 0,65	77,80 ± 0,81	89,09 ± 0,51	7,26 ± 0,11^{c}

Ghi chú: Trong cùng một cột, dữ liệu có ít nhất một chữ cái theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5% qua kiểm định Tukey.

Về mặt cơ chế, các chất chống oxy hóa (như flavonoid, hợp chất phenolic) có khả năng cung cấp các nguyên tử hydro hoặc electron để trung hòa các gốc tự do (Leopoldini et al., 2011). Cả hai phương pháp ABTS và DPPH đều được dùng để đánh giá khả năng trung hòa gốc tự do của các chất chống oxy hóa, dựa trên hai cơ chế chính là chuyển nguyên tử hydro (hydrogen atom transfer – HAT) và chuyển điện tử đơn (single electron transfer – SET) (Arnø et al., 2025). Tuy nhiên, sự tương quan còn bị ảnh hưởng bởi khả năng tiếp cận không gian của các gốc tự do và chất khử cũng như động học chất phản ứng (Schaich et al., 2015). Kết quả từ cả hai thử nghiệm ABTS và DPPH của nghiên cứu này cho thấy sự tương quan thuận rõ rệt về thứ tự hoạt tính chống oxy hóa của các mẫu cao chiết. Cụ thể, cao chiết từ

lá thể hiện hoạt tính chống oxy hóa vượt trội hơn cao chiết từ hoa ở cả hai phương pháp khảo sát mặc dù chứa hàm lượng TPC thấp hơn. Điều này cho thấy rằng hoạt tính chống oxy hóa của cao chiết thực vật không chỉ phụ thuộc vào hàm lượng polyphenol mà còn chịu ảnh hưởng đáng kể bởi thành phần và cấu trúc của từng hợp chất phenolic, đặc biệt là các flavonoid, cũng như các tương tác hiệp đồng hoặc đối kháng giữa các hợp chất trong hỗn hợp (Švestková et al., 2024). Do đó, hoạt tính chống oxy hóa vượt trội của cao chiết lá (LTL) có thể liên quan đến sự hiện diện của các flavonoid hoặc các hợp chất hoạt tính đặc hiệu có khả năng cho proton hoặc electron hiệu quả hơn trong quá trình trung hòa các gốc tự do.

Ngoài ra, nhìn chung cả hai cao chiết LTL và HTL đều chứa lượng polyphenol tương đối cao, gợi ý rằng các hợp chất phenolic có thể đóng góp đáng kể vào các hoạt tính sinh học được thử nghiệm. Mặc dù mối tương quan trực tiếp giữa TPC và hoạt tính không được thể hiện rõ trong nghiên cứu này nhưng vai trò của các hợp chất phenolic đối với khả năng chống oxy hóa đã được ghi nhận trong nhiều nghiên cứu trước đây. Chẳng hạn, kết quả nghiên cứu của Floegel et al. (2011) trên 50 loại thực phẩm giàu chất chống oxy hóa cho thấy mối tương quan chặt chẽ giữa 2 thử nghiệm chống oxy hóa với tổng hàm lượng phenolic ($r = 0,946$ đối với ABTS và $r = 0,897$ đối với DPPH, $p < 0,001$) và tương quan trung bình với tổng hàm lượng flavonoid ($r = 0,718$ đối với ABTS và $r = 0,708$ đối với DPPH, $p < 0,001$). Kết quả nghiên cứu của Zhu et al. (2022) từ các bộ phận khác nhau của Sen (*Nelumbo nucifera* G.) đã ghi nhận hệ số tương quan giữa ABTS và DPPH rất cao ($r = 0,965$; $p < 0,01$), cho thấy hai phương pháp này có xu hướng đánh giá tương đồng khả năng chống oxy hóa của các mẫu thực vật. Qua đó, mỗi phương pháp đánh giá hoạt tính chống oxy hóa đều có những ưu điểm và nhược điểm. Không có phương pháp nào có thể nắm bắt đầy đủ sự phức tạp của cơ chế chống oxy hóa, vì các phương pháp khác nhau có thể làm nổi bật các khía cạnh khác nhau của hoạt động chống oxy hóa, cần kết hợp ít nhất cả 2 phương pháp để có thể đánh giá toàn diện và có cái nhìn đầy đủ hơn (Platzer et al., 2021; Shahidi & Samarasinghe, 2025).

Kết quả từ các thử nghiệm trên đã bước đầu cho thấy tiềm năng của LTL và HTL trong việc ứng dụng làm nguồn dược liệu chống oxy hóa tự nhiên, đồng thời là cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo về tác dụng ức chế các gốc tự do, từ đó góp phần quan trọng trong việc ngăn chặn các biến chứng do gốc oxy hóa gây nên ở bệnh nhân ĐTĐ.

3.3. Tác dụng ức chế enzym α-glucosidase

Kết quả khảo sát cho thấy các mẫu cao chiết của trà Longi đều có khả năng ức chế enzym phụ thuộc vào nồng độ, thể hiện qua tỷ lệ phần trăm ức chế tăng dần khi tăng nồng độ (Bảng 4). Trong đó, mức độ ức chế mạnh nhất ở cao chiết LTL (IC_{50} = 29,80 ± 0,15 µg/mL) và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) với cao chiết HTL (IC_{50} = 37,99 ± 0,24 µg/mL) và acarbose (IC_{50} = 166,23 ± 2,94 µg/mL). Qua đó, kết quả cũng thể hiện rằng các cao chiết ly trích từ trà Longi có tiềm năng trong ức chế enzym α-glucosidase đáng kể, từ đó góp phần quan trọng trong các nghiên cứu tiếp theo hỗ trợ điều trị ĐTĐ.

Bảng 4. Tác dụng ức chế enzym α-glucosidase

	% Ức chế enzym α-glucosidase					
Nồng độ (µg/mL)	**25**	**37,5**	**50**	**75**	**100**	**IC_{50} (µg/mL)**
LTL	40,57 ± 0,59	62,66 ± 0,29	71,89 ± 0,49	85,10 ± 0,40	99,65 ± 0,24	29,80 ± 0,15^{c}
HTL	25,01 ± 1,06	50,08 ± 0,38	69,03 ± 0,24	86,88 ± 0,75	96,74 ± 0,95	37,99 ± 0,24^{b}
Nồng độ (µg/mL)	62,5	125	250	500	1000	IC_{50} (µg/mL)
Acarbose	34,62 ± 0,27	42,31 ± 0,55	56,69 ± 0,46	71,91 ± 0,80	79,72 ± 0,38	166,23 ± 2,94^{a}

Ghi chú: Trong cùng một cột, dữ liệu có ít nhất một chữ cái theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5% qua kiểm định Tukey.

Kết quả thử nghiệm cao chiết LTL và HTL có khả năng ức chế enzym α-glucosidase vượt trội hơn so với các loài trà trong cùng chi từ các nghiên cứu trước đây. Cụ thể, kết quả nghiên cứu của Hạ và ctv. (2024) ghi nhận hoa *C. yokdonensis* với IC_{50} đạt 94,52 ± 7,75 µg/mL và Zhang et al. (2023) đã cho thấy các peptit thủy phân từ bã hạt của *C. oleifera* có giá trị IC_{50} là 8442 ± 330 µg/mL. Điều này khẳng định tác dụng ức chế enzym α-glucosidase của LTL và HTL mạnh hơn trong điều kiện thí nghiệm tương đương.

Ngoài ra, kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng TPC ở cả hai bộ phận cao chiết trà Longi có mối tương quan thuận với hoạt tính chống oxy hóa và khả năng ức chế enzym α-glucosidase, gợi ý rằng các hợp chất phenolic có thể đóng vai trò quan trọng trong việc tạo nên các hoạt tính sinh học này. Nghiên

cứu của Dung và ctv. (2025) cũng ghi nhận giá trị IC_{50} của DPPH và α-glucosidase có mối tương quan mạnh với hàm lượng polyphenol và flavonoid, chỉ ra rằng các hợp chất này có thể đóng vai trò quan trọng trong khả năng chống oxy hóa và ức chế α-glucosidase của cao chiết. Bên cạnh đó, kết quả nghiên cứu của Dung và ctv. (2025) cũng ghi nhận hoạt tính chống oxy hóa và ức chế α-glucosidase có tương quan thuận mạnh (r = 0,970), cho thấy mẫu có khả năng chống oxy hóa tốt thường có khả năng ức chế α-glucosidase tốt.

Nghiên cứu của Yin et al., (2014) đã cho thấy tác dụng ức chế enzym α-glucosidase có liên quan tới các hợp chất tự nhiên chứa trong thực vật, trong đó nhóm hợp chất flavonoid chiếm tỷ lệ đáng kể với khoảng 103 hợp chất có khả năng ức chế enzym này. Do đó, hàm lượng flavonoid tương đối cao được ghi nhận trong nghiên cứu hiện tại có thể góp phần vào hoạt tính ức chế α-glucosidase của trà Longi. Sự ức chế enzym này có thể làm chậm quá trình phân giải và hấp thu carbohydrat, từ đó góp phần hạn chế sản xuất và làm giảm nồng độ glucose trong máu (Fatmawati et al., 2023). Bên cạnh đó, nghiên cứu của Sun et al. (2021) cho thấy nhiều hợp chất chứa polyphenol, đặc biệt là catechin và các dẫn xuất chứa nhóm galloyl, có khả năng tương tác trực tiếp với enzym α-glucosidase, từ đó làm giảm hoạt tính của enzym. Điều này đặc biệt đáng chú ý đối với trà Longi vì các loài thuộc chi *Camellia* thường được ghi nhận là nguồn giàu catechin và các hợp chất phenolic đặc trưng như epigallocatechin gallat (EGCG), epicatechin gallat (ECG) và epigallocatechin (EGC) (Teixeira & Sousa, 2021). Vì vậy, hoạt tính ức chế α-glucosidase mạnh của các mẫu nghiên cứu có thể liên quan đến sự hiện diện của các hợp chất polyphenol và flavonoid đặc trưng này.

Những kết quả trên tiếp tục củng cố tiềm năng của cây trà Longi như một nguồn dược liệu giàu hoạt tính sinh học tự nhiên, đồng thời cho thấy triển vọng ứng dụng của loài này trong phát triển các sản phẩm hỗ trợ kiểm soát đường huyết và phòng ngừa các bệnh lý liên quan đến stress oxy hóa.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy cao chiết trà Longi chứa hàm lượng polyphenol (TPC) và flavonoid (TFC) tương đối cao, đồng thời thể hiện các hoạt tính sinh học đáng chú ý, bao gồm khả năng chống oxy hóa và ức chế α-glucosidase. Các cao chiết cho thấy hoạt tính chống oxy hóa tốt, đặc biệt trong thử nghiệm DPPH và khả năng ức chế α-glucosidase mạnh hơn acarbose. Mặc dù hàm lượng polyphenol và flavonoid có thể góp phần vào các hoạt tính sinh học trong các thử nghiệm nhưng kết quả của nghiên cứu này cho thấy các hoạt tính trên không nhất thiết tương quan với TPC hoặc TFC mà còn có thể phụ thuộc vào thành phần hóa học đặc hiệu và tác động hiệp đồng giữa các hợp chất trong cao chiết. Ngoài ra, hoạt tính sinh học của dược liệu còn chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như điều kiện sinh trưởng, thời điểm và bộ phận thu hái, phương pháp chiết xuất và độ phân cực của dung môi sử dụng. Do đó, việc khảo sát thêm các hoạt tính sinh học khác như kháng viêm, kháng khuẩn hoặc bảo vệ tế bào cần được tiếp tục thực hiện nhằm làm rõ hơn tiềm năng của loài dược liệu này. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng góp phần bổ sung dữ liệu khoa học cho các nguồn dược liệu bản địa và cung cấp cơ sở cho việc bảo tồn, cũng như lựa chọn nguyên liệu phù hợp trong phát triển các sản phẩm thực phẩm chức năng và hỗ trợ sức khỏe, đặc biệt trong định hướng chống oxy hóa và hỗ trợ kiểm soát glucose huyết.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Agati, G., Brunetti, C., Di Ferdinando, M., Ferrini, F., Pollastri, S., & Tattini, M. (2013). Functional roles of flavonoids in photoprotection: New evidence, lessons from the past. *Plant Physiology and Biochemistry*, *72*, 35-45. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2013.03.014

Anh Phan, D. T., Tran, H. T., Le, H. P., Khuong, T. H., Ha, H. T., Nguyen, D. T., Nguyen, G. T., Le, M. V., & Ly, T. H. (2024). Exploring the therapeutic potential of *Camellia longii* Orel & Luu leaf extracts for memory loss in Alzheimer's disease: Novel findings and functional food applications. *ACS Omega*, *9*(27), 29651-29665.

Arnø, A., Sarmiento, V., Elvebø, O., & Araujo, P. (2025). Critical evaluation and validation of a high-throughput microplate-based cupric reducing antioxidant capacity method for the analysis of fish feed ingredients. *Antioxidants*, *14*(6), 728. https://doi.org/10.3390/antiox14060728

Bệnh viện Nội tiết Trung ương. (2020). *Tóm tắt báo cáo nghiên cứu khoa học: Điều tra tỷ lệ đái tháo đường, tiền đái tháo đường và một số yếu tố liên quan tại Việt Nam năm 2020.* https://benhviennoitiet.vn/tom-tat-bao-cao-nghien-cuu-khoa-hoc-dieu-tra-ty-le-dai-thao-duong-tien-dai-thao-duong-va-mot-so-yeu-to-lien-quan-tai-viet-nam-nam-2020/

Bolat, E., Sarıtaş, S., Duman, H., Eker, F., Akdaşçi, E., Karav, S., & Witkowska, A. M. (2024). Polyphenols: secondary metabolites with a

biological impression. *Nutrients*, *16*(15), 2550. https://doi.org/10.3390/nu16152550

Currya, A. S. (2022). Threats to golden-flowered camellias along Hon Giao Pass. *Dalat University Journal of Science*, *12*(3), 80–116. https://doi.org/10.37569/DalatUniversity.12.3.978 (2022)

Chanda, S., & Dave, R. (2009). *In vitro* models for antioxidant activity evaluation and some medicinal plants possessing antioxidant properties: An overview. *African Journal of Microbiology Research*, *3*(13), 981-996.

Chandimali, N., Bak, S. G., Park, E. H., Lim, H. J., Won, Y. S., Kim, E. K., Park, S. I. & Lee, S. J. (2025). Free radicals and their impact on health and antioxidant defenses: A review. *Cell Death Discovery*, *11*(1), 19. https://doi.org/10.1038/s41420-024-02278-8

Chen, X., Xie, N., Feng, L., Huang, Y., Wu, Y., Zhu, H., Tang, J., & Zhang, Y. (2025). Oxidative stress in diabetes mellitus and its complications: From pathophysiology to therapeutic strategies. *Chinese Medical Journal*, *138*(1), 15-27. https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000003230

Di Meo, S., Reed, T. T., Venditti, P., & Victor, V. M. (2016). Role of ROS and RNS sources in physiological and pathological conditions. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, *2016*(1), 1245049. https://doi.org/10.1155/2016/1245049

Diabetes Care (2026). 2. Diagnosis and Classification of Diabetes: Standards of Care in Diabetes-2026. *Diabetes Care*, *49*(Suppl. 1), S27–S49. https://doi.org/10.2337/dc26-S002

Dung, H. N. T., Thảo, N. T., Nguyệt, C. T. M., Bằng, N. T. K., Huỳnh, N. T. N., Thảo, L. P. N., & Quý, N. P. (2025). Nghiên cứu hàm lượng polyphenol, flavonoid và hoạt tính kháng oxy hóa, ức chế α-glucosidase của cao chiết từ cây sao nhái tím (*Cosmos bipinnatus*) trồng ở Cần Thơ. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, *61*(2), 126-133. https://doi.org/10.22144/ctujos.2025.031

Dzigbor, A., Neglo, D., Dzah, C. S., & Sraha, R. (2025). Total phenolic content, phytochemical screening, antioxidant and antimicrobial activities of *Borassus flabellifer* and *Borassus aethiopum* fruits. *Food Chemistry Advances*, *7*, 100937. https://doi.org/10.1016/j.focha.2025.100937

Fatmawati, S., Auwaliyah, F., Yuliana, Hasanah, N., Putri, D. A., Kainama, H., & Choudhary, M. I. (2023). Antioxidant and α-glucosidase inhibitory activities of compound isolated from *Stachytarpheta jamaicensis* (L) Vahl. leaves. *Scientific Reports*, *13*(1), 18597. https://doi.org/10.1038/s41598-023-45357-z

Floegel, A., Kim, D.-O., Chung, S.-J., Koo, S. I., & Chun, O. K. (2011). Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, *24*(7), 1043-1048. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.01.008

Genitsaridi, I., Salpea, P., Salim, A., Sajjadi, S. F., Tomic, D., James, S., Thirunavukkarasu, S., Issaka, A., Chen, L., Basit, A., Luk, A. O. Y., Ma, R. C. W. M., Mbanya, J. C., Ramachandran, A., Wild, S. H., Duncan, B. B., Boyko, E. J., & Magliano, D. J. (2026). 11th edition of the IDF Diabetes Atlas: global, regional, and national diabetes prevalence estimates for 2024 and projections for 2050. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, *14*(2), 149-156.

Hạ, L. H. H., Trĩnh, T. T., Thư, Đ. T. A., & Khôi, L. H. (2024). Đánh giá hoạt tính ức chế α-glucosidase của một số dược liệu trên mô hình *in-vitro*. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Quốc tế Hồng Bàng*, *27*(1), 107-114. https://doi.org/10.59294/HIUJS.27.2024.568

Kandylis, P. (2022). Phytochemicals and Antioxidant Properties of Edible Flowers. *Applied Sciences*, *12*(19), 9937. https://doi.org/10.3390/app12199937.

Kashtoh, H., & Baek, K. H. (2022). Recent updates on phytoconstituent alpha-glucosidase inhibitors: an approach towards the treatment of type two diabetes. *Plants*, *11*(20), 2722. https://doi.org/10.3390/plants11202722

Kumar, S., Narwal, S., Kumar, V., Prakash, O. (2011). α-Glucosidase inhibitors from plants: A natural approach to treat diabetes. *Pharmacognosy Reviews*, *5*(9), 19-29. https://doi.org/10.4103/0973-7847.79096.

Lankatillake, C., Luo, S., Flavel, M., Lenon, G. B., Gill, H., Huynh, T., & Dias, D. A. (2021). Screening natural product extracts for potential enzyme inhibitors: Protocols, and the standardisation of the usage of blanks in α-amylase, α-glucosidase and lipase assays. *Plant Methods*, *17*(1), 3. https://doi.org/10.1186/s13007-020-00702-5

Leopoldini, M., Russo, N., & Toscano, M. (2011). The molecular basis of working mechanism of natural polyphenolic antioxidants. *Food Chemistry*, *125*(2), 288-306. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.012

Ma, D., Guo, Y., Ali, I., Lin, J., Xu, Y., & Yang, M. (2024). Accumulation characteristics of plant flavonoids and effects of cultivation measures on their biosynthesis: A review. *Plant Physiology and Biochemistry*, *215*, 108960. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2024.108960.

Magliano, D. J., Boyko, E. J., & Atlas, D. (2025). 1. What is diabetes?. In Magliano, D. J., & Boyko, E. J. (Eds.), *Diabetes Atlas* (pp. 12-22). International Diabetes Federation.

Mai, T. T., Thu, N. N., Tien, P. G., & Van Chuyen, N. (2007). Alpha-glucosidase inhibitory and antioxidant activities of Vietnamese edible plants and their relationships with polyphenol contents. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, *53*(3), 267-276. https://doi.org/10.3177/jnsv.53.267

Marino, B. A., Antonio, C., & Manuel, A. (2001). The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chemistry*, *73*, 239-244. https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00324-1

My, N. H. T., Thuy, N. H. L., Khuyen, V. T. K., & Tuan, N. D. (2026). Phytochemical characterization and biological evaluation of *Camellia hakodae* Ninh flowers. *Molecules*, *31*(7), 1088. https://doi.org/10.3390/molecules31071088

Nhan, T. T. T., Vuong, T. B., Nha, P. T. T., Wook, U. S., Thuong, N. T. L., & Van Canh, N. (2025). *Camellia* section Piquetia: Description of two new species from southern Vietnam. *Dalat University Journal of Science*, *16*(2), 3–1

Orel, G., Wilson, P. G., & Hong Truong, L. (2014). *Camellia curryana* and *C. longii* spp. nov. (Theaceae) from Vietnam. *Nordic Journal of Botany*, *32*(1), 42-50. https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2013.00399.x

Platzer, M., Kiese, S., Herfellner, T., Schweiggert-Weisz, U., Miesbauer, O., & Eisner, P. (2021). Common trends and differences in antioxidant activity analysis of phenolic substances using single electron transfer based assays. *Molecules*, *26*(5), 1244. https://doi.org/10.3390/molecules26051244

POWO. (2025). *Camellia* L., Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. https://powo.science.kew.org/

Roobab, U., Aadil, R. M., Kurup, S. S., & Maqsood, S. (2025). Comparative evaluation of ultrasound-assisted extraction with other green extraction methods for sustainable recycling and processing of date palm bioresources and by-products: A review of recent research. *Ultrasonics Sonochemistry*, *114*, 107252. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2025.107252

Sari, K. R. P., Ikawati, Z., Danarti, R., & Hertiani, T. (2023). Micro-titer plate assay for measurement of total phenolic and total flavonoid contents in medicinal plant extracts. *Arabian Journal of Chemistry*, *16*(9), 105003. https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2023.105003

Schaich, K. M., Tian, X., & Xie, J. (2015). Hurdles and pitfalls in measuring antioxidant efficacy: A critical evaluation of ABTS, DPPH, and ORAC assays. *Journal of Functional Foods*, *14*, 111-125. https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.01.043

Shahidi, F., & Samarasinghe, A. (2025). How to assess antioxidant activity? Advances, limitations, and applications of *in vitro*, *in vivo*, and *ex vivo* approaches. *Food Production, Processing and Nutrition*, *7*(1), 50. https://doi.org/10.1186/s43014-025-00326-z

Sun, L., Song, Y., Chen, Y., Ma, Y., Fu, M. & Liu, X. (2021). The galloyl moiety enhances the inhibitory activity of catechins and theaflavins against α-glucosidase by increasing the polyphenol–enzyme binding interactions. *Food & Function*, *12*(1), 215–229. https://doi.org/10.1039/D0FO02689A.

Švestková, P., Balík, J., & Soural, I. (2024). Synergistic effect of selected carboxylic acids and phenolic compounds detected by the FRAP method. *Food Chemistry: X*, 23, 101573. https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101573

Teixeira, A. M., & Sousa, C. (2021). A review on the biological activity of *Camellia* species. *Molecules*, *26*(8), 2178. https://doi.org/10.3390/molecules26082178

Tran-Trung, H., Nguyen, T. C., Dung, V. C., Ngoc, H. N., Nguyen, D. K., Vu, D. C., Van, S. D., Nguyen, Q. A. T., Nguyen, T. H. D., Tham, V. M., & Dau, X. D. (2023). Characterization and evaluation of the in vitro antioxidant, α-glucosidase inhibitory activities of *Camellia longii* Orel and Luu. (Theaceae) flower essential oil and extracts from Vietnam. *Natural Product Communications*, *18*(11), 1-8. https://doi.org/10.1177/1934578X231208348

Trâm, Đ. T. Q., & Quốc, P. T. (2024). Nghiên cứu tác dụng chống oxy hóa và khả năng ức chế enzyme α-glucosidase *in vitro* của lá *Sauropus androgynus* (L.) Merr. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng*, *22*(7), 73-76.

Triều, L. H., Anh, V. T., Phong, N. V. H., Sa, P. T. M., Thảo, L. B., Lên, N. H., & Minh, L. V. (2019). Khảo sát thành phần hóa học, hoạt tính kháng oxy hóa và độc tính cấp đường uống của cao chiết từ vỏ quả lựu (*Punica granatum* L.). *Tạp chí Y Dược học*, *9*(04), 7-14. https://doi.org/10.34071/jmp.2019.4.1

Vu, D. C., Nguyen, T. H., Tran-Trung, H., Tuan, N. H., & Nguyet, N. T. (2024). Comparative analysis of pigments, phenolics, and bioactivities of three *Camellia* species growing in Vietnam. *Natural Product Communications*, *19*(4), 1934578X241249090. https://doi.org/10.1177/1934578X241249090

Yin, Z., Zhang, W., Feng, F., Zhang, Y., & Kang, W. (2014). α-Glucosidase inhibitors isolated from medicinal plants. *Food Science and Human Wellness*, *3*(3-4), 136-174. https://doi.org/10.1016/j.fshw.2014.11.003

Zhu, J., Chen, C., Zhang, B., & Huang, Q. (2020). The inhibitory effects of flavonoids on α-amylase and α-glucosidase. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *60*(4), 695-708. https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1548428

Zhu, Z., Zhong, B., Yang, Z., Zhao, W., Shi, L., Aziz, A., Rauf, A., Aljohani, A. S. M., Alhumaydhi, F. A., & Suleria, H. A. R. (2022). LC-ESI-QTOF-MS/MS characterization and estimation of the antioxidant potential of phenolic compounds from different parts of the Lotus (*Nelumbo nucifera*) seed and rhizome. *ACS Omega*, *7*(17), 14630-14642. https://doi.org/10.1021/acsomega.1c0701

Zhang, Y., Wu, F., He, Z., Fang, X., & Liu, X. (2023). Optimization and molecular mechanism of novel α-glucosidase inhibitory peptides derived from *Camellia* seed cake through enzymatic hydrolysis. *Foods*, *12*(2), 393. https://doi.org/10.3390/foods12020393