

CHIẾT XUẤT VÀ HOẠT TÍNH CHỐNG OXY HÓA *in vitro* CỦA POLYSACCHARIDE TỪ NGẤY HƯƠNG (*Rubus cochinchinensis*)

Hoàng Thị Lan Hương^{1,2}, Nguyễn Quang Mẫn³, Trần Hoàng Thanh Nhân¹, Hoàng Thị Minh Hằng¹,
Trần Thanh Minh¹, Hồ Xuân Anh Vũ¹, Trần Thị Văn Thi¹, Võ Thị Khánh Ly⁴,
Nguyễn Thị Hồng Hạnh¹, Lê Trung Hiếu¹, Lê Lâm Sơn^{1*}

¹ Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế, Huế, Việt Nam

² Sở Y tế thành phố Huế, Huế, Việt Nam

³ Khoa Cơ Bản, Trường Đại học Y – Dược, Đại học Huế, Huế, Việt Nam

⁴ Khoa Kỹ thuật Y học, Trường Đại học Y-Dược, Đại học Huế, Huế, Việt Nam

* Tác giả liên hệ Lê Lâm Sơn <lelamson@hueuni.edu.vn>

(Ngày nhận bài: 16-06-2026; Hoàn thành phản biện: 29-08-2026; Ngày chấp nhận đăng: 08-09-2026)

Tóm tắt. Ngấy hương (*Rubus cochinchinensis* Tratt.), một loài thực vật dược liệu truyền thống ở Việt Nam, đã được sử dụng từ lâu để điều trị thấp khớp, chấn thương tụ máu, viêm gan và vàng da. Tuy nhiên, các báo cáo về hoạt tính chống oxy hóa và quy trình chiết tách polysaccharide từ Ngấy hương vẫn còn rất hạn chế. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm tìm điều kiện thích hợp để chiết tách polysaccharide từ Ngấy hương và đánh giá hoạt tính chống oxy hóa. Kết quả cho thấy điều kiện chiết xuất polysaccharide thích hợp từ Ngấy hương: nhiệt độ 100 °C, thời gian chiết 3 giờ, sử dụng dung môi nước với tỷ lệ nước/nguyên liệu là 1:50, số lần chiết là 3 lần và tỷ lệ ethanol/thể tích dịch chiết là 4:1 (v/v) để kết tủa polysaccharide. Cấu trúc của polysaccharide được đặc trưng bằng phương pháp phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FT-IR) và sắc ký lọc gel. Khối lượng phân tử trung bình của polysaccharide vào khoảng 510,87 kDa; chỉ số đa phân tán (Mw/Mn = 27,66). Phổ FT-IR cho thấy sự xuất hiện các dao động của đường glucose và galactose. Các thử nghiệm *in vitro* cho thấy polysaccharide thu được có hoạt tính chống oxy hóa đáng kể, tương đương 0,2793 ± 0,0019 mg GAE/g hoặc 0,1811 ± 0,0009 mg ASE/g. Giá trị IC₅₀ của polysaccharide trong các phương pháp DPPH và ABTS lần lượt là 0,87 mg/mL và 3,26 mg/mL. Những kết quả này cho thấy tiềm năng ứng dụng hoặc nghiên cứu phát triển thêm đối với polysaccharide từ Ngấy hương.

Từ khóa: Ngấy hương, chống oxy hóa, polysaccharide, DPPH, ABTS

Extraction and *in vitro* antioxidant activity of polysaccharides from *Rubus cochinchinensis*

Hoang Thi Lan Huong^{1,2}, Nguyen Quang Man³, Tran Hoang Thanh Nhan¹, Hoang Thi Minh Hang¹,
Tran Thanh Minh¹, Ho Xuan Anh Vu¹, Tran Thi Van Thi¹, Vo Thi Khanh Ly⁴,
Nguyen Thi Hong Hanh¹, Le Trung Hieu¹, Le Lam Son^{1*}

¹ Faculty of Chemistry, University of Sciences, Hue University, Hue, Vietnam

² Hue City Department of Health, Hue, Vietnam

³ Faculty of Basic Sciences, University of Medicine and Pharmacy, Hue University, Hue, Vietnam

⁴ Faculty of Medical Technology, University of Medicine and Pharmacy, Hue University, Hue, Vietnam

* Correspondence to Le Lam Son <lelamson@hueuni.edu.vn>

(Received: 16 June 2026; Revised: 29 August 2026; Accepted: 08 September 2026)

Abstract. *Rubus cochinchinensis* Tratt. is a traditional medicinal plant in Vietnam and has long been used in folk medicine to treat rheumatism, hematoma, hepatitis, and jaundice. However, studies on this plant's antioxidant activity and polysaccharide extraction procedures remain limited. This study aims to determine the optimal conditions for polysaccharide extraction from *R. cochinchinensis* and evaluate its antioxidant potential. The optimal extraction conditions were found to be as follows: a temperature of 100 °C, an extraction time of 3 hours, water as the extraction solvent at a solvent-to-material ratio of 50:1 (v/w), three extraction cycles, and an ethanol-to-extract ratio of 4:1 (v/v) for polysaccharide precipitation. The structural characterisation of the extracted polysaccharides was conducted by using Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR) and gel permeation chromatography. The polysaccharides exhibited an average molecular weight of approximately 510.87 kDa, with a polydispersity index (Mw/Mn) of 27.66. FT-IR analysis revealed characteristic absorption bands corresponding to glucose and galactose residues. *In vitro* antioxidant assays demonstrated significant activity, with a total antioxidant capacity reaching 0.2793 ± 0.0019 mg GAE/g or 0.1811 ± 0.0009 mg ASE/g. The IC₅₀ values for DPPH and ABTS radical scavenging were 0.87 mg/mL and 3.26 mg/mL, respectively. These findings suggest that polysaccharides extracted from *R. cochinchinensis* possess promising antioxidant properties and warrant further investigation for potential applications.

Keywords: *Rubus cochinchinensis*, antioxidant activity, polysaccharides, DPPH, ABTS

1 Mở đầu

Ngây hương (*Rubus cochinchinensis* Tratt.), còn được biết đến với các tên gọi khác như cây Ngấy, Ngấy chữa lá, Đũa hương hay cây Tu hú, phân bố chủ yếu tại khu vực Đông Á như Việt Nam, Lào, Campuchia, Thái Lan và Trung Quốc. Trong y học cổ truyền, Ngây hương được ứng dụng trong điều trị các bệnh như thấp khớp, chấn thương tụ máu, viêm gan và vàng da [1, 2]. Theo hóa dược hiện đại, Ngây hương đã được ghi nhận có tiềm năng trong điều trị các bệnh liên quan đến stress oxy hóa, ung thư, tiểu đường... [1, 3]. Về thành phần hóa học, đã phân lập được mười hợp chất, trong đó năm hợp chất triterpenoid thuộc khung ursan bao gồm: ursolic acid, 2-oxopomolic acid, tormentic acid, suavissimoside F1 và 2-O-acetylsuavissimoside F1 [3] và năm hợp chất khác: suavissimoside F1, niga-ichigoside F1, apigenin, vanillic acid và protocatechuic acid [4]. Tuy nhiên, cơ chế dược lý cụ thể dẫn đến các tác dụng sinh học của loài thực vật này vẫn chưa được làm sáng tỏ. Trong đó, polysaccharide được cho là một trong những thành phần hoạt tính chính trong các dịch chiết từ ngây hương, có vai trò quan trọng trong việc tạo ra các tác dụng chống oxy hóa [5, 6]. Do đó, việc nghiên cứu quy trình chiết tách cũng như đánh giá hoạt tính chống oxy hóa của

polysaccharide được xem là chìa khóa để giải thích cơ sở hóa sinh cho các hoạt tính sinh học nổi bật của loài dược liệu này.

Polysaccharide là các polymer carbohydrate, có cấu trúc bao gồm các đơn vị monosaccharide liên kết với nhau thông qua liên kết glycoside [7]. Chúng có mặt phổ biến trong các hệ sinh học thuộc giới động vật, thực vật và vi sinh vật. Trong những năm gần đây, polysaccharide có nguồn gốc thực vật đã thu hút sự quan tâm rộng rãi trong lĩnh vực nghiên cứu hóa sinh và dược lý học nhờ vào phổ hoạt tính sinh học đa dạng [8]. Chẳng hạn, polysaccharide phân lập từ *Cantharellus cibarius* đã được chứng minh có đặc tính chống viêm và tiềm năng kích thích lợi khuẩn và hoạt tính kháng u [9, 10], trong khi đó, polysaccharide từ nấm *Auricularia* có nhiều hoạt tính sinh học như chống oxy hóa, bảo vệ tế bào gan, kháng u và điều hòa miễn dịch [11, 12]. Ngoài ra, nhiều công bố khoa học đã chứng minh polysaccharide từ thực vật có khả năng ức chế các gốc tự do và có hoạt tính chống oxy hóa mạnh mẽ [13-15]. Do đó, việc khảo sát hoạt tính chống oxy hóa của polysaccharide có ý nghĩa quan trọng trong việc mở rộng tiềm năng ứng dụng cũng như phát triển nhóm hợp chất tự nhiên này. Một số nghiên cứu đã đề cập đến quá trình chiết xuất polysaccharide

có hoạt tính chống oxy hóa [11, 12]. Tuy nhiên, theo hiểu biết của chúng tôi, chưa có nghiên cứu nào tập trung vào việc tối ưu hóa quy trình chiết tách và đánh giá hoạt tính chống oxy hóa của polysaccharide thu nhận từ Ngải hương.

Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là tìm điều kiện chiết tách polysaccharide thích hợp từ cây Ngải hương, đồng thời đánh giá các hoạt tính chống oxy hóa *in vitro* của chúng thông qua tổng khả năng chống oxy hóa, khả năng bắt gốc tự do DPPH và khả năng bắt gốc ABTS. Bên cạnh đó, đặc điểm cấu trúc của polysaccharide cũng sẽ được phân tích bằng phương pháp phổ hồng ngoại biến đổi Fourier và sắc ký thẩm thấu gel hiệu năng cao nhằm cung cấp thông tin sâu hơn về đặc tính hóa học của chúng.

2 Thực nghiệm

2.1 Nguyên liệu, hoá chất và thiết bị

Phần trên mặt đất của cây Ngải hương (*Rubus cochinchinensis* Tratt) được thu hái vào tháng 3 năm 2023 tại Vườn Quốc gia Bạch Mã, Xã Phú Lộc, Thành phố Huế. Việc định danh mẫu thực vật được ThS. Nguyễn Việt Thắng, Khoa Sinh học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế, thực hiện.

Các hoá chất sử dụng đều ở dạng tinh khiết phân tích, bao gồm: phenol, sulfuric acid (H_2SO_4), D-glucose, monosodium phosphate (NaH_2PO_4), ammonium molybdate ($(NH_4)_2MoO_4$) do công ty Quang Dong (Trung Quốc) cung cấp; ethanol sản xuất tại Việt Nam; gallic acid, quercetin (Sigma-Aldrich); DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) do Merck (Đức) cung cấp.

Thiết bị chính được sử dụng trong quá trình thí nghiệm gồm máy ly tâm Mikro 22R (Human, Đức) và máy quang phổ tử ngoại khả

kiến (UV-Vis spectrophotometer) Jasco V-630 (Nhật Bản).

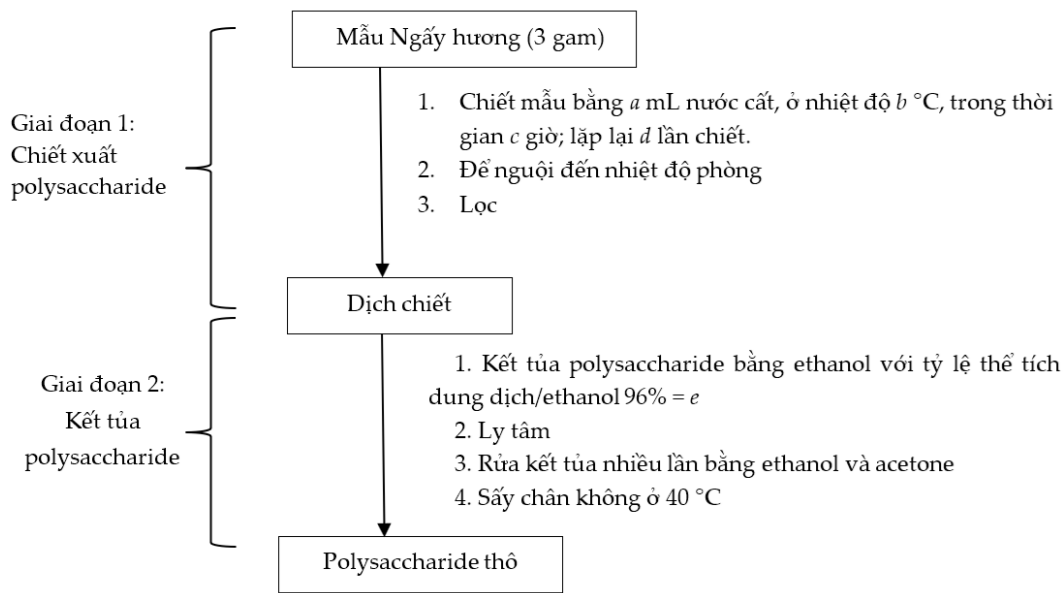
2.2 Quy trình chiết tách polysaccharide

Quá trình chiết tách polysaccharide (PS) được tiến hành qua hai giai đoạn chính: (i) chiết xuất PS từ dược liệu và (ii) kết tủa polysaccharide bằng ethanol [16]. Trong nghiên cứu này, kỹ thuật chiết hồi lưu được áp dụng, đồng thời tiến hành khảo sát đơn biến các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất chiết gồm nhiệt độ, thời gian, tỷ lệ dung môi/nguyên liệu, số lần chiết và tỷ lệ ethanol trong giai đoạn kết tủa (So đồ 1).

Giai đoạn chiết xuất PS: 3 gam mẫu nguyên liệu dạng bột được phân tán vào bình định mức 250 mL và tiến hành chiết ở các điều kiện khảo sát bao gồm: nhiệt độ (60, 70, 80, 90 và 100 °C), thời gian chiết (2–6 giờ), tỷ lệ nguyên liệu/nước (1:30, 1:40, 1:50, 1:60 và 1:70, tính theo g/mL), và số lần chiết (2, 3, 4 và 5 lần). Sau quá trình chiết, dịch chiết được làm nguội về nhiệt độ phòng bằng nước lạnh, sau đó lọc và cô cạn, định mức thể tích đến 50 mL.

Giai đoạn kết tủa PS: Dịch chiết thu được được bổ sung ethanol 96% với các tỷ lệ thể tích khác nhau (2:1, 3:1, 4:1, 5:1) để khảo sát hiệu suất kết tủa PS. Hỗn hợp sau khi kết tủa được ly tâm; kết tủa được rửa lần lượt bằng ethanol và acetone lạnh. Sản phẩm cuối cùng được sấy khô bằng phương pháp sấy chân không ở 40 °C và thu được polysaccharide thô tan trong nước.

Hàm lượng polysaccharide được xác định bằng phương pháp Dubois, sử dụng phản ứng tạo màu với thuốc thử phenol-sulfuric acid [17]. Mẫu polysaccharide được hòa tan trong nước cất, sau đó thêm thuốc thử và đo độ hấp thụ quang tại bước sóng 490 nm. D-glucose được sử dụng làm chất chuẩn. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần ($n = 3$).



Sơ đồ 1. Minh họa quá trình chiết xuất polysaccharide từ cây Ngấy hương Phân tích định tính và định lượng polysaccharide hòa tan trong nước

2.3 Đánh giá hoạt tính chống oxy hóa

Tổng khả năng chống oxy hóa

Tổng khả năng chống oxy hóa (TAC) được xác định theo phương pháp phosphomolybdenum, dựa trên cơ chế khử Mo(VI) thành Mo(V) tạo phức có màu xanh lục trong môi trường acid [18]. Lấy 0,3 mL dịch mẫu và thêm 3 mL dung dịch thuốc thử chứa H_2SO_4 0,6 M, NaH_2PO_4 28 mM và $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ 4 mM. Hỗn hợp được đậy kín và ủ ở 95 °C trong 90 phút. Sau đó, mẫu được làm nguội và đo độ hấp thụ quang ở bước sóng 695 nm. Kết quả được biểu diễn dưới dạng mg gallic acid tương đương/g (mg GAE/g) thông qua phương trình hồi quy tuyến tính. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần ($n = 3$).

Khả năng bắt gốc tự do DPPH

Hoạt tính chống oxy hóa thông qua khả năng bắt gốc DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) được đánh giá bằng phương pháp đo mật độ quang của dung dịch DPPH tại bước sóng 517 nm. Dung dịch DPPH (100 μM) được pha trong ethanol 50% ngay trước khi sử dụng.

Dung dịch mẫu được pha loãng ở các nồng độ: 0,4, 0,6, 0,8, 1 và 2 mg/mL. Tiến hành trộn 1,5 mL mẫu với 1,5 mL dung dịch DPPH, lắc đều trong 1 phút và ủ ở nhiệt độ phòng trong 30 phút. Sau đó, đo độ hấp thụ quang tại bước sóng 517 nm [19]. Giá trị IC_{50} là nồng độ cần thiết để ức chế 50% gốc DPPH và được sử dụng để đánh giá hiệu quả chống oxy hóa. IC_{50} càng thấp thì khả năng bắt gốc càng cao.

Khả năng bắt gốc ABTS^{•+}

Khả năng bắt gốc ABTS^{•+} của polysaccharide được xác định theo Re và cộng sự, với một số điều chỉnh nhỏ [20]. 0,1 mL mẫu ở các nồng độ khác nhau (từ 1 đến 5 mg/mL) được trộn với 3,9 mL dung dịch ABTS^{•+} và độ hấp thụ sau đó được đo tại bước sóng 734 nm. Ascorbic acid được sử dụng làm đối chứng dương. Hoạt tính bắt gốc ABTS^{•+} được đánh giá thông qua giá trị IC_{50} .

Đặc điểm cấu trúc của polysaccharide

Phổ hồng ngoại (FT-IR) của mẫu polysaccharide được ghi trên thiết bị quang phổ IR Prestige-21. Trước khi phân tích, mẫu được sấy

khô ở 55 °C trong tủ sấy chân không trong 48 giờ, sau đó nghiền mịn và trộn với bột KBr để nén thành viên. Phổ được quét trong khoảng số sóng từ 4000 đến 400 cm^{-1} .

Khối lượng phân tử trung bình của polysaccharide được xác định bằng phương pháp sắc ký thẩm thấu gel sử dụng hệ thống sắc ký lỏng Agilent 1100. Pullulan với khoảng khối lượng phân tử từ 5 đến 800 kDa được dùng làm chất chuẩn. Các mẫu chuẩn và polysaccharide được phân tách qua cột sắc ký Ultrahydrogel 500 (7,8 mm $\times$ 300 mm; kích thước hạt 10 μm), sử dụng dung dịch NaNO_3 0,1 M pha trong nước khử ion làm pha động, với tốc độ 1 mL/phút. Nhiệt độ đầu dò được duy trì ở 35 °C và nhiệt độ cột là 40 °C. Thể tích rửa giải của các mẫu được biểu diễn thông qua đồ thị tương quan với khối lượng phân tử tương ứng [19].

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Ảnh hưởng của điều kiện chiết đến hiệu suất thu nhận polysaccharide

Các polysaccharide tự nhiên hiện đang thu hút sự quan tâm đáng kể của các nhà khoa học nhờ vào những đặc tính ưu việt như khả năng tương thích sinh học cao, không gây độc tính và tiềm năng ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực dược phẩm và công nghiệp thực phẩm [8]. Do đó, tối ưu hóa các điều kiện chiết xuất PS là cần thiết nhằm nâng cao hiệu quả thu nhận, đồng thời thúc đẩy khả năng ứng dụng và phát triển các hợp chất này trong thực tiễn. Hiệu suất chiết PS từ cây Ngải hương ở các điều kiện chiết được trình bày trong Bảng 1.

Hàm lượng polysaccharide thu được có xu hướng tăng dần khi nhiệt độ chiết tăng từ 60 đến 100 °C. Cụ thể, hàm lượng PS tăng từ $3,62 \pm 0,04\%$

ở 60 °C lên đến $4,89 \pm 0,04\%$ ở 100 °C. Có thể nhiệt độ cao làm phá vỡ cấu trúc tế bào thực vật, tạo điều kiện thuận lợi cho việc hòa tan và giải phóng polysaccharide vào dung môi.

Khi tăng tỷ lệ mẫu/dung môi từ 1:30 đến 1:60 (g/mL), hàm lượng PS thu được tăng dần từ $4,31 \pm 0,07$ lên đến $4,93 \pm 0,06\%$. Tỷ lệ 1:60 cho hiệu suất chiết cao nhất; điều này cho thấy tỷ lệ mẫu/dung môi ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng khuếch tán và hòa tan các hợp chất trong quá trình chiết. Ở tỷ lệ 1:70, hiệu suất gần như không thay đổi ($4,91 \pm 0,02\%$), cho thấy quá trình chiết đã xảy ra gần như hoàn toàn.

Thời gian chiết kéo dài từ 2 đến 4 giờ làm cho hàm lượng PS tăng từ $4,13 \pm 0,05$ lên đến $4,95 \pm 0,07\%$. Tuy nhiên, khi kéo dài thời gian đến 5 và 6 giờ, hàm lượng PS giảm tương ứng còn $4,60 \pm 0,05$ và $4,42 \pm 0,09\%$. Sự suy giảm hàm lượng này có thể là do sự thủy phân hoặc phân hủy polysaccharide trong quá trình chiết. Do đó, 4 giờ được cho là thời gian tối ưu cho mỗi lần chiết.

Hàm lượng PS tăng rõ rệt khi số lần chiết tăng từ 2 ($4,28 \pm 0,09\%$) đến 3 ($4,89 \pm 0,04\%$) và gần như không tăng thêm khi tiếp tục chiết đến lần thứ 4 và 5 ($4,94 \pm 0,06\%$). Như vậy, phần lớn polysaccharide đã được chiết xuất sau 3 lần chiết và các lần chiết sau không mang lại hiệu suất đáng kể.

Tỷ lệ ethanol đóng vai trò quan trọng trong quá trình kết tủa polysaccharide. Việc tăng lượng ethanol làm cho độ hòa tan của polysaccharide giảm, từ đó thúc đẩy quá trình kết tủa. Kết quả cho thấy khi tăng tỷ lệ ethanol/dịch chiết từ 2:1 đến 4:1, hàm lượng PS kết tủa tăng từ $3,51 \pm 0,05$ lên đến $4,89 \pm 0,04\%$. Tỷ lệ 5:1 cho hiệu suất cao hơn nhưng không đáng kể $4,97 \pm 0,03\%$; vì vậy, chúng tôi chọn tỷ lệ 4:1 để kết tủa PS.

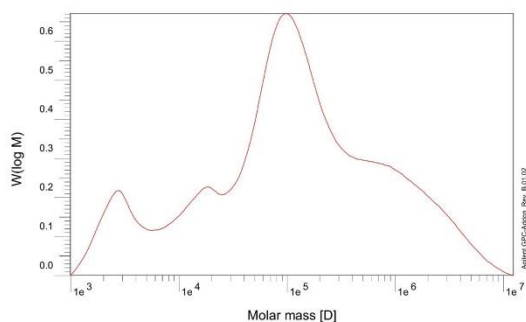
Bảng 1. Hiệu suất chiết xuất PS từ cây Ngấy hương trong điều kiện khảo sát

– Ảnh hưởng của nhiệt độ chiết					
Điều kiện: Tỷ lệ mẫu/dung môi (g/mL) 1:50; thời gian chiết 3 giờ/lần; chiết 3 lần; tỷ lệ ethanol 96%/dịch chiết (v/v) 4:1					
Nhiệt độ (°C)	60	70	80	90	100
Hàm lượng PS (%)	3,62 ± 0,04	3,92 ± 0,04	4,51 ± 0,04	4,77 ± 0,04	4,89 ± 0,04
– Ảnh hưởng của tỷ lệ mẫu/ dung môi					
Điều kiện: Nhiệt độ chiết 100 °C; thời gian chiết 3 giờ/lần; chiết 3 lần; tỷ lệ ethanol 96%/dịch chiết (v/v) 4:1					
Tỷ lệ mẫu/ dung môi (g/mL)	30	40	50	60	70
Hàm lượng PS (%)	4,31 ± 0,07	4,63 ± 0,06	4,89 ± 0,04	4,93 ± 0,06	4,91 ± 0,02
– Ảnh hưởng của thời gian chiết/ 1 lần chiết					
Điều kiện: Nhiệt độ 100 °C; tỉ lệ mẫu/dung môi (g/mL) 1:50; chiết 3 lần; tỷ lệ ethanol 96%/dịch chiết (v/v) 4:1					
Thời gian chiết (giờ)	2	3	4	5	6
Hàm lượng PS (%)	4,13 ± 0,05	4,89 ± 0,04	4,95 ± 0,07	4,60 ± 0,05	4,42 ± 0,09
– Ảnh hưởng của số lần chiết					
Điều kiện: Nhiệt độ 100 °C; tỉ lệ mẫu/dung môi (g/mL) 1:50; thời gian chiết 3 giờ/lần; tỷ lệ ethanol 96%/dịch chiết (v/v) 4:1					
Số lần chiết (lần)	2	3	4	5	
Hàm lượng PS (%)	4,28 ± 0,09	4,89 ± 0,04	4,94 ± 0,06	4,94 ± 0,06	
– Ảnh hưởng của tỷ lệ ethanol 96%: dịch chiết					
Điều kiện: Nhiệt độ 100 °C; tỉ lệ mẫu/dung môi (g/mL) 1:50; thời gian chiết 3 giờ/lần; chiết 3 lần					
Tỷ lệ ethanol 96%/ dịch chiết (v/v)	2:1	3:1	4:1	5:1	
Hàm lượng PS (%)	3,51 ± 0,05	4,69 ± 0,06	4,89 ± 0,04	4,97 ± 0,03	

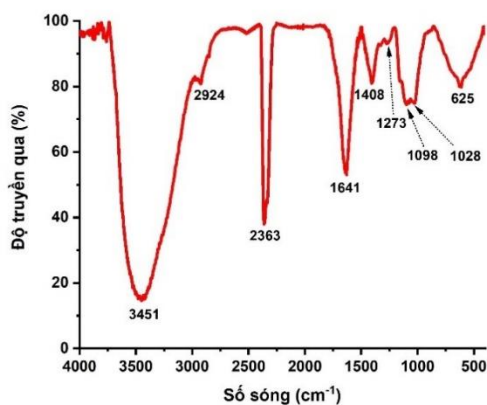
3.2 Đặc điểm của polysaccharide chiết xuất từ cây Ngấy hương

Hình 1 trình bày sắc ký đồ (thẩm thấu gel) của polysaccharide tách chiết từ cây Ngấy hương. Khối lượng phân tử trung bình của polysaccharide là khoảng 510,87 kDa với chỉ số đa phân tán (Mw/Mn) vào khoảng 27,66; đây là một phân bố khối lượng phân tử rất rộng. Điều này cho thấy mẫu polysaccharide có tính không đồng nhất cao về mặt khối lượng phân tử. Do đó, có thể kết luận rằng polysaccharide thu được là một hệ không đồng nhất, có mặt của nhiều đại phân tử với độ dài khác nhau.

Hình 2 cung cấp các thông tin phổ hồng ngoại của polysaccharide từ cây Ngấy hương. Peak nằm ở khoảng 3451 cm⁻¹ có thể được gán cho dao động hóa trị của liên kết O–H trong polysaccharide. Dải hấp thụ ở 2924 cm⁻¹ là dao động hoá trị của các liên kết C–H trong polysaccharide [21]. Các dải trong vùng 1641 cm⁻¹ là của nước liên kết bề mặt. Các đỉnh hấp thụ ở 1408, 1273, 1098 và 1028 cm⁻¹ phản ánh dao động hóa trị của liên kết C–O. Ngoài ra, dải hấp thụ đặc trưng ở 1098 cm⁻¹ cho thấy sự tồn tại của liên kết C3–OH trong đường galactose [22] và dải hấp thụ ở 1028 cm⁻¹ được gán cho các liên kết glucan loại α [23].



Hình 1. Sắc ký đồ biểu diễn khối lượng phân tử của polysaccharide từ cây Ngây hương



Hình 2. Phổ hồng ngoại của polysaccharide từ cây Ngây hương

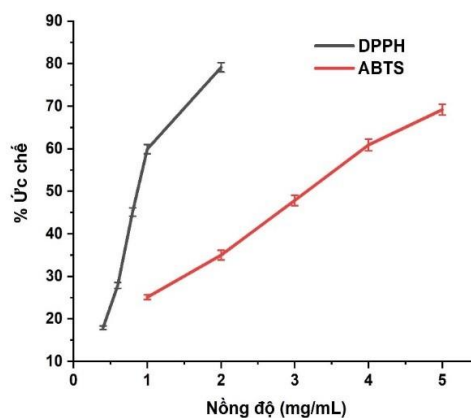
3.3 Đánh giá hoạt tính chống oxy hoá *in vitro* của polysaccharide

Tổng khả năng chống oxy hóa là một trong những chỉ số phổ biến để đánh giá hoạt tính chống oxy hoá trong các mẫu sinh học. Nguyên tắc của phương pháp TAC dựa trên khả năng khử của các ion kim loại (trong nghiên cứu này là cặp Mo(VI)/Mo(V)). Tổng hàm lượng chất chống oxy hóa của mẫu được biểu diễn bằng số mg gallic acid/g mẫu (GAE) hoặc mg ascorbic acid/g mẫu (ASE).

Kết quả cho thấy polysaccharide chiết xuất từ cây Ngây hương có khả năng chống oxy hóa đáng kể tại nồng độ 1,5 mg/mL, với giá trị TAC đạt $0,2793 \pm 0,0019$ mg GAE/g hoặc $0,1811 \pm 0,0009$ mg ASE/g. So sánh với polysaccharide từ *Ophiocordyceps sobolifera*, TAC chỉ đạt $0,1460 \pm$

0,0011 mg GAE/g, cho thấy polysaccharide từ cây Ngây hương có tiềm năng chống oxy hóa [24].

Ngoài ra, cơ chế bắt gốc tự do được xem là một cơ chế then chốt trong việc kiểm soát quá trình peroxy hóa lipid, một trong những nguyên nhân chính dẫn đến tổn thương tế bào do stress oxy hóa. Cơ chế này thường được sử dụng để đánh giá hiệu quả của các tác nhân có hoạt tính chống oxy hóa. Trong đó, hai phương pháp phổ biến là bắt gốc DPPH và ABTS, dựa trên khả năng cho điện tử hoặc nguyên tử hydro từ các chất mẫu, làm giảm cường độ hấp thụ đặc trưng của các gốc tự do DPPH• và ABTS•+. Kết quả đánh giá cho thấy polysaccharide chiết xuất từ cây Ngây hương có khả năng bắt giữ gốc tự do theo xu hướng phụ thuộc nồng độ (Hình 3). Tại nồng độ 2,0 mg/mL, hiệu suất bắt giữ gốc DPPH đạt trên 79%, trong khi khả năng trung hòa gốc ABTS đạt mức cao nhất (>69%) ở nồng độ 5,0 mg/mL.



Hình 3. Khả năng chống oxy hoá *in vitro* của polysaccharide từ cây Ngây hương trong các mô hình ABTS và DPPH

Khả năng chống oxy hóa của polysaccharide từ cây Ngây hương là khá cao, với các giá trị IC_{50} là 0,87 mg/mL đối với gốc DPPH và 3,26 mg/mL đối với gốc ABTS. Đồng thời, hoạt tính chống oxy hoá của polysaccharide được so sánh với hoạt tính của PS trong các loài nấm và được liệu đã công bố trước đây (Bảng 2). Đáng chú ý là hoạt tính bắt gốc DPPH của PS vượt trội

so với các PS thu được từ các nguồn khác nhau như PS từ *Sagittaria sagittifolia* L. (IC₅₀: 3,4 mg/mL) [25], PS từ *Prunella vulgaris* Linn (IC₅₀: 4,8 mg/mL) [26]. Ngoài ra, các polysaccharides của Ngấy hương có khả năng bắt gốc ABTS vượt trội hơn so

với PS từ *O. sobolifera* (IC₅₀: 4,83 mg/mL) [24], PS từ *C. militaris* (IC₅₀: 6,99 mg/mL) [27] và polysaccharide-protein từ *Phaeogyroporus portentosus* [28]. Từ các kết quả trên cho thấy PS từ cây Ngấy hương là chất chống oxy hoá tiềm năng.

Bảng 2. Giá trị IC₅₀ thu từ hoạt động bắt gốc tự do DPPH và ABTS của các polysaccharide từ các loài khác nhau

Mẫu	IC ₅₀ ABTS (mg/mL)	IC ₅₀ DPPH (mg/mL)	TLTK
<i>Rubus cochinchinensis</i>	3,69	0,87	Nghiên cứu này
<i>Ophiocordyceps sobolifera</i>	4,83	0,97	[24]
Rice Brans	4,3	5,2	[29]
<i>Medemia argun</i>	13,61	5,17	[30]
<i>Caulerpa lentillifera</i>	10,31	74.03	[31]
Wheat straw	6,4	2,84	[32]
<i>Lupinus angustifolius</i>	Từ 5,34 đến 8,45	–	[33]
<i>Ganoderma tsugae</i>	–	Từ 2,84 đến 12,85	[34]
<i>Physalis alkekengi</i>	6,053	1,284	[35]
<i>Bletilla striata</i>	Từ 3,157 đến 5	> 2	[36]
<i>Brasenia schreberi</i>	5,460	31,189	[37]
<i>Flammulina velutipes</i>	2,04	2,22	[38]
<i>Chaetomorpha antennina</i>	–	> 2	[39]
<i>Lycium ruthenicum</i>	–	1,42	[40]
<i>Lycium europaeum</i>	–	1,22	[41]
<i>Undaria pinnatifida</i>	0,78	1,28	[42]
<i>Diaphragma juglandis</i>	0,649	1,068	[43]
Potatoes peels	2	11,578	[44]

Khả năng chống oxy hóa của polysaccharide có mối tương quan chặt chẽ với đặc điểm cấu trúc của chúng như khối lượng phân tử, độ phân nhánh, thành phần monosaccharide và kiểu liên kết glycoside. Trong nghiên cứu này, polysaccharide thu nhận từ cây Ngấy hương có khối lượng phân tử trung bình khá cao (510,87 kDa). Khối lượng phân tử lớn có thể tạo điều kiện cho polysaccharide tương tác mạnh mẽ hơn với các phân tử gốc tự do thông qua nhiều điểm tiếp xúc trên mạch polymer. Bên cạnh đó, chỉ số đa phân tán lớn ($M_w/M_n \approx 27,66$), cho thấy sự tồn tại của hỗn hợp đa phân tử không

đồng nhất với phổ kích thước rộng. Cấu trúc như vậy có thể góp phần tạo nên hiệu quả trong việc bắt gốc tự do thông qua nhiều cơ chế khác nhau, bao gồm khả năng tạo mạng lưới chelat và khả năng cho hydrogen hoặc điện tử tại các điểm phản ứng khác nhau trong phân tử [45-47].

Bên cạnh đó, phổ hồng ngoại cho thấy sự có mặt của các nhóm hydroxyl (O–H) và C–O–C, đặc trưng cho cấu trúc polysaccharide. Đặc biệt, dải hấp thụ ở 1098 cm⁻¹ và 1028 cm⁻¹ tương ứng với đường galactose và cấu trúc α -glucan. Các nghiên cứu trước đây cũng cho thấy polysaccharide chứa thành phần đường galactose

và glucose với các liên kết α -glucopyranoside thường có hoạt tính bắt gốc tự do mạnh mẽ [45, 48].

4 Kết luận

Trong công trình này, chúng tôi đã xây dựng và tối ưu hóa quy trình chiết xuất polysaccharide từ cây Ngải hương (*Rubus cochinchinensis* Tratt.), đồng thời nghiên cứu đặc điểm cấu trúc và đánh giá hoạt tính chống oxy hóa của sản phẩm thu được. Điều kiện chiết xuất thích hợp bao gồm nhiệt độ 100 °C, thời gian chiết 3 giờ, tỷ lệ nguyên liệu/nước 1:50 (g/mL), chiết 3 lần và tỷ lệ ethanol/ dịch chiết 4:1 (v/v). Polysaccharide có khối lượng phân tử trung bình là 510,87 kDa, với chỉ số đa phân tán Mw/Mn $\approx$ 27,66, phản ánh hệ phân tử không đồng nhất về khối lượng phân tử. Phổ FT-IR xác nhận sự có mặt của đường galactose và α -glucan. Polysaccharide có hoạt tính chống oxy hoá khá tốt: tổng khả năng chống oxy hóa đạt $0,2793 \pm 0,0019$ mg GAE/g hoặc $0,1811 \pm 0,0009$ mg ASE/g và giá trị IC₅₀ thấp, 0,87 mg/mL đối với mô hình DPPH và 3,26 mg/mL với mô hình ABTS. Các giá trị này vượt trội so với nhiều nguồn polysaccharide khác đã được công bố như *Ophiocordyceps sobolifera*, *Prunella vulgaris*, hay *Cordyceps militaris*. Có thể khẳng định rằng polysaccharide chiết tách từ cây Ngải hương là hoạt chất tự nhiên giàu tiềm năng chống oxy hóa, phù hợp để phát triển thành nguyên liệu cho dược phẩm và thực phẩm chức năng.

Lời cảm ơn

Công trình này nhận được sự hỗ trợ của Trường Đại học Y – Dược, Đại học Huế, theo đề tài nghiên cứu khoa học cấp Trường Mã số: 08/25. Nghiên cứu này cũng được Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế, tài trợ theo đề tài nghiên cứu khoa học sinh viên Mã số: ĐHKH2025B-18. Các tác giả cũng ghi nhận sự hỗ trợ từ Đại học Huế

trong khuôn khổ Chương trình Nhóm Nghiên cứu tiêu biểu, Mã số: NCTB.DHH.2024.09.

Tài liệu tham khảo

1. An JP, Park EJ, Doan TP, Ryu B, Pham HTT, Oh WK. Ursane-type Triterpene Glycosides from *Rubus cochinchinensis* Exhibited Insulin-Mimetic Activities in Differentiated 3T3-L1 Adipocytes. *Natural Product Sciences*. 2024;30(1):14-30.
2. Ye H, Li C, Ye W, Zeng F, Liu F, Liu Y, et al. Medicinal Angiosperms of Rosaceae (cont. III). *Common Chinese Materia Medica: Volume 4*. 2022:145-208.
3. Lien TP, Kamperdick C, Van Sung T, Adam G. Triterpenes from *Rubus cochinchinensis*. *Phytochemistry*. 1999;50(3):463-5.
4. Thu PNA, Nhung NTA, Anh TTV. Saponin, flavonoid và acid phenolic từ cây ngải hương. *Tạp chí Dược liệu*. 2021;26(4):222 -5.
5. Wang H, Liu Y, Qi Z, Wang S, Liu S, Li X, et al. An overview on natural polysaccharides with antioxidant properties. *Current Medicinal Chemistry*. 2013;20(23):2899-913.
6. Le TH, Hoang TLH, Nguyen THC, Tran TVT, Van DTT, Bich TTN, et al. Structural Characterization and Antioxidant Properties of a Novel Polysaccharide Isolated from *Gymnopetalum cochinchinense*. *ACS omega*. 2025;10(7):7153-62.
7. Wang J-Q, Yin J-Y, Nie S-P, Xie M-Y. A review of NMR analysis in polysaccharide structure and conformation: Progress, challenge and perspective. *Food Research International*. 2021;143:110290.
8. Gericke M, Amaral AJ, Budtova T, De Wever P, Groth T, Heinze T, et al. The European Polysaccharide Network of Excellence (EPNOE) research roadmap 2040: Advanced strategies for exploiting the vast potential of polysaccharides as renewable bioresources. *Carbohydrate polymers*. 2024;326:121633.
9. Nowacka-Jechalke N, Nowak R, Juda M, Malm A, Lemieszek M, Rzeski W, et al. New biological activity of the polysaccharide fraction from *Cantharellus cibarius* and its structural characterization. *Food chemistry*. 2018;268:355-61.
10. Zhao D, Ding X, Hou Y, Hou W, Liu L, Xu T, et al. Structural characterization, immune regulation and antioxidant activity of a new heteropolysaccharide

- from *Cantharellus cibarius* Fr. International journal of molecular medicine. 2018;41(5):2744-54.
11. Bandara AR, Rapior S, Mortimer PE, Kakumyan P, Hyde KD, Xu J. A review of the polysaccharide, protein and selected nutrient content of *Auricularia*, and their potential pharmacological value. Mycosphere Journal. 2019;10(1):579-607.
12. Miao J, Regenstien JM, Qiu J, Zhang J, Zhang X, Li H, et al. Isolation, structural characterization and bioactivities of polysaccharides and its derivatives from *Auricularia*-A review. International journal of biological macromolecules. 2020;150:102-13.
13. Gong H, Li W, Sun J, Jia L, Guan Q, Guo Y, et al. A review on plant polysaccharide based on drug delivery system for construction and application, with emphasis on traditional Chinese medicine polysaccharide. International journal of biological macromolecules. 2022;211:711-28.
14. Kardošová A, Machová E. Antioxidant activity of medicinal plant polysaccharides. Fitoterapia. 2006;77(5):367-73.
15. Wang J, Hu S, Nie S, Yu Q, Xie M. Reviews on mechanisms of in vitro antioxidant activity of polysaccharides. Oxidative medicine and cellular longevity. 2016;2016(1):5692852.
16. Le Lam S, Giang CND, Minh NN, Thanh MT, Anh VHX, Le Thuy T, et al. Polysaccharide extraction from *Myxopyrum smilacifolium* trunk and its antioxidant capacity. Hue University Journal of Science: Natural Science. 2023;132(1D):63-71.
17. DuBois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebers PA, Smith F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical chemistry. 1956;28(3):350-6.
18. Nair VD, Panneerselvam R, Gopi R. 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. 2012;39:17-25.
19. Le TH, Hoang TLH, Nguyen THC, Tran TVT, Van DTT, Bich TTN, et al. Structural Characterization and Antioxidant Properties of a Novel Polysaccharide Isolated from *Gymnopetalum cochinchinense*. ACS Omega. 2025; 10(7):7153-7162.
20. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free radical biology and medicine. 1999;26(9-10):1231-7.
21. Wu F, Yan H, Ma X, Jia J, Zhang G, Guo X, et al. Comparison of the structural characterization and biological activity of acidic polysaccharides from *Cordyceps militaris* cultured with different media. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 2012;28:2029-38.
22. Sekkal M, Legrand P, Vergoten G, Dauchez M. A vibrational molecular force field of model compounds with biological interest—III. Harmonic dynamics of α - and β -D-galactose in the crystalline state. Spectrochimica Acta Part A: Molecular Spectroscopy. 1992;48(7):959-73.
23. Černá M, Barros AS, Nunes A, Rocha SIM, Delgadillo I, Čopíková J, et al. Use of FT-IR spectroscopy as a tool for the analysis of polysaccharide food additives. Carbohydrate polymers. 2003;51(4):383-9.
24. Le TH, Thi Tran TV, Tran VK, Vu Ho XA, Tran TM, Chau Nguyen DG, et al. Structural characterization of mannoglucan isolated from *Ophiocordyceps sobolifera* and its antioxidant activities. ACS omega. 2022;7(11):9397-405.
25. Zhang J, Wen C, Chen M, Gu J, Zhou J, Duan Y, et al. Antioxidant activities of *Sagittaria sagittifolia* L. polysaccharides with subcritical water extraction. International Journal of Biological Macromolecules. 2019;134:172-9.
26. Li C, Huang Q, Fu X, Yue X-J, Liu RH, You L-J. Characterization, antioxidant and immunomodulatory activities of polysaccharides from *Prunella vulgaris* Linn. International Journal of Biological Macromolecules. 2015;75:298-305.
27. Chen W, Liu G, Yang H, Zhou H, Yang H. Effects of processing treatments on the antioxidant properties of polysaccharide from *Cordyceps militaris*. International Journal of Food Engineering. 2017;13(1):20160076.
28. Karnchanatat A, Puthong S, Sihanonth P, Piapukiew J, Sangvanich P. Antioxidation and antiproliferation properties of polysaccharide-protein complex extracted from *Phaeoglyporus portentosus* (Berk. Broome) McNabb. Afr J Microbiol Res. 2013;7:1668-80.
29. Surin S, Seesuriyachan P, Thakeow P, You SG, Phimolsiripol Y. Antioxidant and antimicrobial properties of polysaccharides from rice brans. Chiang Mai J Sci. 2018;45(3):1372-82.
30. Mohammed JK, Mahdi AA, Ahmed MI, Ma M, Wang H. Preparation, deproteinization, characterization, and antioxidant activity of

- polysaccharide from *Medemia argun* fruit. International journal of biological macromolecules. 2020;155:919-26.
31. Chaiklahan R, Srinorasing T, Chirasuwan N, Tamtin M, Bunnag B. The potential of polysaccharide extracts from *Caulerpa lentillifera* waste. International Journal of Biological Macromolecules. 2020;161:1021-8.
 32. Xu X, Wu P, Wang T, Yan L, Lin M, Chen C. Synergistic effects of surfactant-assisted biodegradation of wheat straw and production of polysaccharides by *Inonotus obliquus* under submerged fermentation. Bioresource Technology. 2019;278:43-50.
 33. Thambiraj SR, Phillips M, Koyyalamudi SR, Reddy N. Antioxidant activities and characterisation of polysaccharides isolated from the seeds of *Lupinus angustifolius*. Industrial Crops and Products. 2015;74:950-6.
 34. Tseng Y-H, Yang J-H, Mau J-L. Antioxidant properties of polysaccharides from *Ganoderma tsugae*. Food Chemistry. 2008;107(2):732-8.
 35. Liu X, Bian J, Li D, Liu C, Xu S, Zhang G, et al. Structural features, antioxidant and acetylcholinesterase inhibitory activities of polysaccharides from stem of *Physalis alkekengi* L. Industrial Crops and Products. 2019;129:654-61.
 36. Chen H, Zeng J, Wang B, Cheng Z, Xu J, Gao W, et al. Structural characterization and antioxidant activities of *Bletilla striata* polysaccharide extracted by different methods. Carbohydrate Polymers. 2021;266:118149.
 37. Xiao H, Cai X, Fan Y, Luo A. Antioxidant activity of water-soluble polysaccharides from *Brasenia schreberi*. Pharmacognosy magazine. 2016;12(47): 193.
 38. Hu Y-N, Sung T-J, Chou C-H, Liu K-L, Hsieh L-P, Hsieh C-W. Characterization and antioxidant activities of yellow strain *Flammulina velutipes* (Jinhua mushroom) polysaccharides and their effects on ROS content in L929 cell. Antioxidants. 2019;8(8):298.
 39. Fernando I, Sanjeeva K, Samarakoon KW, Lee WW, Kim H-S, Kim E-A, et al. FTIR characterization and antioxidant activity of water soluble crude polysaccharides of Sri Lankan marine algae. Algae. 2017;32(1):75-86.
 40. Liu Z, Dang J, Wang Q, Yu M, Jiang L, Mei L, et al. Optimization of polysaccharides from *Lycium ruthenicum* fruit using RSM and its anti-oxidant activity. International Journal of Biological Macromolecules. 2013;61:127-34.
 41. Rjeibi I, Feriani A, Saad AB, Ncib S, Sdayria J, Hfaiedh N, et al. *Lycium europaeum* Linn as a source of polysaccharide with in vitro antioxidant activities and in vivo anti-inflammatory and hepato-nephroprotective potentials. Journal of Ethnopharmacology. 2018;225:116-27.
 42. Chen S, Sathuvan M, Zhang X, Zhang W, Tang S, Liu Y, et al. Characterization of polysaccharides from different species of brown seaweed using saccharide mapping and chromatographic analysis. BMC chemistry. 2021;15:1-11.
 43. Meng Q, Li Y, Xiao T, Zhang L, Xu D. Antioxidant and antibacterial activities of polysaccharides isolated and purified from *Diaphragma juglandis* fructus. International journal of biological macromolecules. 2017;105:431-7.
 44. Jeddou KB, Chaari F, Maktouf S, Nouri-Ellouz O, Helbert CB, Ghorbel RE. Structural, functional, and antioxidant properties of water-soluble polysaccharides from potatoes peels. Food Chemistry. 2016;205:97-105.
 45. Fernandes PA, Coimbra MA. The antioxidant activity of polysaccharides: A structure-function relationship overview. Carbohydrate Polymers. 2023;314:120965.
 46. Su Y, Li L. Structural characterization and antioxidant activity of polysaccharide from four Auriculariales. Carbohydrate Polymers. 2020;229:115407.
 47. Tomida H, Fujii T, Furutani N, Michihara A, Yasufuku T, Akasaki K, et al. Antioxidant properties of some different molecular weight chitosans. Carbohydrate research. 2009;344(13): 1690-6.
 48. Li Z, Nie K, Wang Z, Luo D. Quantitative structure activity relationship models for the antioxidant activity of polysaccharides. PLoS One. 2016;11(9):e0163536.