DOI: 10.64302/joshusc.v35n2.1427

# ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ CHIẾT ĐẾN HÀM LƯỢNG VÀ HOẠT TÍNH CHỐNG OXY HÓA CỦA POLYSACCHARIDE TỪ NGẢI CỨU DẠI (*Artemisia vulgaris* var. indica)

**Nguyễn Thị Hồng Hạnh[1], Lê Lâm Sơn[1], Trần Thanh Minh[1], Nguyễn Quang Mẫn[2], Đặng Thị Thừa Nhiên[1], Bùi Tiến Dũng[1], Võ Đăng Khánh[1], Lê Phụ Khánh[1], Lê Trung Hiếu[1*]**

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

[2] Khoa Cơ bản, Trường Đại học Y Dược, Đại học Huế

*Email: lthieu@hueuni.edu.vn

*Ngày nhận bài: 25/6/2026; ngày hoàn thành phản biện: 30/7/2026; ngày duyệt đăng: 24/8/2026*

**TÓM TẮT**

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ chiết đến hàm lượng và hoạt tính chống oxy hóa của polysaccharide từ Ngải cứu dại (*Artemisia vulgaris* var. indica). Polysaccharide được chiết bằng nước nóng từ 60 đến 100°C và định lượng bằng phương pháp phenol–sulfuric acid. Hoạt tính chống oxy hóa được đánh giá thông qua tổng năng lực chống oxy hóa (total antioxidant capacity (TAC) , khả năng bắt gốc tự do 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) và 2,2′-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS). Kết quả cho thấy hàm lượng polysaccharide tăng theo nhiệt độ chiết, từ 5,07 ± 0,11% ở 60°C lên 7,23 ± 0,04% ở 100°C. Tuy nhiên, hoạt tính chống oxy hóa đạt cao nhất ở mẫu chiết tại 80°C (PS-AV-T80) với TAC tương đương 0,3842 ± 0,0026 mg GAE/g và 0,2342 ± 0,0013 mg AAE/g dược liệu. Mẫu PS-AV-T80 cũng thể hiện khả năng bắt gốc tự do mạnh nhất với giá trị $IC_{50}$ đối với DPPH và ABTS lần lượt là 0,802 ± 0,003 mg/mL và 2,823 ± 0,027 mg/mL. Phân tích FT-IR xác nhận sự hiện diện của các nhóm chức đặc trưng của polysaccharide thực vật. Kết quả cho thấy nhiệt độ 80°C là điều kiện thích hợp để thu nhận polysaccharide từ Ngải cứu dại có hoạt tính chống oxy hóa cao.

**Từ khóa:** *Artemisia vulgaris* var. indica, ABTS, DPPH, chống oxy hóa, polysaccharide.

## 1. MỞ ĐẦU

Stress oxy hóa là tình trạng mất cân bằng giữa sự hình thành các loại oxy phản ứng (Reactive Oxygen Species, ROS) và khả năng bảo vệ của hệ thống chống oxy hóa

trong cơ thể. Sự tích lũy quá mức của các gốc tự do có thể gây tổn thương lipid màng tế bào, protein và vật chất di truyền, từ đó góp phần vào quá trình hình thành và tiến triển của nhiều bệnh mạn tính như ung thư, đái tháo đường, bệnh tim mạch và các bệnh thoái hóa thần kinh [1]. Do đó, việc tìm kiếm các hợp chất có nguồn gốc tự nhiên với khả năng chống oxy hóa hiệu quả đang là hướng nghiên cứu được quan tâm trong lĩnh vực dược liệu, thực phẩm chức năng và chăm sóc sức khỏe.

Trong số các hợp chất tự nhiên có hoạt tính sinh học, polysaccharide thực vật đã thu hút nhiều sự chú ý nhờ khả năng chống oxy hóa, điều hòa miễn dịch, chống viêm và bảo vệ tế bào trước tác động của các gốc tự do [2]**.** Nhiều nghiên cứu cho thấy hoạt tính sinh học của polysaccharide không chỉ phụ thuộc vào hàm lượng thu nhận mà còn chịu ảnh hưởng bởi các đặc tính cấu trúc như thành phần monosaccharide, khối lượng phân tử, kiểu liên kết glycosidic và mức độ phân nhánh của chuỗi phân tử [3]**.** Vì vậy, các điều kiện chiết xuất có khả năng làm thay đổi cấu trúc polysaccharide có thể ảnh hưởng đáng kể đến hoạt tính sinh học của sản phẩm thu được.

Ngải cứu dại (*Artemisia vulgaris* var. indica) là loài thực vật phân bố rộng rãi ở Việt Nam và đã được sử dụng từ lâu trong y học cổ truyền. Các nghiên cứu trước đây chủ yếu tập trung vào các nhóm hợp chất như flavonoid, hợp chất phenolic và tinh dầu, đồng thời ghi nhận nhiều hoạt tính sinh học có giá trị của loài thực vật này [4, 5]**.** Tuy nhiên, các nghiên cứu về polysaccharide từ Ngải cứu dại còn tương đối hạn chế, đặc biệt là các nghiên cứu đánh giá mối liên hệ giữa điều kiện chiết xuất với khả năng thu nhận và hoạt tính chống oxy hóa của polysaccharide

Trong quá trình chiết polysaccharide bằng nước nóng, nhiệt độ là một trong những thông số kỹ thuật quan trọng quyết định hiệu suất thu nhận và chất lượng sản phẩm. Nhiệt độ tăng có thể làm gia tăng khả năng hòa tan và khuếch tán polysaccharide từ nguyên liệu vào dung môi, từ đó nâng cao hiệu suất chiết. Tuy nhiên, nhiệt độ quá cao có thể gây biến đổi hoặc phân cắt một phần cấu trúc polysaccharide, dẫn đến sự thay đổi các đặc tính sinh học, bao gồm hoạt tính chống oxy hóa [6, 7]**.** Vì vậy, việc xác định nhiệt độ chiết thích hợp có ý nghĩa quan trọng trong việc tối ưu hóa quá trình thu nhận polysaccharide và bảo toàn hoạt tính sinh học của sản phẩm.

Trên cơ sở đó, mục tiêu của nghiên cứu này, đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ chiết đến hàm lượng polysaccharide và hoạt tính chống oxy hóa của polysaccharide từ Ngải cứu dại (*Artemisia vulgaris* var. indica) được khảo sát nhằm xác định nhiệt độ chiết phù hợp cho quá trình thu nhận polysaccharide. Qua đó cung cấp cơ sở khoa học cho việc lựa chọn điều kiện chiết thích hợp và định hướng ứng dụng nguồn dược liệu này trong lĩnh vực thực phẩm chức năng và dược liệu.

## 2. THỰC NGHIỆM

### 2.1. Nguyên liệu, hóa chất và thiết bị

Nguyên liệu Ngải cứu dại (*Artemisia vulgaris* var. indica) được thu hái tại khu vực Bạch Mã, xã Phú Lộc, thành phố Huế vào tháng 1 năm 2025. Phần trên mặt đất của cây được sử dụng làm nguyên liệu nghiên cứu. Mẫu thực vật được định danh bởi ThS. Nguyễn Việt Thắng, Khoa Sinh học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế, dựa trên các đặc điểm hình thái và đối chiếu với các tài liệu phân loại thực vật đã công bố.

Tất cả hóa chất đều đạt tiêu chuẩn phân tích: Gallic acid, ascorbic acid, (Sigma-Aldrich), phenol, D-glucose, $H_2SO_4$, $NaH_2PO_4$, $(NH_4)_2MoO_4$, acetone (Guangdong, Trung Quốc), ethanol, methanol (Việt Nam), ABST, DPPH (Merck).

Các thiết bị chính được sử dụng là máy quang phổ Jasco V-630 (Nhật Bản) và máy ly tâm (Mikro 22R, Human, Đức).

### 2.2. Chiết xuất và định lượng polysaccharide từ Ngải cứu dại

Bột Ngải cứu dại (3,0 g) được chiết hồi lưu bằng nước cất ở các nhiệt độ khảo sát 60, 70, 80, 90 và 100°C. Trong quá trình khảo sát nhiệt độ, các thông số chiết khác được giữ cố định, bao gồm tỷ lệ nguyên liệu/dung môi là 1:50 (g/mL), tương ứng với 150 mL cho một lần chiết; thời gian chiết 3 giờ cho một lần chiết và số lần chiết 3 lần. Sau khi chiết, các dịch chiết được gộp lại, lọc loại bã, cô đặc dưới áp suất giảm và điều chỉnh đến thể tích xác định. Polysaccharide được kết tủa bằng cách bổ sung ethanol 96% vào dịch chiết với tỷ lệ dịch chiết/ethanol là 1:4 (v/v) [8]. Hỗn hợp được bảo quản ở 4°C trong 12 giờ để quá trình kết tủa diễn ra hoàn toàn. Phần kết tủa được thu bằng ly tâm ở 6000 vòng/phút trong 10 phút. Sau khi kết thúc quá trình kết tủa, hỗn hợp được ly tâm để thu phần kết tủa polysaccharide và loại bỏ dịch nổi. Phần kết tủa được rửa tuần tự hai lần bằng ethanol nhằm loại bỏ các tạp chất còn lại, sau đó tiếp tục ly tâm và loại bỏ dịch rửa sau mỗi lần xử lý. Tiếp theo, kết tủa được rửa bằng acetone lạnh, ly tâm và loại bỏ dịch nổi. Cuối cùng, phần kết tủa polysaccharide được thu hồi và sấy chân không ở 40 °C đến khi đạt khối lượng không đổi [9].

Hàm lượng polysaccharide được xác định bằng phương pháp phenol – sulphuric acid với D-glucose làm chất chuẩn và đo mật độ quang ở bước sóng 490 nm [10].

### 2.3. Phương pháp đánh giá hoạt tính chống oxy hóa

#### 2.3.1. Phương pháp xác định khả năng chống oxy hóa tổng (Total antioxidant capacity)

Hoạt tính chống oxy hóa tổng của polysaccharide được đánh giá theo phương pháp phosphomolybdenum [11, 12]. Dung dịch polysaccharide được pha trong nước cất. Lấy 0,3 mL dung dịch khảo sát trộn với 3 mL thuốc thử ($H_2SO_4$ 0,6 M, $NaH_2PO_4$ 28 mM và $(NH_4)_2MoO_4$ 4 mM). Hỗn hợp phản ứng được đậy kín và ủ ở 95℃ trong 90 phút. Hỗn hợp được làm lạnh về nhiệt độ phòng và tiến hành đo mật độ quang ở bước sóng

695 nm. Lực chống oxy hóa tổng được xác định thông qua giá trị mật độ quang, mật độ quang của mẫu càng lớn thì lực chống oxy hóa càng cao. Hàm lượng chất chống oxy hóa quy tương đương (mg Gallic acid/gam dược liệu hoặc mg Ascorbic acid/gam dược liệu) được xác định thông qua phương trình hồi quy tuyến tính. Tất cả thí nghiệm được lặp lại 3 lần, giá trị được biểu diễn dưới dạng $X_{TB} \pm S$, n = 3.

**2.3.2. Phương pháp đánh giá khả năng bắt gốc tự do DPPH**

Hoạt tính chống oxy hóa của các mẫu polysaccharide được đánh giá thông qua khả năng bắt gốc tự do 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Dung dịch polysaccharide được pha trong nước cất ở các nồng độ từ 0,4 đến 2,5 mg/mL. Mẫu được trộn kỹ và siêu âm khi cần thiết nhằm thu được hệ phân tán đồng nhất trước khi tiến hành phản ứng với DPPH. Lấy 2,0 mL dung dịch mẫu trộn với 1,0 mL dung dịch DPPH (100 µg/mL trong methanol), lắc đều trong 1 phút và ủ trong bóng tối ở nhiệt độ phòng trong 30 phút. Sau thời gian phản ứng, độ hấp thụ quang của hỗn hợp được đo tại bước sóng 517 nm. Đồng thời, để loại trừ ảnh hưởng của nền mẫu, mẫu trắng tương ứng với từng nồng độ polysaccharide và cùng thành phần dung môi như mẫu phản ứng nhưng không chứa DPPH được bổ sung. Độ hấp thụ của các mẫu trắng được đo tại 517 nm và sử dụng để hiệu chỉnh phần độ hấp thụ phát sinh từ màu sắc, độ đục hoặc khả năng hấp thụ riêng của mẫu polysaccharide.

Khả năng bắt gốc tự do DPPH được đánh giá thông qua giá trị $IC_{50}$. Giá trị $IC_{50}$, càng nhỏ thì mẫu có hoạt tính càng cao [9].

Công thức tính:

$$SA_{DPPH}\ (\%) = [(Ac - As)/\ Ac] \times 100 \qquad (2.1)$$

Trong đó:

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

As: mật độ quang của mẫu khảo sát

Ac: mật độ quang của dung dịch DPPH

**2.3.3. Phương pháp đánh giá khả năng bắt gốc ABTS**

Khả năng bắt gốc ABTS được thực hiện theo phương pháp được mô tả bởi Roberta Re và cộng sự. Phương pháp được tiến hành như sau: gốc ABTS được tạo ra bằng phản ứng giữa ABTS (7 mM) và $K_2S_2O_8$ (2,45 mM) trong bóng tối ở nhiệt độ phòng trong 16 giờ. Lấy 0,1 mL dung dịch mẫu với các nồng độ khác nhau (1 – 6 mg/mL) trộn với 3,9 mL dung dịch gốc ABTS tạo ra ở trên. Độ hấp thụ quang của dung dịch sau phản ứng được đo ở bước sóng 734 nm. Mẫu trắng tương ứng với từng nồng độ polysaccharide được chuẩn bị để xác định và hiệu chỉnh độ hấp thụ nền của polysaccharide ở 734 nm. Ascorbic acid được sử dụng làm chất đối chứng dương [13].

### 2.4. Đặc điểm cấu trúc của polysaccharide

Phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FT-IR) của các mẫu polysaccharide được xác định bằng thiết bị quang phổ IRPrestige-21. Mẫu được chuẩn bị bằng cách trộn và nghiền kỹ 2 mg bột polysaccharide khô với kali bromide (KBr), sau đó ép thành viên nén có độ dày khoảng 1 mm. Phổ được ghi nhận trong khoảng số sóng 4000–400 $cm^{-1}$ với độ phân giải 8 $cm^{-1}$ nhằm xác định các nhóm chức đặc trưng trong cấu trúc của polysaccharide [14].

### 2.5. Xử lý số liệu

Tất cả các thí nghiệm được tiến hành tối thiểu ba lần độc lập. Kết quả được biểu diễn dưới dạng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn ($\bar{X} \pm S$). Dữ liệu thu thập được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel và OriginPro 8.0. Sự khác biệt giữa các nhóm được đánh giá bằng phương pháp phân tích phương sai một yếu tố (One-way ANOVA), với mức ý nghĩa thống kê được xác định khi $p < 0,05$.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ chiết đến hàm lượng polysaccharide từ Ngải cứu dại

***Bảng 1.*** Ảnh hưởng của nhiệt độ chiết đến hàm lượng polysaccharide và tổng hàm lượng chống oxy hóa của Ngải cứu dại

| Mẫu | Hàm lượng Polysaccharide (%) | TAC | |
|---|---|---|---|
| | | mg GAE /g | mg AAE/g |
| **PS-AV-T60** | 5,07 ± 0,11 | 0,3766 ± 0,0011 | 0,2304 ± 0,0006 |
| **PS-AV-T70** | 5,87 ± 0,08 | 0,3797 ± 0,0014 | 0,2319 ± 0,0007 |
| **PS-AV-T80** | 6,31 ± 0,02 | 0,3842 ± 0,0026 | 0,2342 ± 0,0013 |
| **PS-AV-T90** | 6,97 ± 0,04 | 0,3775 ± 0,0012 | 0,2309 ± 0,0006 |
| **PS-AV-T100** | 7,23 ± 0,04 | 0,3740 ± 0,0025 | 0,2291 ± 0,0013 |

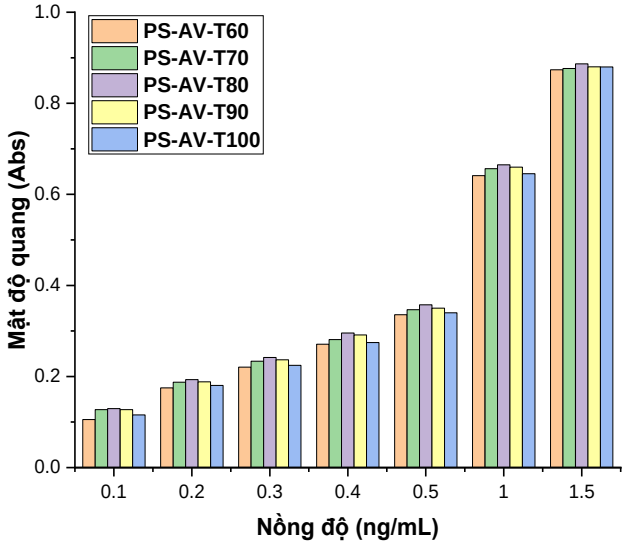
Kết quả trình bày ở Bảng 1 cho thấy hàm lượng polysaccharide thu được có sự thay đổi theo nhiệt độ chiết. Ở 60°C, hàm lượng polysaccharide đạt 5,07 ± 0,11%. Khi nhiệt độ tăng, hàm lượng polysaccharide có xu hướng tăng dần và đạt giá trị cao nhất tại 100°C (7,23 ± 0,04%) (hàm lượng PS ở các nhiệt độ từ 60°C đến 100°C là sai khác nhau khi xử lý thống kê bằng phương pháp TUKEY HSD, Anova một yếu tố với p= 0,05). Sự gia tăng hiệu suất thu hồi polysaccharide khi tăng nhiệt độ có thể được giải thích bởi sự cải thiện đồng thời nhiều quá trình hóa lý trong hệ chiết. Khi nhiệt độ tăng, độ nhớt của dung môi giảm, hệ số khuếch tán của các chất hòa tan tăng và khả năng thẩm thấu của nước vào mô thực vật được cải thiện. Những yếu tố này thúc đẩy quá trình truyền khối

giữa nguyên liệu và dung môi, làm tăng tốc độ hòa tan cũng như giải phóng polysaccharide từ thành tế bào thực vật vào môi trường chiết. Bên cạnh đó, nhiệt độ cao còn làm suy yếu các liên kết hydro và tương tác giữa polysaccharide với các thành phần cấu trúc của thành tế bào như cellulose, hemicellulose và pectin, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình tách chiết.

Kết quả này phù hợp với nhận định của Huang và Huang (2020) [15], khi cho rằng nhiệt độ là một trong những yếu tố quyết định hiệu suất thu hồi polysaccharide từ nguồn thực vật do ảnh hưởng trực tiếp đến độ hòa tan và động học khuếch tán của phân tử polysaccharide trong dung môi chiết. Tuy nhiên, hiệu suất thu hồi cao chưa đồng nghĩa với việc thu được polysaccharide có hoạt tính sinh học cao nhất. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng nhiệt độ cao có thể làm biến đổi cấu trúc không gian của polysaccharide thông qua quá trình cắt mạch hoặc thủy phân một phần các liên kết glycosidic, từ đó ảnh hưởng đến các hoạt tính sinh học của sản phẩm thu được [16, 17]. Do đó, việc đánh giá đồng thời hoạt tính chống oxy hóa là cần thiết nhằm xác định nhiệt độ chiết tối ưu cho mục đích ứng dụng sinh học.

### 3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ chiết đến hoạt tính chống oxy hóa từ polysaccharide từ Ngải cứu dại

Hoạt tính chống oxy hóa của polysaccharide từ Ngải cứu dại được đánh giá thông qua ba mô hình gồm tổng năng lực chống oxy hóa [18], khả năng bắt gốc tự do DPPH và khả năng bắt gốc tự do ABTS. Việc kết hợp nhiều phép thử giúp phản ánh toàn diện hơn năng lực chống oxy hóa của mẫu, bởi mỗi phương pháp dựa trên cơ chế phản ứng khác nhau.




***Hình 1.*** Lực chống oxy hóa tổng của polysaccharide từ Ngải cứu dại theo các nhiệt độ khảo sát

Kết quả xác định tổng năng lực chống oxy hóa bằng phương pháp phosphomolybdenum được thể hiện ở Hình 1 và Bảng 1.

Kết quả trình bày ở Hình 1 cho thấy tổng năng lực chống oxy hóa của các mẫu polysaccharide tăng dần theo nồng độ khảo sát từ 0,1 đến 0,5 mg/mL, cho thấy khả năng chống oxy hóa phụ thuộc vào nồng độ của mẫu. Ở tất cả các nồng độ khảo sát, mẫu PS-AV-T80 luôn thể hiện năng lực chống oxy hóa cao nhất ở tất cả các nhiệt độ khảo sát. Xu hướng này hoàn toàn phù hợp với kết quả xác định tổng hàm lượng chất chống oxy hóa được trình bày ở Bảng 1 (khi tiến hành quy tương đương tổng hàm lượng chất chống oxy hóa có trong mẫu dược liệu về số mg gallic acid/g mẫu hoặc ascorbic acid/g mẫu. Với phương trình hồi quy tuyến tính tương ứng của gallic acid có dạng Abs = 2,0301 $C_{GAE}$ + 0,1127 với hệ số tương quan R = 0,9991 và ascorbic acid có dạng Abs = 4,0026 $C_{AAE}$ – 0,0449 với hệ số tương quan R = 0,9985). Giá trị TAC tăng dần từ mẫu PS-AV-T60 đến PS-AV-T80 và đạt cực đại tại 80°C với giá trị tương ứng 0,3842 ± 0,0026 mg GAE/g hoặc 0,2342 ± 0,0013 mg AAE/g. Khi nhiệt độ tiếp tục tăng lên 90 và 100°C, TAC có xu hướng giảm nhẹ. Mặc dù hàm lượng polysaccharide thu nhận tăng liên tục khi nhiệt độ chiết tăng từ 60 đến 100°C, nhưng hoạt tính chống oxy hóa không biến thiên theo cùng xu hướng mà đạt giá trị cao nhất tại 80°C, sau đó giảm khi nhiệt độ tiếp tục tăng. Điều này cho thấy nhiệt độ chiết không chỉ ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi polysaccharide mà còn tác động đến các đặc tính cấu trúc liên quan đến hoạt tính sinh học của hợp chất.

Kết quả khảo sát khả năng bắt gốc tự do DPPH tiếp tục khẳng định nhận định trên. Tất cả các mẫu đều thể hiện hoạt tính phụ thuộc nồng độ, với tỷ lệ bắt gốc tự do tăng dần khi nồng độ polysaccharide tăng từ 0,4 đến 2,0 mg/mL. Trong số các mẫu khảo sát, PS-AV-T80 thể hiện hoạt tính mạnh nhất với tỷ lệ bắt gốc DPPH đạt 88,98% tại nồng độ 2,0 mg/mL và giá trị $IC_{50}$ thấp nhất là 0,802 mg/mL. Các mẫu PS-AV-T70 và PS-AV-T90 có giá trị $IC_{50}$ lần lượt là 0,886 và 0,882 mg/mL, trong khi PS-AV-T60 và PS-AV-T100 có giá trị tương ứng là 0,984 và 0,969 mg/mL. Sự chênh lệch nhỏ giữa các giá trị $IC_{50}$ ở các nhiệt độ này cho thấy hoạt tính bắt gốc DPPH có xu hướng tương đối ổn định, trong khi PS-AV-T80 vẫn thể hiện hoạt tính nổi bật nhất với $IC_{50}$ thấp nhất. Tuy nhiên, khả năng bắt gốc tự do DPPH yếu hơn ascorbic acid (khả năng bắt gốc tự do DPPH của ascorbic acid ở các nồng độ 5 µg/mL, 25 µg/mL, 50 µg/mL, 75 µg/mL và 100 µg/mL lần lượt 56,34%; 82,68%; 89,45%; 93,47% và 96,28%).

***Bảng 2.*** Tỷ lệ bắt gốc tự do DPPH của polysaccharide từ Ngải cứu dại ở các nhiệt độ khảo sát

| **Mẫu** | **Nồng độ (mg/mL)** | | | | | **$IC_{50}$ (mg/mL)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **0,4** | **0,6** | **0,8** | **1** | **2** | **n = 3** |
| **PS-AV-T60** | 18,67 ± 0,32 | 27,89 ± 0,36 | 43,23 ± 0,42 | 50,56 ± 0,38 | 68,98 ± 0,67 | 0,984 ± 0,010 |
| **PS-AV-T70** | 19,87 ± 0,28 | 28,34 ± 0,42 | 45,67 ± 0,38 | 55,78 ± 0,42 | 76,98 ± 0,72 | 0,886 ± 0,006 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **PS-AV-T80** | 20,67 ± 0,19 | 30,86 ± 0,21 | 49,87 ± 0,26 | 66,87 ± 0,32 | 88,98 ± 0,45 | 0,802 ± 0,003 |
| **PS-AV-T90** | 19,34 ± 0,36 | 28,65 ± 0,27 | 45,12 ± 0,32 | 56,98 ± 0,65 | 77,98 ± 0,35 | 0,882 ± 0,006 |
| **PS-AV-T100** | 18,36 ± 0,28 | 28,03 ± 0,31 | 43,18 ± 0,36 | 51,25 ± 0,45 | 70,87 ± 0,28 | 0,969 ± 0,011 |

**Chú thích: T60, T70, T80, T90 và T100 lần lượt tương ứng với nhiệt độ chiết 60, 70, 80, 90 và 100°C*

Xu hướng tương tự cũng được ghi nhận trong mô hình ABTS. Giá trị $IC_{50}$ giảm từ 3,636 mg/mL ở mẫu PS-AV-T60 xuống 2,823 mg/mL ở mẫu PS-AV-T80, sau đó tăng trở lại khi nhiệt độ chiết tăng lên 90 và 100°C. Giá trị $IC_{50}$ của mẫu PS-AV-T70 và PS-AV-T90 lần lượt là 3,265 và 3,238 mg/mL, trong khi PS-AV-T60 và PS-AV-T100 có giá trị lần lượt là 3,636 và 3,432 mg/mL. Điều này cho thấy hoạt tính bắt gốc ABTS giữa các mẫu ở một số mức nhiệt độ khảo sát có sự tương đồng, mặc dù mẫu PS-AV-T80 vẫn thể hiện hoạt tính nổi bật nhất. Tuy nhiên, khả năng bắt gốc ABTS của mẫu vẫn thấp hơn so với ascorbic acid. Cụ thể, ascorbic acid thể hiện khả năng bắt gốc ABTS lần lượt đạt 72,54%; 89,76%; 91,35%; 95,76% và 98,02% tại các nồng độ tương ứng 5, 25, 50, 75 và 100 μg/mL. Sự nhất quán giữa ba mô hình TAC, DPPH và ABTS cho thấy nhiệt độ 80°C là điều kiện thích hợp nhất để thu nhận polysaccharide có hoạt tính chống oxy hóa cao.

***Bảng 3.*** Tỷ lệ bắt gốc tự do ABTS của polysaccharide từ Ngải cứu dại ở các nhiệt độ khảo sát

| **Mẫu** | **Nồng độ (mg/mL)** | | | | | **$IC_{50}$ (mg/mL)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **n = 3** |
| **PS-AV-T60** | 19,23 ± 0,14 | 28,86 ± 0,32 | 41,24 ± 0,38 | 53,65 ± 0,36 | 67,86 ± 0,36 | 3,636 ± 0,022 |
| **PS-AV-T70** | 21,45 ± 0,21 | 31,34 ± 0,35 | 44,87 ± 0,54 | 59,76 ± 0,39 | 74,34 ± 0,54 | 3,265 ± 0,025 |
| **PS-AV-T80** | 24,56 ± 0,22 | 36,87 ± 0,27 | 50,65 ± 0,39 | 67,65 ± 0,42 | 83,46 ± 0,28 | 2,823 ± 0,027 |
| **PS-AV-T90** | 22,34 ± 0,27 | 32,67 ± 0,29 | 46,35 ± 0,36 | 59,25 ± 0,54 | 73,89 ± 0,38 | 3,238 ± 0,023 |
| **PS-AV-T100** | 20,56 ± 0,24 | 30,43 ± 0,34 | 43,76 ± 0,32 | 56,65 ± 0,52 | 71,23 ± 0,22 | 3,432 ± 0,023 |

**Chú thích: T60, T70, T80, T90 và T100 lần lượt tương ứng với nhiệt độ chiết 60, 70, 80, 90 và 100°C*

Kết quả này có thể được giải thích dựa trên sự thay đổi cấu trúc phân tử của polysaccharide dưới tác động của nhiệt độ. Ở nhiệt độ thấp (60–70°C), quá trình giải phóng polysaccharide từ nguyên liệu chưa hoàn toàn, dẫn đến hàm lượng và hoạt tính

sinh học còn hạn chế. Khi nhiệt độ tăng đến khoảng 80°C, quá trình hòa tan và giải phóng polysaccharide diễn ra hiệu quả hơn, đồng thời cấu trúc phân tử vẫn được bảo toàn ở mức độ phù hợp, tạo điều kiện thuận lợi cho khả năng cho electron hoặc nguyên tử hydro để trung hòa các gốc tự do.

Ngược lại, ở nhiệt độ cao hơn (90–100°C), mặc dù hiệu suất thu hồi tiếp tục tăng nhưng hoạt tính chống oxy hóa lại giảm. Hiện tượng này có thể liên quan đến sự suy giảm một phần cấu trúc chức năng của polysaccharide do tác động nhiệt kéo dài. Nhiệt độ cao có khả năng gây thủy phân các liên kết glycosidic, làm thay đổi khối lượng phân tử, mức độ phân nhánh và cấu trúc bậc cao của polysaccharide. Nhiều nghiên cứu gần đây cho thấy các biến đổi cấu trúc này có thể làm giảm khả năng cho electron và khả năng tương tác với các gốc tự do, dẫn đến suy giảm hoạt tính chống oxy hóa.

So sánh với các polysaccharide đã được công bố từ các nguồn tự nhiên khác cho thấy polysaccharide từ Ngải cứu dại sở hữu hoạt tính chống oxy hóa tương đối tốt. Mẫu PS-AV-T80 có giá trị $IC_{50}$ đối với DPPH là 0,80 mg/mL, thấp hơn polysaccharide từ *Undaria pinnatifida* (1,28 mg/mL) [19] và tương đương với polysaccharide từ *Gymnopetalum cochinchinense* (0,83 mg/mL) [20]. Đối với mô hình ABTS, giá trị $IC_{50}$ đạt 2,82 mg/mL, thấp hơn đáng kể so với polysaccharide từ *Brasenia schreberi* (5,46 mg/mL) [21] và *Sagittaria sagittifolia* (4,50 mg/mL) [22]. Những kết quả này chứng minh polysaccharide từ Ngải cứu dại là nguồn hợp chất tự nhiên có tiềm năng chống oxy hóa đáng chú ý.

Từ các kết quả thu được có thể nhận thấy nhiệt độ chiết tối ưu không phải là nhiệt độ cho hiệu suất thu hồi polysaccharide cao nhất mà là nhiệt độ tạo được sự cân bằng giữa hiệu suất chiết và khả năng bảo tồn cấu trúc hoạt tính của polysaccharide. Trong điều kiện nghiên cứu này, 80°C được xác định là nhiệt độ thích hợp nhất để thu nhận polysaccharide từ Ngải cứu dại có hoạt tính chống oxy hóa cao, đồng thời là cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo về đặc điểm cấu trúc và các hoạt tính sinh học chuyên sâu của hợp chất này.

### 3.3. Đặc điểm cấu trúc

Để xác định các nhóm chức đặc trưng trong cấu trúc polysaccharide thu nhận từ Ngải cứu dại, mẫu PS-AV-T80 được phân tích bằng phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR). Kết quả được trình bày ở Hình 3.

Phổ FTIR của mẫu PS-AV-T80 xuất hiện dải hấp thụ rộng và mạnh tại số sóng 3267 $cm^{-1}$, đặc trưng cho dao động kéo giãn của liên kết O–H. Đây là tín hiệu điển hình của polysaccharide thực vật do sự hiện diện với mật độ cao của các nhóm hydroxyl trong các đơn vị monosaccharide cấu thành chuỗi polymer. Độ rộng của dải hấp thụ này cho thấy sự hình thành hệ thống liên kết hydro nội phân tử và liên phân tử tương đối mạnh, một đặc điểm thường gặp ở các polysaccharide có nguồn gốc thực vật.

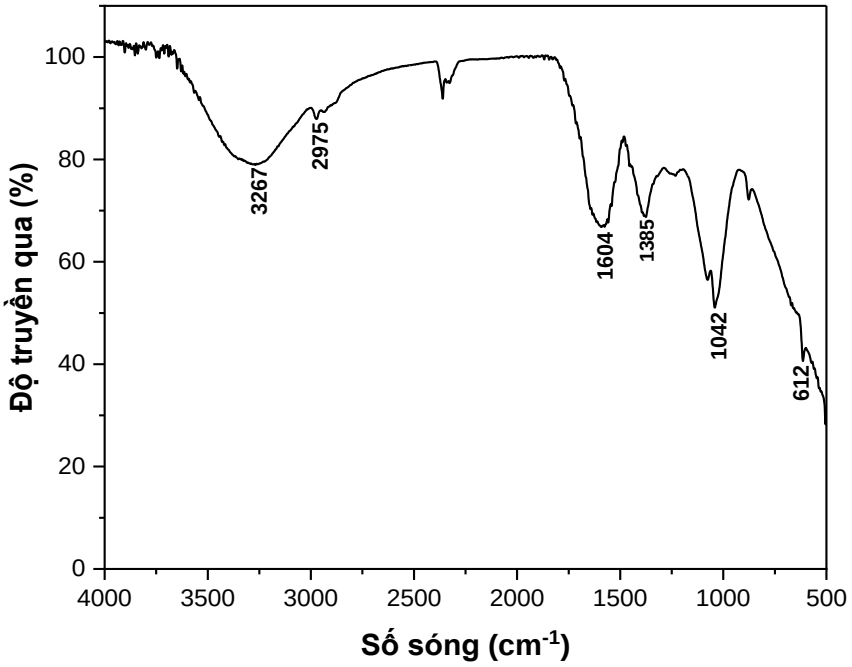
Đỉnh hấp thụ tại 2975 $cm^{-1}$ được gán cho dao động kéo giãn của liên kết C–H trong các nhóm methyl và methylene của khung carbohydrate [23, 24]. Sự xuất hiện của tín hiệu này khẳng định sự hiện diện của bộ khung hydrocarbon đặc trưng của các đơn vị đường trong cấu trúc polysaccharide.

Tín hiệu hấp thụ tương đối rõ tại 1604 $cm^{-1}$ có thể liên quan đến dao động kéo giãn bất đối xứng của nhóm carboxylate (–COO–) hoặc dao động của nhóm carbonyl (C=O) trong các acid uronic [25]. Sự xuất hiện của đỉnh này cho thấy polysaccharide từ Ngải cứu dại có khả năng chứa một lượng nhất định các đơn vị đường acid hoặc các nhóm chức oxy hóa. Nhiều nghiên cứu cho thấy sự hiện diện của acid uronic có thể góp phần nâng cao khả năng chống oxy hóa thông qua việc tăng mật độ nhóm chức có khả năng cho electron hoặc tạo phức với các ion kim loại xúc tác phản ứng oxy hóa.

Đỉnh hấp thụ tại 1385 $cm^{-1}$ được quy cho dao động biến dạng của liên kết C–O–H đối xứng của nhóm carboxylate [18]. Tín hiệu này tiếp tục củng cố nhận định về sự tồn tại của các nhóm chức chứa oxy trong cấu trúc polysaccharide.

Vùng hấp thụ mạnh nhất của phổ nằm tại 1042 $cm^{-1}$. Đây là vùng đặc trưng của các polysaccharide và thường được gán cho dao động kéo giãn của các liên kết C–O, C–O–C và C–OH trong vòng pyranose [26]. Sự xuất hiện của đỉnh hấp thụ mạnh ở khu vực này là bằng chứng quan trọng xác nhận bản chất carbohydrate của mẫu nghiên cứu. Đồng thời, tín hiệu này cũng cho thấy sự tồn tại của các liên kết glycosidic kết nối giữa các đơn vị monosaccharide trong chuỗi polysaccharide.

Ngoài ra, phổ FTIR còn xuất hiện tín hiệu tại 612 $cm^{-1}$. Mặc dù cường độ không lớn, vùng hấp thụ này thường liên quan đến dao động biến dạng ngoài mặt phẳng của liên kết C–O hoặc dao động đặc trưng của một số cấu trúc vòng trong polysaccharide [23]. Nhìn chung, phổ FTIR của PS-AV-T80 thể hiện đầy đủ các tín hiệu đặc trưng của một polysaccharide có nguồn gốc thực vật, bao gồm sự hiện diện nổi bật của các nhóm hydroxyl, liên kết C–H aliphatic, nhóm carboxyl/carboxylate và hệ liên kết glycosidic. Các nhóm chức giàu oxy này được xem là những vị trí hoạt động quan trọng tham gia vào cơ chế chống oxy hóa thông qua khả năng cho proton hoặc electron để trung hòa các gốc tự do. Điều này góp phần giải thích hoạt tính chống oxy hóa đáng kể của mẫu PS-AV-T80 trong các mô hình TAC, DPPH và ABTS.




***Hình 2.*** Phổ IR của PS-AV-T80

## 4. KẾT LUẬN

Nhiệt độ chiết ảnh hưởng đáng kể đến hàm lượng và hoạt tính chống oxy hóa của polysaccharide từ Ngải cứu dại. Hàm lượng polysaccharide tăng từ 5,07 ± 0,11% lên 7,23 ± 0,04% khi nhiệt độ tăng từ 60 lên 100 °C. Tuy nhiên, mẫu polysaccharide thu nhận ở 80°C thể hiện hoạt tính chống oxy hóa cao nhất với TAC đạt 0,3842 ± 0,0026 mg GAE/g và 0,2342 ± 0,0013 mg AAE/g dược liệu, cùng giá trị $IC_{50}$ đối với DPPH và ABTS lần lượt là 0,802 ± 0,003 mg/mL và 2,823 ± 0,027 mg/mL. Phân tích FT-IR cho thấy mẫu polysaccharide mang các nhóm chức đặc trưng của polysaccharide thực vật. Kết quả nghiên cứu xác định 80°C là nhiệt độ chiết thích hợp để thu nhận polysaccharide từ Ngải cứu dại có hoạt tính chống oxy hóa cao, tạo cơ sở cho các nghiên cứu và ứng dụng tiếp theo trong lĩnh vực dược liệu và thực phẩm chức năng.

## LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế, tài trợ theo đề tài nghiên cứu khoa học sinh viên Mã số: ĐHKH2026B-027. Các tác giả cũng ghi nhận sự hỗ trợ từ Đại học Huế trong khuôn khổ Chương trình Nhóm Nghiên tiêu biểu, Mã số: NCTB.DHH.2024.09.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] P. Newsholme, V. F. Cruzat, K. N. Keane, R. Carlessi, and P. I. H. de Bittencourt Jr. (2016). Molecular mechanisms of ROS production and oxidative stress in diabetes. Biochemical Journal, 473(24), 4527-4550.

[2] X. Liu, L. Huang, X. Zhang, and X. Xu. (2025). Polysaccharides with antioxidant activity: Extraction, beneficial roles, biological mechanisms, structure-function relationships, and future perspectives: A review. International Journal of Biological Macromolecules, 300, 140221.

[3] N. Chen *et al.* (2024). The relationship between polysaccharide structure and its antioxidant activity needs to be systematically elucidated. International Journal of Biological Macromolecules, 270, 132391.

[4] N. X. Dũng, V. V. Nam, H. T. Huóng, and P. A. Leclercq. (1992). Chemical composition of the essential oil of *Artemisia vulgaris* L. var. indica Maxim. from Vietnam. Journal of Essential Oil Research, 4(4), 433-434.

[5] Đ. T. Lợi. (2004). Những cây thuốc và vị thuốc Việt Nam. Nhà xuất bản Y học.

[6] P. A. Fernandes and M. A. Coimbra. (2023). The antioxidant activity of polysaccharides: A structure-function relationship overview. Carbohydrate Polymers, 314, 120965.

[7] Q. Li *et al.* (2024). A comparison study on structure-function relationship of polysaccharides obtained from sea buckthorn berries using different methods: Antioxidant and bile acid-binding capacity. Food Science and Human Wellness, 13(1), 494-505.

[8] L. T. H. Nguyễn Quang Mẫn, Lê Lâm Sơn, Trần Thanh Minh, Hồ Xuân Anh Vũ, Lê Thị Diệu Ái, Lương Quang Huy, Lê Thị Kim Dung, Lê Thị Mỹ Linh, Trần Thị Văn Thi. (2022). Tối ưu hóa quá trình chiết polysaccharide từ Nấm Trắng sữa và hoạt tính chống oxy hóa. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế, 20(2), 11-23.

[9] T. H. Le *et al.* (2023). Unfolding the structure of polysaccharide isolated from *Myxopyrum smilacifolium* leaves toward a robust antioxidant. Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre, 29, 100347.

[10] M. DuBois, K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers, and F. Smith. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical chemistry, 28(3), 350-356.

[11] P. Prieto, M. Pineda, and M. Aguilar. (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. Analytical biochemistry, 269(2), 337-341.

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

[13] R. Re, N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang, and C. Rice-Evans. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free radical biology and medicine, 26(9-10), 1231-1237.

[14] Z. Hu, H. Zhou, J. Zhao, J. Sun, M. Li, and X. Sun. (2020). Microwave-assisted extraction, characterization and immunomodulatory activity on RAW264. 7 cells of polysaccharides from *Trichosanthes kirilowii* Maxim seeds. International journal of biological macromolecules, 164, 2861-2872.

[15] H. Huang and G. Huang. (2020). Extraction, separation, modification, structural characterization, and antioxidant activity of plant polysaccharides. Chemical biology & drug design, 96(5), 1209-1222.

[16] X. Lu. (2023). Changes in the structure of polysaccharides under different extraction methods. EFood, 4(2).

[17] S. Feng *et al.* (2022). Optimization of extraction process, structure characterization, and antioxidant activity of polysaccharides from different parts of *Camellia oleifera* Abel. Foods, 11(20), 3185.

[18] B. C. Lim *et al.* (2023). An Immunomodulatory Polysaccharide–Protein Complex Isolated from the *Polypore Fungus Royoporus* badius. Journal of Fungi, 9(1), 87.

[19] S. Chen *et al.* (2021). Characterization of polysaccharides from different species of brown seaweed using saccharide mapping and chromatographic analysis. BMC chemistry, 15(1), 1.

[20] H. T. L. Huong *et al.* (2025). Ảnh hưởng của nhiệt độ chiết đến hàm lượng và hoạt tính chống oxy hóa in vitro của polysaccharide từ cây Dây cứt quạ-*Gymnopetalum cochinchinense.* Hue University Journal of Science: Natural Science, 134(1A), 143-150.

[21] H. Xiao, X. Cai, Y. Fan, and A. Luo. (2016). Antioxidant activity of water-soluble polysaccharides from *Brasenia schreberi*. Pharmacognosy magazine, 12(47), 193.

[22] J. Gu, H. Zhang, H. Yao, J. Zhou, Y. Duan, and H. Ma. (2020). Comparison of characterization, antioxidant and immunological activities of three polysaccharides from *Sagittaria sagittifolia* L. Carbohydrate polymers, 235, 115939.

[23] Z. Movasaghi, S. Rehman, and D. I. ur Rehman. (2008). Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy of biological tissues. Applied spectroscopy reviews, 43(2), 134-179.

[24] T. Hong, J.-Y. Yin, S.-P. Nie, and M.-Y. Xie. (2021). Applications of infrared spectroscopy in polysaccharide structural analysis: Progress, challenge and perspective. Food chemistry: X, 12, 100168.

[25] F. Bi, S. J. Mahmood, M. Arman, N. Taj, and S. Iqbal. (2007). Physicochemical characterization and ionic studies of sodium alginate from *Sargassum terrarium* (brown algae). Physics and Chemistry of Liquids, 45(4), 453-461.

[26] M. Kacurakova, P. Capek, V. Sasinkova, N. Wellner, and A. Ebringerova. (2000). FT-IR study of plant cell wall model compounds: pectic polysaccharides and hemicelluloses. Carbohydrate polymers, 43(2), 195-203.

# EFFECT OF EXTRACTION TEMPERATURE ON THE YIELD AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF POLYSACCHARIDES FROM *Artemisia vulgaris* var. indica

**Nguyen Thi Hong Hanh[1], Le Lam Son[1], Tran Thanh Minh[1], Nguyen Quang Man[2], Dang Thi Thua Nhien[1], Bui Tien Dung[1], Vo Đang Khanh[1], Le Phu Khanh[1], Le Trung Hieu[1*]**

[1] Faculty of Chemistry, University of Sciences, Hue University

[2] Faculty of Basic Sciences, University of Medicine and Pharmacy, Hue University

*Email: lthieu@hueuni.edu.vn

**ABSTRACT**

This study investigated the influence of extraction temperature on the yield and antioxidant activity of polysaccharides isolated from *Artemisia vulgaris* var. indica. Polysaccharides were extracted using hot water at temperatures ranging from 60 to 100°C and quantified by the phenol–sulfuric acid method. Antioxidant properties were evaluated through total antioxidant capacity (TAC), 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity, and 2,2′-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) radical scavenging activity. The results demonstrated that polysaccharide yield increased progressively with extraction temperature, rising from 5.07 ± 0.11% at 60°C to 7.23 ± 0.04% at 100°C. However, antioxidant activity did not follow the same trend. The polysaccharide fraction extracted at 80°C (PS-AV-T80) exhibited the strongest antioxidant potential, with TAC values equivalent to 0.3842 ± 0.0026 mg gallic acid equivalents (GAE)/g and 0.2342 ± 0.0013 mg ascorbic acid equivalents (AAE)/g of dry material. Moreover, PS-AV-T80 showed the lowest $IC_{50}$ values for DPPH and ABTS radical scavenging activities, at 0.802 ± 0.003 mg/mL and 2.823 ± 0.027 mg/mL, respectively. Fourier-transform infrared (FT-IR) spectroscopy confirmed the characteristic functional groups of plant-derived polysaccharides, including hydroxyl, carboxyl, and glycosidic linkages. These findings indicate that extraction temperature significantly affects both the recovery and bioactivity of polysaccharides from *A. vulgaris* var. indica, and that 80°C represents the optimal extraction temperature for obtaining polysaccharides with superior antioxidant activity.

**Keywords:** *Artemisia vulgaris* var. indica, antioxidant activity, ABTS, DPPH, polysaccharides.