

ĐÁNH GIÁ HOẠT TÍNH CHỐNG OXY HOÁ CỦA ACID SALAZINIC TỪ CAO CHIẾT ĐỊA Y *Parmotrema tinctorum*

Nguyễn Phi Nhung*, Phạm Tuấn Thành, Hồ Minh Thu, Nguyễn Thị Thu Trâm

Trường Đại học Y Dược Cần Thơ

*Email: 2053030079@student.ctump.edu.vn

Ngày nhận bài: 11/02/2024

Ngày phản biện: 19/03/2024

Ngày duyệt đăng: 25/03/2024

TÓM TẮT

Đặt vấn đề: Acid salazinic là một depsidone có chứa vòng lacton, được tìm thấy ở một số loài địa y và phổ biến ở chi *Parmotrema*. Acid salazinic sở hữu nhiều hoạt tính sinh học hấp dẫn như hoạt tính kháng khuẩn, kháng nấm, kháng ung thư và kiểm soát đường huyết... Các nghiên cứu đánh giá hoạt tính chống oxy hoá của acid này còn rất hạn chế, đặc biệt tại Việt Nam. **Mục tiêu nghiên cứu:** Đánh giá hoạt tính chống oxy hoá của acid salazinic phân lập từ địa y mọc tại Việt Nam. **Đối tượng và phương pháp nghiên cứu:** Acid salazinic phân lập từ cao chiết acetone của địa y *Parmotrema tinctorum*. Hoạt tính chống oxy hoá được đánh giá bằng phương pháp khử gốc tự do DPPH, phương pháp bắt gốc tự do ABTS^{•+}, phương pháp khử sắt reducing power (RP) và phương pháp chống oxy hoá tổng (TAC). **Kết quả:** Acid salazinic thể hiện khả năng chống oxy hóa khi được khảo sát bằng phương pháp DPPH, ABTS, RP và TAC có giá trị IC₅₀ hay OD_{0,5} lần lượt IC₅₀ 2381,53 ± 22,13 µg/mL, IC₅₀ 3154,99 ± 87,47 µg/mL, OD_{0,5} 1572,11 ± 17,17 µg/mL, OD_{0,5} 1499,50 ± 35,76 µg/mL. **Kết luận:** Acid salazinic thể hiện tiềm năng chống oxy hóa bằng nhiều phương pháp đánh giá khác nhau, hứa hẹn là nguồn hoạt chất chống oxy hoá hữu hiệu cho các nghiên cứu ứng dụng tiếp theo.

Từ khóa: Địa y, acid salazinic, chống oxy hoá.

ABSTRACT

EVALUATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF SALAZINIC ACID FROM THE LICH EXTRACT *Parmotrema tinctorum*

Nguyen Phi Nhung*, Pham Tuan Thanh, Ho Minh Thu, Nguyen Thi Thu Tram

Can Tho University of Medicine and Pharmacy

Background: Salazinic acid is a depsidone containing a lactone ring, found in some lichen species and commonly in the genus *Parmotrema*. Salazinic acid possesses many attractive biological activities such as antibacterial, antifungal, anticancer and blood sugar control activities... Studies have evaluated the antioxidant activity of this acid is still very limited, especially in Vietnam.

Objectives: To Evaluate of antioxidant activity of salazinic acid isolated from lichen growing in Vietnam. **Materials and methods:** Salazinic acid isolated from acetone extract of the lichen *Parmotrema tinctorum*. Antioxidant activity was evaluated by DPPH free radical scavenging method, ABTS^{•+} free radical scavenging method, reducing power method (RP), and total antioxidant capacity method (TAC). **Results:** Salazinic acid shows antioxidant ability when investigated by DPPH, ABTS, RP and TAC methods with IC₅₀ or OD_{0,5} values respectively IC₅₀ 2381.53 ± 22.13 µg/mL, IC₅₀ 3154, 99 ± 87.47 µg/mL, OD_{0,5} 1572.11 ± 17.17 µg/mL, OD_{0,5} 1499.50 ± 35.76 µg/mL. **Conclusion:** Salazinic acid shows its antioxidant potential using many different evaluation methods, promising to be an effective source of antioxidants for further applied research.

Keywords: Lichen, salazinic acid, antioxidant.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong cơ thể con người luôn tồn tại một hệ cân bằng giữa gốc tự do và chất chống gốc tự do. Tuy nhiên, khi cơ thể tiếp xúc với nhiều tác nhân gây hại bên ngoài như môi trường ô nhiễm, hít nhiều khói bụi, hóa chất, nhiễm xạ, tinh thần stress, căng thẳng kéo dài... sẽ làm cho hệ thống cân bằng bị rối loạn, gia tăng thêm nhiều gốc tự do và mất dần khả năng sản sinh chất chống oxy hóa đưa đến hàng loạt các bệnh tật liên quan như tim mạch, tiêu đường, ung thư, lão hoá nhanh [1]. Vì vậy việc tìm kiếm các nguồn nguyên liệu tự nhiên có khả năng chống oxy hoá, trung hoà gốc tự do để bổ sung vào thực phẩm, dược mỹ phẩm ngày càng được quan tâm.

Việt Nam được đánh giá có tiềm năng lớn về địa y trong khu vực Đông Nam Á, do có thể mạnh là diện tích đất đai rộng lớn cùng với khí hậu nhiệt đới phù hợp cho địa y phát triển, nhất là ở vùng nhiệt đới ẩm (Tây Nguyên). Việc nghiên cứu các loài địa y được sử dụng làm dược phẩm, mỹ phẩm, thực phẩm, xà phòng, nước hoa... đang ngày càng được quan tâm. Các nghiên cứu sử dụng acid salazinic được chiết xuất từ địa y *Parmotrema tinctorum* được biết đến với vai trò là chất chống oxy hóa cũng như chất bảo vệ khỏi tác động của ánh sáng, giúp địa y tồn tại trong điều kiện khắc nghiệt [2]. Theo G. Amo de Paz và cộng sự (2010), acid salazinic, acid stictic và acid usnic phân lập từ địa y thuộc chi *Xanthoparmelia* có khả năng bảo vệ thần kinh thông qua khả năng chống lại stress oxy hóa. Điều này cho thấy có thể sử dụng chúng làm tác nhân chống oxy hóa trong các rối loạn thoái hóa thần kinh liên quan đến tổn thương oxy hóa như bệnh Alzheimer và bệnh Parkinson [3]. Tuy nhiên, mức độ nghiên cứu về khả năng chống oxy hoá của acid salazinic được phân lập từ địa y Việt Nam vẫn còn hạn chế. Vì vậy, nghiên cứu được thực hiện với mục tiêu đánh giá hoạt tính chống oxy hoá của acid salazinic một cách tổng quan hơn bằng 4 phương pháp khác nhau: phương pháp khử gốc tự do DPPH, phương pháp bắt gốc tự do ABTS^{•+}, phương pháp khử sắt reducing power (RP) và phương pháp chống oxy hoá tổng (TAC).

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Acid salazinic phân lập từ cao chiết acetone của địa y *Parmotrema tinctorum* trong nghiên cứu của Nguyễn Thị Thu Trâm và cộng sự, được bảo quản tại Phòng nghiên cứu – Khoa Khoa Học Cơ Bản – Trường Đại học Y Dược Cần Thơ [4].

2.2. Dung môi, hóa chất

1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) (Sigma, USA), gallic acid (Trung Quốc), dimethyl sulfoxide (DMSO) (Sigma, USA), 2,2'-azinobis-3-ethylbenzthiazolin-6-sulfonic (ABTS), ascorbic acid (vitamin C), ethanol 70%, ethanol 96%, methanol, trichloroacetic acid (Sigma, USA), potassium hexacyanoferrate ($K_3Fe(CN)_6$), sodium dihydrogen phosphate (NaH_2PO_4), sodium hydrogen phosphate (Na_2HPO_4), iron trichloride ($FeCl_3$), potassium persulfate ($K_2S_2O_8$).

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Khảo sát hoạt tính chống oxy hóa của acid salazinic

- **Phương pháp khử gốc tự do DPPH:** Khả năng loại bỏ gốc tự do DPPH của acid salazinic được thực hiện theo Sharma *et al.*, 2009 [5]. Hỗn hợp phản ứng gồm 100 μ L DPPH 0,1 mM và 100 μ L acid salazinic pha trong dung môi DMSO (ở nồng độ từ 0 - 5000 μ g/mL) ủ trong tối 30°C trong thời gian 30 phút, đo độ hấp thụ quang ở bước sóng 517 nm.

Đối chứng dương sử dụng là acid gallic ở các nồng độ 0; 0,15; 0,3; 0,45; 0,6 $\mu\text{g/mL}$. Kết quả hoạt tính chống oxy hóa của acid salazinic được biểu diễn bằng giá trị EC_{50} (Effective Concentration of 50%).

Hoạt tính chống oxy hóa được tính theo công thức:

$$(\%) = \frac{A_c - A_t}{A_c} \times 100$$

Trong đó:

A_c : Giá trị hấp thu quang phổ của mẫu đối chứng

A_t : Giá trị hấp thu quang phổ của mẫu thử

Từ kết quả tính được và nồng độ mẫu, xây dựng phương trình đường tuyến tính giữa nồng độ mẫu thử và hoạt tính chống oxy hóa có dạng $y = ax + b$, thay giá trị $y = 50$, tính được giá trị IC_{50} (nồng độ có khả năng khử 50% DPPH của mẫu). Giá trị IC_{50} càng nhỏ tương ứng với hoạt tính chống oxy hóa càng mạnh và ngược lại.

- **Phương pháp bắt gốc tự do ABTS⁺ (acid 2,2'-azinobis-3-ethylbenzthiazolin-6-sulfonic)**: Hoạt động loại bỏ gốc tự do ABTS⁺ thực hiện theo Nenadis *et al.*, 2004 có hiệu chỉnh [6]. Chuẩn bị dung dịch ABTS⁺: 2 mL dung dịch ABTS 7 mM và 2 mL dung dịch $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 2,45 mM, ủ trong bóng tối 12 - 16 giờ, sau đó pha loãng bằng ethanol (khoảng 50 lần), điều chỉnh độ hấp thu ở bước sóng 734 nm đến $0,7 \pm 0,05$. Tiến hành cho 100 μL ABTS⁺ vào 100 μL acid salazinic (ở nồng độ từ 0 - 5000 $\mu\text{g/mL}$). Hỗn hợp phản ứng được ủ trong tối thời gian 6 phút. Sau đó, đo độ hấp thu quang phổ ở bước sóng 734 nm. Đối chứng dương được sử dụng là vitamin C ở các nồng độ 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1 $\mu\text{g/mL}$. Kết quả hoạt tính chống oxy hóa của các cao chiết được biểu diễn bằng giá trị EC_{50} .

- **Phương pháp reducing power – RP**: Năng lực khử sắt (RP) được thực hiện theo Ferreira *et al.*, 2007 [7]. Hỗn hợp phản ứng gồm 0,5 mL acid salazinic (ở nồng độ từ 0 - 2000 $\mu\text{g/mL}$), 0,5 mL đệm phosphat (0,2 M, pH = 6,6) và 0,5 mL $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 1%. Sau đó hỗn hợp phản ứng được ủ ở 50°C trong 20 phút, thêm 0,5 mL CCl_3COOH 10% rồi ly tâm 3000 vòng/phút trong 10 phút. Nhẹ nhàng rút 0,5 mL lớp dịch trên cho vào 0,5 mL nước cất và 0,1 mL FeCl_3 0,1%, lắc đều. Đo độ hấp thu quang phổ của hỗn hợp phản ứng ở bước sóng 700 nm. Chất đối chứng dương sử dụng là vitamin C ở các nồng độ 0; 1,5; 3; 5; 7,5; 10 $\mu\text{g/mL}$. Hiệu quả chống oxy hóa của acid salazinic ở các nồng độ khác nhau được so sánh với chất chuẩn bằng cách sử dụng nồng độ mà tại đó chất chuẩn ($\mu\text{g/mL}$) có giá trị $\text{OD} = 0,5$ ($\text{OD}_{0,5}$).

- **Phương pháp chống oxy hóa tổng (total antioxidant capacity - TAC)**: Phương pháp dựa trên sự khử của Mo (VI) về Mo (V) thể hiện qua sự tạo phức Mo (V) – phosphat màu xanh lá ở pH acid (Prieto P *et al.*, 1999 [8]). Tiến hành cho 100 μL acid salazinic (ở nồng độ từ 0 - 2000 $\mu\text{g/mL}$) và 100 μL dung dịch phosphomolybden. Các hỗn hợp trên được ủ ở 95°C trong 90 phút, sau đó tiến hành đo giá trị độ hấp thu quang ở bước sóng 695 nm. Đối chứng dương sử dụng là vitamin C ở các nồng độ 0; 10; 20; 30; 40; 50 $\mu\text{g/mL}$. Hiệu quả chống oxy hóa của acid salazinic ở các nồng độ khác nhau được so sánh với chất chuẩn bằng cách sử dụng nồng độ mà tại đó chất chuẩn hay mẫu thử ($\mu\text{g/mL}$) có giá trị $\text{OD} = 0,5$ ($\text{OD}_{0,5}$).

- **Phương pháp xử lý số liệu**: Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean (số trung bình) \pm SEM (sai số chuẩn của số trung bình). Đồ thị được vẽ bằng phần mềm Excel 2010.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Phương pháp khử gốc tự do DPPH

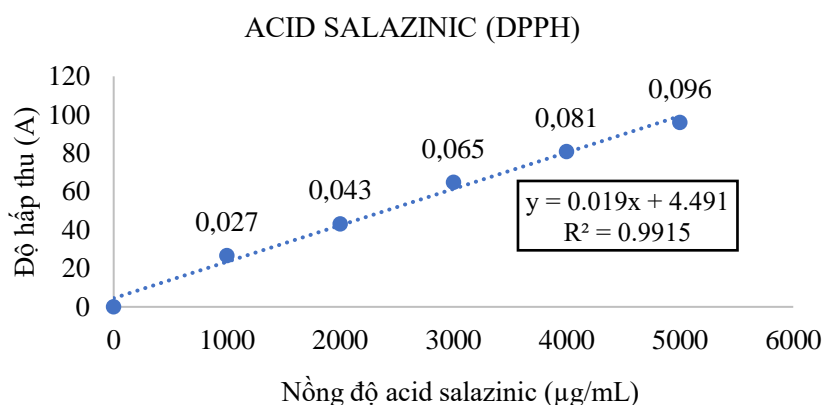
Khả năng trung hòa gốc tự do DPPH (%) và hàm lượng chất chống oxy hóa tương đương acid gallic ($\mu\text{g/mL}$) được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Khả năng trung hòa gốc tự do DPPH và hàm lượng chất chống oxy hóa tương đương acid gallic ($\mu\text{g/mL}$)

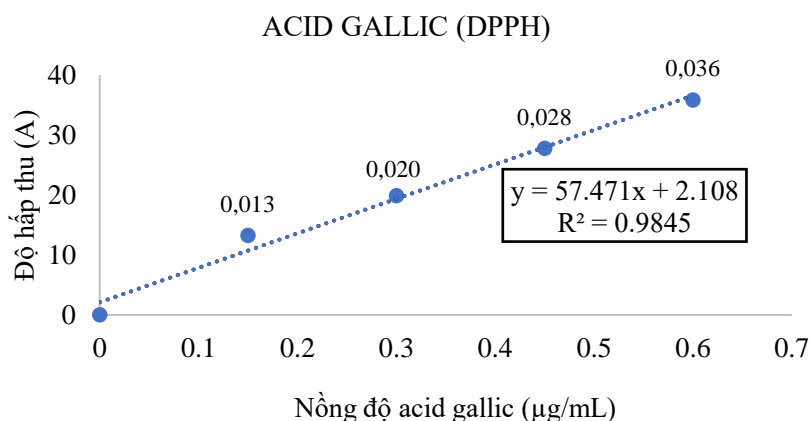
Nồng độ acid salazinic ($\mu\text{g/mL}$)	Khả năng khử gốc tự do DPPH (%)	Hàm lượng chất chống oxy hóa tương đương ($\mu\text{g/mL}$)
1000	$26,703 \pm 0,481^e$	$13,250 \pm 0,832$
2000	$43,178 \pm 0,530^d$	$19,872 \pm 0,553$
3000	$64,807 \pm 1,336^c$	$27,790 \pm 1,119$
4000	$80,793 \pm 0,815^b$	$35,833 \pm 1,031$
5000	$96,006 \pm 1,303^a$	-

Ghi chú: Các giá trị có mẫu tự theo sau trong cùng một cột giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5%. “-” là không xác định.

Nhận xét: Kết quả ở Bảng 1 cho thấy hàm lượng chất chống oxy hóa tương đương acid gallic ($\mu\text{g/mL}$) tăng từ $13,250 \pm 0,832 \mu\text{g/mL}$ lên $35,833 \pm 1,031 \mu\text{g/mL}$ với hiệu quả làm sạch gốc tự do DPPH tăng từ $26,703 \pm 0,481\%$ lên $96,006 \pm 1,303\%$. Hiệu quả chống oxy hóa của acid salazinic dựa trên hiệu quả trung hòa gốc tự do DPPH được tính tương đương $\mu\text{g/mL}$ acid gallic dựa vào đường chuẩn $y = 0,019x + 4,491$ ($R^2 = 0,9915$). Kết quả acid salazinic có giá trị $IC_{50} = 2381,53 \pm 22,13 \mu\text{g/mL}$, giá trị này của chất chuẩn acid gallic là $0,83 \pm 0,02 \mu\text{g/mL}$.



Hình 1. Hoạt tính chống oxy hóa của acid salazinic ở các nồng độ khảo sát theo phương pháp DPPH



Hình 2. Hoạt tính chống oxy hóa của acid gallic ở các nồng độ khảo sát theo phương pháp DPPH

3.2. Phương pháp bắt gốc tự do ABTS^{•+}

Khả năng chống oxy hóa của acid salazinic được khảo sát dựa trên hàm lượng chất chống oxy hóa có trong acid salazinic, được tính tương đương $\mu\text{g/mL}$ vitamin C. Hiệu quả trung hòa gốc tự do của acid salazinic tăng từ $20,399 \pm 1,242\%$ ở nồng độ $1000 \mu\text{g/mL}$ đến $74,295 \pm 1,11\%$ ở nồng độ $5000 \mu\text{g/mL}$. Khả năng chống oxy hóa cũng như hiệu quả trung hòa gốc tự do của acid salazinic được so sánh dựa vào giá trị IC_{50} . Giá trị IC_{50} của cao chiết được tính dựa vào phương trình hồi quy tuyến tính trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Phương trình hồi quy tuyến tính hiệu suất trung hòa gốc tự do ABTS^{•+} và IC_{50}

Mẫu	Phương trình hồi quy tuyến tính	IC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)
Acid salazinic	$y = 0,0147x + 3,6358$ ($R^2 = 0,9899$)	$3154,99 \pm 87,47^b$
Vitamin C	$y = 67,14x + 1,3983$ ($R^2 = 0,996$)	$0,73 \pm 0,07^a$

Ghi chú: Các giá trị có mẫu tự theo sau trong cùng một cột giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5%.

Nhận xét: Kết quả nghiên cứu cho thấy giá trị IC_{50} của acid salazinic là $3154,99 \pm 87,47 \mu\text{g/mL}$ có khả năng trung hòa gốc tự do ABTS^{•+} thấp hơn so với của vitamin C ($\text{IC}_{50} = 0,73 \pm 0,07 \mu\text{g/mL}$) khác biệt ý nghĩa thống kê mức 5%.

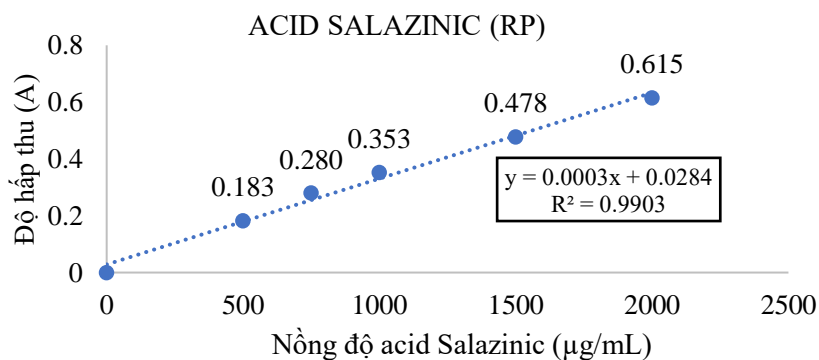
3.3. Phương pháp reducing power - RP

Bảng 3. Hiệu quả trung hòa dựa trên năng lực khử sắt của acid salazinic

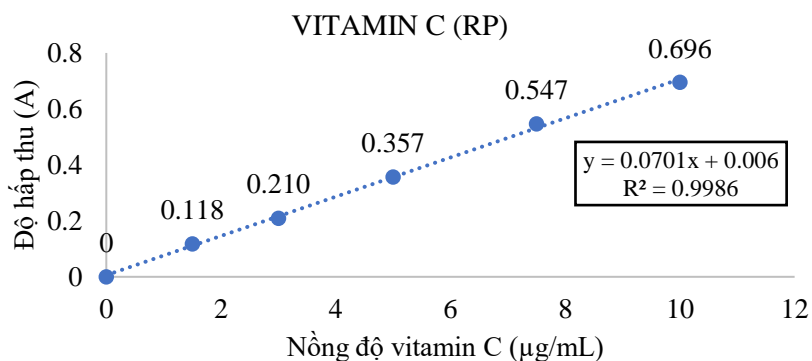
Nồng độ acid salazinic ($\mu\text{g/mL}$)	Khả năng trung hòa dựa trên năng lực khử sắt (%)	Hàm lượng chất chống oxy hóa tương đương ($\mu\text{g/mL}$)
500	$0,183 \pm 0,011^c$	$0,118 \pm 0,013$
750	$0,280 \pm 0,007^d$	$0,210 \pm 0,022$
1000	$0,353 \pm 0,006^c$	$0,357 \pm 0,016$
1500	$0,478 \pm 0,004^b$	$0,547 \pm 0,013$
2000	$0,615 \pm 0,002^a$	$0,696 \pm 0,011$

Ghi chú: Các giá trị có mẫu tự theo sau trong cùng một cột giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5%.

Nhận xét: Theo sự tăng dần nồng độ từ 500 đến 2000 $\mu\text{g/mL}$ thì độ hấp thu quang phổ của acid salazinic cũng tăng dần. Điều đó chứng tỏ nồng độ của acid salazinic tỉ lệ thuận với độ hấp thu quang phổ. Cụ thể ở acid salazinic, hàm lượng chất chống oxy hóa tương đương là vitamin C tăng từ $0,118 \pm 0,013 \mu\text{g/mL}$ lên $0,696 \pm 0,011 \mu\text{g/mL}$ với hiệu quả trung hòa dựa trên năng lực khử sắt tăng từ $0,183 \pm 0,011\%$ lên $0,615 \pm 0,002\%$. Kết quả cho thấy năng lực khử của acid salazinic và vitamin C có giá trị $\text{OD}_{0,5}$ lần lượt là $1572,11 \pm 17,17$ và $7,04 \pm 0,12$.



Hình 3. Hoạt tính chống oxy hóa của acid salazinic ở các nồng độ khảo sát theo phương pháp RP



Hình 4. Hoạt tính chống oxy hóa của vitamin C ở các nồng độ khảo sát theo phương pháp RP

3.4. Phương pháp chống oxy hoá tổng (TAC)

Hoạt tính chống oxy hóa tổng được xác định dựa trên việc khử Mo (VI) thành Mo (V) bằng các hợp chất chống oxy hóa và hình thành phức hợp phosphat/Mo (V) màu xanh trong phương pháp phosphomolybdenum. Hiệu quả trung hòa dựa trên năng lực khử phosphomolybdenum của acid salazinic được so sánh dựa vào giá trị OD_{0,5} được trình bày trong Bảng 4.

Bảng 4. Năng lực khử phosphomolybdenum của acid salazinic và vitamin C

Mẫu	Phương trình hồi quy tuyến tính	Giá trị OD _{0,5}
Acid salazinic	$y = 0,0004x - 0,0998$ ($R^2 = 0,9938$)	$1499,50 \pm 35,76^b$
Vitamin C	$y = 0,023x - 0,2$ ($R^2 = 0,9957$)	$30,35 \pm 0,67^a$

Ghi chú: Các giá trị có mẫu tự theo sau trong cùng một cột giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5%.

Nhận xét: Khi nồng độ acid salazinic tăng từ 0 - 2000 µg/mL thì hàm lượng chất chống oxy hóa cũng tăng từ $0,052 \pm 0,029$ µg/mL lên $0,981 \pm 0,054$ µg/mL với hiệu quả trung hòa dựa trên năng lực khử Phosphomolybdenum tăng từ $0,086 \pm 0,002\%$ lên $0,716 \pm 0,002\%$.

IV. BÀN LUẬN

Theo nghiên cứu của Kuma. TK và cộng sự (2023) khả năng chống oxy hoá của acid salazinic được phân lập từ địa y *Hypotrachyna cirrhata* được thực hiện *in vitro* bằng các phương pháp phổ biến như khử gốc tự do ABTS, DPPH cho thấy hoạt tính đáng kể với khả năng loại bỏ 80% gốc ABTS^{•+} và hơn 50% khả năng loại bỏ gốc DPPH ở nồng độ 2 mg/mL [9].

Phương pháp khử gốc tự do DPPH được tiến hành khảo sát vì đây hiện là phương pháp được ứng dụng phổ biến và rộng rãi trong đánh giá hoạt tính chống oxy hoá của các hợp chất cũng như các cao chiết được phân lập từ dược liệu. Phương pháp DPPH được xem là một trong những phương pháp so màu chuẩn và dễ dàng để đánh giá các đặc tính chống oxy hóa của các hợp chất. Nhóm nghiên cứu chọn phương pháp chống oxy tổng dựa trên sự tương đồng với phương pháp reducing power – RP và khả năng ứng dụng rộng rãi của phương pháp. Trong nghiên cứu này, phương pháp khử gốc tự do DPPH cho thấy khả năng chống oxy hoá acid salazinic thấp hơn so với chất đối chứng acid gallic với giá trị IC₅₀ lần lượt là $2381,53 \pm 22,13$ µg/mL và $0,83 \pm 0,02$ µg/mL. Đối với phương pháp TAC, acid salazinic cũng cho hoạt tính chống oxy hoá thấp hơn khi so với chất chuẩn vitamin C phù hợp với nghiên cứu của Selvaraj. G và cộng sự (2015), acid salazinic thể hiện phần trăm ức chế thấp hơn so với chất chuẩn acid tannic trong cả hai phương pháp được thử nghiệm là

DPPH và TAC. Cụ thể tại nồng độ 500 $\mu\text{g/mL}$, acid salazinic thể hiện phần trăm ức chế là $9,22 \pm 0,20\%$ và giá trị IC_{50} là $974,66 \pm 30,69 \mu\text{g/mL}$ đối với phương pháp DPPH. Tương tự đối với phương pháp TAC, acid salazinic có hoạt tính chống oxy hóa tổng là $117,08 \pm 0,84$ ít hơn so với acid tannic ($187,21 \pm 80,27$) [10].

Theo nghiên cứu của Manojlović. N và cộng sự (2012), cho thấy acid salazinic thể hiện hoạt tính khử gốc DPPH mạnh hơn acid protocetraric. Giá trị IC_{50} là $91,57 \mu\text{g/mL}$ đối với acid salazinic và $119,10 \mu\text{g/mL}$ đối với acid protocetraric [12]. Có sự khác biệt giữa nghiên cứu này so với nghiên cứu của Manojlović. N do sự khác nhau về nồng độ acid salazinic, điều kiện tiến hành thí nghiệm và chất đối chứng dương được sử dụng.

Phương pháp bắt gốc tự do $\text{ABTS}^{\bullet+}$ có cùng cơ chế hoạt động với phương pháp khử gốc tự do DPPH. Khả năng khử $\text{ABTS}^{\bullet+}$ của một chất chống oxy hóa thể hiện ở mức độ làm giảm màu của dung dịch ABTS, xác định được bằng cách đo độ hấp thụ ở bước sóng cực đại 734 nm. Kết quả của nghiên cứu này cho thấy, giá trị IC_{50} của acid salazinic là $3154,99 \pm 87,47 \mu\text{g/mL}$ cao hơn so với chất chuẩn là vitamin C, giá trị IC_{50} là $0,73 \pm 0,07 \mu\text{g/mL}$. Tuy nhiên theo nghiên cứu của Killari. KN và cộng sự (2023), kết quả hoạt tính chống oxy hóa của acid salazinic cho thấy giá trị IC_{50} thấp đáng kể là $121,47 \pm 4,53 \mu\text{g/mL}$ tương ứng so với vitamin C là $168,99 \pm 12,86 \mu\text{g/mL}$ [11]. Theo nghiên cứu của Killari. KN, acid salazinic được tiến hành ở các nồng độ 25 - 100 $\mu\text{g/mL}$ và độ hấp thụ được đo ở bước sóng 750 nm khác biệt so với nghiên cứu của chúng tôi.

Phương pháp khử sắt reducing power hiện là phương pháp khá phổ biến, cho kết quả so màu khá rõ ràng và dễ dàng để đánh giá hoạt tính chống oxy hoá. Khi tiến hành phương pháp RP kết quả cho thấy năng lực khử của acid salazinic và vitamin C có giá trị $\text{OD}_{0,5}$ lần lượt là $1572,11 \pm 17,17$ và $7,04 \pm 0,12$. Điều đó chứng tỏ acid salazinic có năng lực khử kém hơn so với vitamin C. Cũng theo nghiên cứu của Manojlović. N và cộng sự (2012), acid salazinic lại thể hiện khả năng khử lớn hơn chất chuẩn là vitamin C và acid usnic khi tiến hành phương pháp RP do nghiên cứu này được tiến hành theo Oyaizu (1986) nên có những khác biệt trong điều kiện thí nghiệm [12].

Acid salazinic thể hiện hoạt tính chống oxy hoá trung bình khi được khảo sát bằng bốn phương pháp DPPH, ABTS, RP và TAC.

V. KẾT LUẬN

Nghiên cứu cho thấy acid salazinic thể hiện khả năng chống oxy hóa trong mô hình TAC với $\text{OD}_{0,5}$ $1499,50 \pm 35,76 \mu\text{g/mL}$, RP với $\text{OD}_{0,5}$ $1572,11 \pm 17,17 \mu\text{g/mL}$, DPPH với IC_{50} $2381,53 \pm 22,13 \mu\text{g/mL}$ và ABTS với IC_{50} $3154,99 \pm 87,47 \mu\text{g/mL}$. Kết quả nghiên cứu này cho thấy acid salazinic phân lập từ cao chiết acetone của địa y *Parmotrema tinctorum* có tiềm năng chống oxy hóa, hứa hẹn ứng dụng cho ngành Hoá học cũng như Y dược học.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Khanh, N. C., & Nam, N. H. Stress oxy hóa với bệnh tật, *Tạp chí Nhi khoa*. 2022. 15(1).
2. Manojlović, Nedeljko, et al. Chemical composition of three Parmelia lichens and antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities of some their major metabolites. *Phytomedicine* 19.13 2012. 19(13), 1166-1172, doi: 10.1016/j.phymed.2012.07.012.
3. De Paz, G. Amo, et al. HPLC isolation of antioxidant constituents from Xanthoparmelia spp. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 2010. 53(2), 165-171, doi: 10.1016/j.jpba.2010.04.013.
4. Nguyen, Tram Thi Thu, et al. Photoprotective activity of lichen extracts and isolated compounds in Parmotrema tinctorum. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 2021. 11(5), 12653-12661, doi:10.33263/BRIAC115.1265312661.

5. Sharma, Om P., and Tej K. Bhat. DPPH antioxidant assay revisited. *Food chemistry* . 2009. 1202-1205, doi: 10.1016/j.foodchem.2008.08.008.
 6. Nenadis, Nikolaos, et al. Estimation of scavenging activity of phenolic compounds using the ABTS•+ assay. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2004. 52(15), 4669-4674. doi:10.1021/jf0400056.
 7. Ferreira, Isabel CFR, et al. Free-radical scavenging capacity and reducing power of wild edible mushrooms from northeast Portugal: Individual cap and stipe activity. *Food chemistry*. 2007. 100(4), 1511-1516, doi: 10.1016/j.foodchem.2005.11.043.
 8. Prieto, Pilar, Manuel Pineda, and Miguel Aguilar. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Analytical biochemistry*. 1999. 269(2), 337-341, doi: 10.1006/abio.1999.4019.
 9. Kumar, Tatapudi Kiran, et al. Salazinic Acid and Norlobaridone from the Lichen *Hypotrachyna cirrhata*: Antioxidant Activity, α -Glucosidase Inhibitory and Molecular Docking Studies. *Molecules*. 2023. 28(23), 7840, doi: 10.3390/molecules28237840.
 10. Selvaraj, G., A. Tinabaye, and R. Ananthi. In vitro antioxidant activities of Salazinic acid and its derivative hexaacetylsalazinic acid. *International Journal of Research in Engineering and Technology*. 2015, 4(2), 345-355.
 11. Killari, Kishore Naidu, et al. Salazinic acid attenuates male sexual dysfunction and testicular oxidative damage in streptozotocin-induced diabetic albino rats. *RSC advances*. 2023. 13(19), 12991-13005, doi: 10.1039/D3RA01542D.
 12. Manojlović, Nedeljko, et al. Chemical composition of three *Parmelia* lichens and antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities of some their major metabolites. *Phytomedicine*. 2012. 19(13), 1166-1172, doi: 10.1016/j.phymed.2012.07.012.
-