

CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF ARGEMONE MEXICANA L.

Le Thi Bích Hien^{1*}, Doan Quoc Tuan¹, Le Trong Nhan¹, Nguyen Trong Hieu²

¹University of Medicine and Pharmacy - Hue University

²Thua Thien Hue Department of Health

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 07/8/2023 Revised: 30/8/2023 Published: 13/9/2023	The extracts from <i>Argemone mexicana</i> L. have been reported to exhibit anti-inflammatory, antimicrobial effects, etc. This plant has been used in traditional medicine at Asian countries such as India, Philippines, Vietnam. The study was carried out to elucidate the chemical composition and antioxidant effect of the extracts of <i>A. mexicana</i> leaves. Total phenolic and flavonoid content was quantified by spectrophotometry using Folin-Ciocalteu and AlCl₃ reagents. The antioxidant effect was assessed by the DPPH free radical scavenging model. The TPC and TFC were found to be highest in the ethyl acetate extract (114.16 ± 1.29 mg GAE/g extract and 109.58 ± 0.58 mg QE/g extract, respectively). The ethyl acetate extract also exhibited the most potential DPPH free radical scavenging capability among the extracts with an IC₅₀ value of 34.88 ± 0.32 µg/mL. The study has provided information on the chemical composition and biological activity of <i>A. mexicana</i>, which is the basis for investigating natural compounds possessing good antioxidant activity from this plant.
KEYWORDS Phenolic Flavonoid DPPH <i>Argemone mexicana</i> Antioxidant	

THÀNH PHẦN HÓA HỌC VÀ HOẠT TÍNH CHỐNG OXY HÓA CỦA CÂY CÀ DẠI HOA VÀNG (ARGEMONE MEXICANA L.)

Lê Thị Bích Hiền^{1*}, Đoàn Quốc Tuấn¹, Lê Trọng Nhân¹, Nguyễn Trọng Hiếu²

¹Trường Đại học Y Dược - ĐH Huế

²Sở Y tế Thừa Thiên Huế

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 07/8/2023 Ngày hoàn thiện: 30/8/2023 Ngày đăng: 13/9/2023	Các cao chiết từ cây Cà đại hoa vàng (<i>A. mexicana</i> L.) đã được báo cáo có hoạt tính kháng viêm, kháng vi sinh vật... Loại cây này được sử dụng trong y học cổ truyền một số nước châu Á như Ấn Độ, Philippine, Việt Nam. Nghiên cứu nhằm mục đích làm sáng tỏ thành phần hóa học và hoạt tính chống oxy hóa của các cao chiết từ lá cây Cà đại hoa vàng. Hàm lượng phenolic và flavonoid toàn phần được định lượng bằng kỹ thuật đo quang với thuốc thử Folin-Ciocalteu và AlCl₃. Khả năng quét gốc tự do DPPH được sử dụng để xác định hoạt tính chống oxy hóa. Cao chiết ethyl acetate có hàm lượng phenolic tổng và flavonoid toàn phần lớn nhất (tương đương 114,16 ± 1,29 mg GAE/g cao và 109,58 ± 0,58 mg QE/g cao). Cao ethyl acetate cũng cho thấy khả năng quét gốc DPPH tốt nhất trong các phân đoạn với IC₅₀ 34,88 ± 0,32 µg/mL. Kết quả nghiên cứu cung cấp thông tin về thành phần hóa học và hoạt tính sinh học của cây Cà đại hoa vàng, là cơ sở cho việc tìm kiếm các hợp chất tự nhiên có hoạt tính chống oxy hóa tốt từ loài cây này.
TỪ KHÓA Phenolic Flavonoid DPPH <i>Argemone mexicana</i> Chống oxy hóa	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.8502>

* Corresponding author. Email: ltbhien@huemed-univ.edu.vn

1. Giới thiệu

Thông kê cho thấy ở các quốc gia công nghiệp, khoảng 60% các thuốc hiện nay có nguồn gốc từ hợp chất thiên nhiên hoặc chất chuyển hóa của chúng [1]. Do vậy, thực vật là nguồn tài nguyên phong phú để nghiên cứu, tìm ra các hợp chất có giá trị và tiềm năng trong phát triển thuốc mới. Chi *Argemone* hiện phân bố ở Bắc Mỹ và Nam Mỹ, châu Úc, một số vùng thuộc châu Phi và Châu Á [2]. Các hợp chất đã được phân lập và xác định cấu trúc của chi này chủ yếu là các alkaloid, ngoài ra còn có các nhóm chất flavonoid, phenolic, tinh dầu, saponin... [3]-[5]. Các loài *Argemone* đã được báo cáo có tác dụng chống oxy hóa, kháng viêm... [4], [6], [7]. Các cao chiết từ cây *A. mexicana* đã cho thấy hoạt tính kháng viêm, kháng vi sinh vật... [4]. Loài cây này còn được dùng trong y học cổ truyền của một số quốc gia châu Á như Ấn Độ, Philippine. Ở Việt Nam, toàn cây Cà đại hoa vàng được dùng phối hợp chữa bệnh gan, hoặc ép toàn cây dùng uống, bã đắp ngoài trị rắn cắn [8].

Các gốc tự do đã được báo cáo là có liên quan đến một số bệnh như đái tháo đường, rối loạn thoái hóa thần kinh (bệnh Parkinson, Alzheimer), xơ vữa động mạch, tăng huyết áp, đục thủy tinh thể, viêm khớp dạng thấp và các bệnh ung thư khác nhau (ung thư đại trực tràng, tuyến tiền liệt, vú, phổi, bàng quang) [9], [10]. Phenolic và flavonoid là các nhóm chất phổ biến trong thực vật, được xem là một trong những nhóm chất chống oxy hóa tự nhiên quan trọng nhất thông qua khả năng trung hòa các gốc tự do [11]. Chế độ ăn giàu polyphenol đã thu hút được sự quan tâm đáng kể của các nhà nghiên cứu nhờ tác dụng chống oxy hóa mạnh mẽ nhằm ngăn ngừa các tình trạng bệnh lý liên quan [12]. Kết quả định tính về thành phần hóa học của loài Cà đại hoa vàng xác định sự có mặt của nhóm flavonoid và phenolic. Vì vậy, nghiên cứu này định lượng phenolic tổng (TPC), flavonoid toàn phần (TFC) và khả năng quét gốc tự do DPPH của loài cây này nhằm cung cấp cơ sở khoa học cho việc chiết xuất phân lập các phân đoạn, hợp chất sở hữu tác dụng chống oxy hóa tiềm năng.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Lá cây *A. mexicana* L. được thu hái tại huyện Hướng Hóa, tỉnh Quảng Trị và được định danh tại Bảo tàng Thiên nhiên Việt Nam.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Chiết xuất

Cân 20 g bột lá cây Cà đại hoa vàng, chiết siêu âm với methanol (MeOH) ở nhiệt độ thường, với thời gian 3 giờ trong 3 lần, loại dung môi và thu được 3,245 g cao MeOH. Cao này được phân tán vào nước, chiết phân đoạn lần lượt với *n*-hexane, chloroform và ethyl acetate. Các dịch chiết được cô đuổi dung môi thu được: cao *n*-hexane (0,445 g), cao chloroform (0,768 g), cao ethyl acetate (0,809 g) và cao nước (1,012 g).

2.2.2. Định lượng phenolic tổng

Nguyên tắc của việc định lượng dựa vào phản ứng oxy hóa các hợp chất phenolic bằng thuốc thử Folin-Ciocalteu tạo thành phức hợp có màu [13]. Thuốc thử Folin-Ciocalteu là một hỗn hợp gồm natri wolframát và natri molybdat, khi có mặt phenolic sẽ xảy ra phản ứng oxy hóa khử, các nhóm -OH trong phenolic sẽ được chuyển thành nhóm quinol tạo thành phức hợp có màu. Nồng độ phenolic tỷ lệ thuận với cường độ màu. Phối hợp 0,2 mL dịch chiết mẫu thử với 0,8 mL nước cất và 1 mL Folin-Ciocalteu 10%. Lắc đều và để yên trong 5 phút, thêm 2,5 mL dung dịch Na_2CO_3 7,5%. Tiếp tục lắc đều và để yên trong 30 phút trước khi xác định độ hấp thụ quang ở 760 nm (UV-VIS Shimadzu V630, Nhật Bản). Mỗi thí nghiệm được tiến hành lặp lại 3 lần. Chất chuẩn được sử dụng là gallic acid.

Cách tính toán giá trị TPC:

$$TPC = \frac{C \times k \times V}{m} \quad (1)$$

TPC: hàm lượng phenolic tổng (mg GAE/g cao chiết).

C: nồng độ phenolic trong cao chiết dựa vào đường chuẩn acid gallic (mg/mL).

V: Thể tích dịch chiết pha mẫu thử (mL).

k: Hệ số pha loãng.

m: Khối lượng cao trong mẫu thử (mg).

2.2.3. Định lượng flavonoid toàn phần

Nguyên tắc của việc định lượng dựa vào phản ứng với $AlCl_3$ [14]. Khi cho $AlCl_3$ vào dịch chiết có chứa flavonoid thì Al^{3+} sẽ thay thế các H^+ ở các nhóm $-OH$ liên kề hoặc cách 1 carbon tạo thành phức có màu, có độ hấp thụ cực đại ở bước sóng 428 nm. Hàm lượng flavonoid tổng được tính dựa vào độ hấp thụ của mẫu thử và đường hồi quy tuyến tính sử dụng quercetin làm chất chuẩn. Phối hợp 0,5 mL dung dịch $AlCl_3$ 2% và 0,5 mL nước cất vào 1 mL dịch chiết mẫu thử. Lắc đều, để yên 10 phút trước khi đo quang ở 428 nm. Mỗi thí nghiệm lặp lại 3 lần.

Cách tính toán giá trị TFC:

$$TFC = \frac{C \times k \times V}{m} \quad (2)$$

TFC: Hàm lượng flavonoid tổng (mg QE/g cao chiết).

C: Nồng độ flavonoid trong cao chiết dựa vào đường chuẩn quercetin (mg/mL).

V: Thể tích dịch chiết pha mẫu thử (mL).

k: Hệ số pha loãng.

m: Khối lượng cao trong mẫu thử (mg).

2.2.4. Xác định hoạt tính chống oxy hóa

Hoạt tính chống oxy hóa được xác định theo phương pháp quét gốc tự do DPPH [15]. DPPH là một gốc tự do bền, dung dịch có màu tím, bước sóng cực đại hấp thụ tại 517 nm. Các chất có khả năng chống oxy hóa sẽ trung hòa gốc DPPH bằng cách cho hydrogen, làm giảm độ hấp thụ tại bước sóng cực đại và màu của dung dịch phản ứng sẽ nhạt dần, chuyển từ tím sang vàng nhạt. Tiến hành phối hợp 1 mL dung dịch DPPH 0,135 mM với 1 mL dung dịch mẫu thử, lắc đều và ủ trong điều kiện không có ánh sáng 30 phút ở nhiệt độ phòng. Dung dịch sau khi ủ được đo quang ở 517 nm. Quercetin được sử dụng làm đối chứng dương. Mẫu trắng là MeOH. Khả năng trung hòa gốc tự do DPPH (I%) được xác định theo công thức sau:

$$I\% = \frac{A_{dc} - A_t}{A_{dc}} \times 100 \quad (3)$$

A_{dc} : Độ hấp thụ của mẫu chứng.

A_t : Độ hấp thụ của mẫu thử.

Giá trị IC_{50} được tính toán dựa vào phương trình tuyến tính giữa nồng độ của mẫu thử và giá trị I%.

2.2.5. Xử lý số liệu

Số liệu được phân tích ANOVA bằng phần mềm IBM SPSS Statistic version 22.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Hàm lượng phenolic tổng

Kết quả xác định hàm lượng TPC được trình bày trong Bảng 1, dựa trên đường chuẩn acid gallic: $y = 0.0043x - 0.0311$ với hệ số $R^2 = 0.999$. Trong các phân đoạn, cao ethyl acetate có hàm lượng TPC lớn nhất ($114,16 \pm 1,29$ mg GAE/g cao) và thấp nhất ở cao *n*-hexane ($33,26 \pm 0,29$ mg GAE/g cao).

Bảng 1. Hàm lượng phenolic tổng của các cao chiết cây Cà đại hoa vàng

Cao chiết	Khối lượng (mg)	TPC trung bình ¹ (mg GAE/g cao)
Methanol	19,9	77,60 ± 0,12 ^a
<i>n</i> -hexane	20,0	33,16 ± 0,29 ^b
Chloroform	20,1	67,54 ± 0,42 ^c
Ethyl acetate	20,3	114,16 ± 1,29 ^d
Nước	20	52,09 ± 0,22 ^e

Ghi chú: ¹ các chữ cái khác nhau biểu thị khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$.

3.2. Hàm lượng flavonoid toàn phần

Kết quả về hàm lượng TFC được tóm tắt trong Bảng 2, dựa trên đường chuẩn quercetin ($y = 0,0377x - 0,008$, $R^2 = 0,9993$).

Bảng 2. Hàm lượng flavonoid toàn phần của các cao chiết cây Cà đại hoa vàng

Cao chiết	Khối lượng (mg)	TFC trung bình ¹ (mg QE/g cao)
Methanol	19,9	37,77 ± 0,22 ^f
<i>n</i> -hexane	20,3	74,64 ± 0,06 ^g
Chloroform	20,1	61,14 ± 0,61 ^h
Ethyl acetate	20,0	109,58 ± 0,58 ⁱ
Nước	20,0	8,89 ± 0,05 ^j

Ghi chú: ¹ các chữ cái khác nhau biểu thị khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$.

Cao ethyl acetate được ghi nhận có hàm lượng TFC cao nhất ($109,58 \pm 0,58$ mg QE/g cao), trong khi đó hàm lượng thấp nhất được ghi nhận ở cao nước ($8,89 \pm 0,05$ mg QE/g cao).

Kết quả nghiên cứu của một số tác giả cho thấy một số loài thuộc chi *Argemone* có sự hiện diện của các nhóm chất phenolic, flavonoid [3], [4], [16]. Nghiên cứu của Hossain [17] báo cáo hàm lượng TPC trong các cao chiết methanol, *n*-hexane và ethyl acetate từ lá loài *A. mexicana* thu hái từ khu vực Tangail, Bangladesh lần lượt là 70,19; 35,59 và 106,65 mg GAE/g cao. Nghiên cứu của Khan [18] báo cáo hàm lượng TPC trong cao chiết methanol từ lá loài *A. mexicana* thu hái từ khu vực Rajasthan, Ấn Độ đạt 20,89 mg GAE/g cao. Điều này cho thấy sự tương đồng của hàm lượng TPC trong nghiên cứu này so với nghiên cứu của Hossain, bên cạnh đó hàm lượng TPC trong cao methanol của nghiên cứu cao hơn so với kết quả nghiên cứu được thực hiện tại khu vực Rajasthan, Ấn Độ. Nguyên nhân của sự khác biệt này có thể do các thực vật phân bố ở vùng lãnh thổ, khí hậu khác nhau dẫn đến việc sinh tổng hợp các nhóm chất trong cây cũng khác nhau. Nghiên cứu của Khan [18] cho thấy hàm lượng TFC trong cao chiết methanol từ lá loài *A. mexicana* thu hái từ khu vực Rajasthan, Ấn Độ đạt 30,59 mg QE/g cao. Kết quả này gần tương đương với kết quả hàm lượng TFC trong cao chiết methanol của nghiên cứu này. Kết quả về hàm lượng phenolic tổng, hàm lượng flavonoid toàn phần của phân đoạn ethyl acetate đóng góp cơ sở khoa học cho những nghiên cứu tiếp theo về chiết xuất phân lập các hợp chất polyphenol, flavonoid hay các nghiên cứu về hoạt tính sinh học của loài *A. mexicana*. Điểm mới của nghiên cứu là lần đầu tiên định lượng TPC và TFC của loài *A. mexicana* thu hái tại Việt Nam, trong đó hàm lượng phenolic tổng và flavonoid toàn phần có trong phân đoạn ethyl acetate là tương đối cao.

3.3. Tác dụng chống oxy hóa

Kết quả tác dụng chống oxy hóa của cây Cà đại hoa vàng được minh họa ở Bảng 3.

Kết quả đã chỉ ra cao ethyl acetate sở hữu tác dụng chống oxy hóa mạnh nhất với IC_{50} $34,88 \pm 0,32$ μ g/mL, các cao chiết methanol, chloroform và nước cho thấy tác dụng yếu với IC_{50} trong khoảng 101,85 – 181,99 μ g/mL. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với số liệu hàm lượng TPC và TFC trong cao ethyl acetate là cao nhất trong các cao chiết ($114,16 \pm 1,28$ mg GAE/g cao và $109,57 \pm 0,58$ mg QE/g cao), bởi vì phenolic và flavonoid được biết đến là các chất chuyển hóa thứ cấp trong thực vật có khả năng trung hòa các gốc tự do, giúp ngăn ngừa các tác hại của quá trình oxy hóa [19].

Bảng 3. Khả năng quét gốc DPPH của các cao chiết từ cây Cà đại hoa vàng

Methanol				n-hexane			
C (µg/mL)	% trung hòa DPPH			C (µg/mL)	% trung hòa DPPH		
	Lần 1	Lần 2	Lần 3		Lần 1	Lần 2	Lần 3
75	44,05 ± 0,71	45,06 ± 0,70	43,20 ± 0,60	100	<50	<50	<50
100	49,54 ± 1,22	49,88 ± 1,31	49,01 ± 1,30	125	<50	<50	<50
125	55,35 ± 0,83	55,24 ± 1,01	55,03 ± 0,58	150	<50	<50	<50
150	60,54 ± 1,14	60,86 ± 0,50	60,33 ± 0,38	175	<50	<50	<50
175	65,57 ± 1,02	65,52 ± 0,34	65,66 ± 0,73	200	<50	<50	<50
IC ₅₀	101,80	99,41	104,33	IC ₅₀	> 200		
IC ₅₀ ± SD (µg/mL)	101,85 ± 2,46 ^A			IC ₅₀ ± SD (µg/mL)	> 200		
Chloroform				Ethyl acetate			
C (µg/mL)	% trung hòa DPPH			C (µg/mL)	% trung hòa DPPH		
	Lần 1	Lần 2	Lần 3		Lần 1	Lần 2	Lần 3
100	27,49 ± 0,41	28,14 ± 0,66	29,64 ± 0,07	30	44,88 ± 1,19	45,89 ± 0,66	45,30 ± 1,50
125	34,46 ± 0,46	35,01 ± 0,90	36,30 ± 0,92	40	54,94 ± 0,88	54,84 ± 0,74	55,05 ± 0,74
150	41,42 ± 0,99	41,28 ± 0,95	42,34 ± 0,93	50	63,56 ± 1,31	64,21 ± 1,02	63,24 ± 1,36
175	47,86 ± 1,06	48,36 ± 1,33	48,57 ± 1,1	60	73,02 ± 0,81	72,72 ± 1,24	73,57 ± 0,94
200	54,66 ± 1,14	54,84 ± 0,38	54,22 ± 0,83	70	81,69 ± 0,77	81,94 ± 0,90	82,10 ± 0,76
IC ₅₀	182,53	181,74	181,70	IC ₅₀	35,15	34,53	34,96
IC ₅₀ ± SD (µg/mL)	181,99 ± 0,47 ^B			IC ₅₀ ± SD (µg/mL)	34,88 ± 0,32 ^C		
Nước				Quercetin			
C (µg/mL)	% trung hòa DPPH			C (µg/mL)	% trung hòa DPPH		
	Lần 1	Lần 2	Lần 3		Lần 1	Lần 2	Lần 3
100	31,67 ± 1,07	32,86 ± 0,70	32,17 ± 0,67	2,5	12,50 ± 0,49	11,85 ± 0,63	10,88 ± 0,21
125	40,43 ± 1,34	41,17 ± 0,99	41,47 ± 0,81	5	21,96 ± 1,96	21,06 ± 0,95	20,70 ± 0,28
150	50,88 ± 0,30	50,00 ± 0,58	49,70 ± 1,45	7,5	32,01 ± 1,24	31,41 ± 0,30	30,81 ± 0,43
175	59,73 ± 1,11	59,96 ± 1,18	59,48 ± 0,50	10	41,55 ± 0,64	41,01 ± 0,80	40,35 ± 0,36
200	68,43 ± 0,87	68,57 ± 0,29	67,55 ± 0,76	12,5	52,14 ± 0,94	51,73 ± 0,80	50,73 ± 0,33
IC ₅₀	149,38	148,60	149,78	IC ₅₀	12,04	12,16	12,36
IC ₅₀ ± SD (µg/mL)	149,25 ± 0,60 ^D			IC ₅₀ ± SD (µg/mL)	12,19 ± 0,16 ^E		

Ghi chú: Các chữ cái khác nhau biểu thị khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các giá trị trung bình ở mức $p < 0,05$.

Jimoh và cộng sự (2010) đã công bố về hoạt tính chống oxy hóa trên mô hình DPPH của 1 loài thuộc chi *Argemone* – loài *A. subfusiformis* [6]. Trong nghiên cứu của Hossain và cộng sự [17] về hoạt tính chống oxy hóa của loài Cà đại hoa vàng theo mô hình DPPH, dịch chiết ethyl acetate và methanol có giá trị IC₅₀ lần lượt là 39,31 µg/mL và 54,32 µg/mL. Như vậy, kết quả hoạt tính chống oxy hóa trên mô hình DPPH của phân đoạn ethyl acetate trong nghiên cứu này gần tương đương với nghiên cứu của Hossain và cộng sự. Đây là báo cáo đầu tiên về tác dụng chống oxy hóa trên mô hình DPPH của loài Cà đại hoa vàng thu hái ở Việt Nam.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã ghi nhận kết quả về hàm lượng phenolic, flavonoid toàn phần và tác dụng chống oxy hóa của loài *A. mexicana* thu hái ở Việt Nam. Cao chiết ethyl acetate được ghi nhận có hàm lượng phenolic tổng và flavonoid toàn phần lớn nhất (tương đương $114,16 \pm 1,29$ mg GAE/g cao và $109,58 \pm 0,58$ mg QE/g cao). Cao ethyl acetate có tác dụng chống oxy hóa tốt nhất trong các phân đoạn với IC₅₀ $34,88 \pm 0,32$ µg/mL.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu được sự hỗ trợ của đề tài khoa học cấp Trường Đại học Y - Dược, Đại học Huế, mã số: 15/22.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] S. Mathur and C. Hoskins, "Drug development: Lessons from nature," *Biomed Rep*, vol. 6, no. 6, pp. 612-614, 2017.
- [2] M. Mirtadzadini, F. Akbari, and E. Hatami, "Argemone (Papaveraceae), a new genus for the Flora of Iran," *Iranian Journal of Botany*, vol. 22, pp. 79-81, 2016.
- [3] A. M. Martínez Castillo *et al.*, "Effects of Ethanolic Extracts of *Argemone ochroleuca* (Papaveraceae) on the Food Consumption and Development of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)," *Florida Entomologist*, vol. 100, pp. 339-345, 2017.
- [4] G. Brahmachari, D. Gorai, and R. Roy, "Argemone mexicana: Chemical and pharmacological aspects," *Revista Brasileira de Farmacognosia*, vol. 23, pp. 559-575, 2013.
- [5] T. Siatka *et al.*, "Cholinesterase and Prolyl Oligopeptidase Inhibitory Activities of Alkaloids from *Argemone platyceras* (Papaveraceae)," *Molecules*, vol. 22, no. 7, pp. 1-14, 2017.
- [6] F. Jimoh, A. Adedapo, A. Aliero, and A. Afolayan, "Polyphenolic and biological activities of leaves extracts of *Argemone subfusiformis* (Papaveraceae) and *Urtica urens* (Urticaceae)," *Rev Biol Trop*, vol. 58, no. 4, pp. 1517-1531, 2010.
- [7] M. M. Rahman, J. Alam, S. Sharmin, M. M. Rahman, A. Rahman, and M. Alam, "In Vitro Antibacterial Activity of *Argemone mexicana* (Papaveraceae)," *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*, vol. 8, pp. 77-84, 2009.
- [8] V. V. Chi, *Dictionary of Vietnamese medicinal plants*. Medical Publisher, 2011.
- [9] A. Phaniendra, D. B. Jestadi, and L. Periyasamy, "Free radicals: properties, sources, targets, and their implication in various diseases," *Indian J Clin Biochem*, vol. 30, no. 1, pp. 11-26, 2015.
- [10] M. Sharifi-Rad *et al.*, "Lifestyle, Oxidative Stress, and Antioxidants: Back and Forth in the Pathophysiology of Chronic Diseases," *Front Physiol*, Review vol. 11, pp. 1-21, 2020.
- [11] M. Platzer *et al.*, "Radical Scavenging Mechanisms of Phenolic Compounds: A Quantitative Structure-Property Relationship (QSPR) Study," *Frontiers in Nutrition, Original Research*, vol. 9, pp. 1-12, 2022.
- [12] M. Rudrapal *et al.*, "Dietary Polyphenols and Their Role in Oxidative Stress-Induced Human Diseases: Insights Into Protective Effects, Antioxidant Potentials and Mechanism(s) of Action," *Front Pharmacol*, vol. 13, 2022, Art. no. 806470.
- [13] "International standard ISO14502-1. Determination of substances characteristic of green and black tea – Part 1: content of total polyphenols in tea - Colorimetric method using Folin-Ciocalteu reagent," ed: First edition, 2015.
- [14] A. Pękal and K. Pyrzynska, "Evaluation of Aluminium Complexation Reaction for Flavonoid Content Assay," *Food Analytical Methods*, vol. 7, no. 9, pp. 1776-1782, 2014.
- [15] O. Asekun, S. Okoh, O. Familoni, and A. Afolayan, "Chemical Profiles and Antioxidant Activity of Essential Oils Extracted from the Leaf and Stem of *Parkia biglobosa* (Jacq) Benth," *Research Journal of Medicinal Plant*, vol. 7, pp. 82-91, 2013.
- [16] J. Fernandez *et al.*, "Isoquercitrin from *Argemone platyceras* inhibits carbachol and leukotriene D4-induced contraction in guinea-pig airways," *Eur J Pharmacol*, vol. 522, no. 1-3, pp. 108-115, 2005.
- [17] M. F. Hossain, A. Al-Baizyd, F. Ara, S. Bhuyan, M. Matin, and A. Sarker Apu, "Phytochemical analysis and bioactivities of *Argemone mexicana* Linn," *Pharmacologyonline*, vol. 3, pp. 16-23, 2012.
- [18] A. M. Khan and S. Bhadauria, "Analysis of medicinally important phytochemicals from *Argemone mexicana*," *Journal of King Saud University - Science*, vol. 31, no. 4, pp. 1020-1026, 2019.
- [19] S. B. Nimse and D. Pal, "Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms," *RSC Advances*, vol. 5, no. 35, pp. 27986-28006, 2015, doi: 10.1039/C4RA13315C.