



DOI:10.22144/ctujos.2024.347

KHẢO SÁT HOẠT TÍNH KHÁNG OXY HÓA, KHÁNG VIÊM VÀ KHÁNG KHUẨN CỦA CÂY CẢI TRỜI (*Blumea lacera*)

Trần Chí Linh, Vạng Thành Thái, Tô Hoàng Duy, Tạ Lâm Tài, Đái Thị Xuân Trang và Phan Kim Định*

Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): pkdinh@ctu.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 01/05/2024

Sửa bài (Revised): 27/06/2024

Duyệt đăng (Accepted): 01/08/2024

Title: Investigation of the antioxidant, anti-inflammatory and antibacterial activities of *Blumea lacera*

Author(s): Tran Chi Linh, Vang Thanh Thai, To Hoang Duy, Ta Lam Tai, Dai Thi Xuan Trang and Phan Kim Dinh*

Affiliation(s): Can Tho University

TÓM TẮT

Mục đích của nghiên cứu này là định tính thành phần hóa học và hoạt tính sinh học của cao từ phần trên mặt đất (thân và lá), cao thân, cao lá cải trời (CT). Hoạt tính kháng oxy hóa (KOH) được đánh giá bằng phương pháp 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, nitric oxide, kháng oxy hóa tổng số và tiềm năng khử và 2,2-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid). Hoạt tính kháng viêm (KV) được đo bằng khả năng bảo vệ màng tế bào hồng cầu và ức chế sự biến tính của albumin huyết thanh bò. Hoạt tính kháng khuẩn (KK) được đánh giá bằng cách đo đường kính vòng kháng khuẩn, nồng độ ức chế tối thiểu và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu. Cao lá CT thể hiện hoạt động KOH và KV mạnh hơn các cao chiết còn lại. Các cao CT ức chế vi khuẩn Gram dương hiệu quả hơn vi khuẩn Gram âm, với liều diệt khuẩn tối thiểu từ 250 đến 2000 µg/mL. Các cao CT có đặc tính KOH, KV, KK do sự hiện diện của polyphenol, flavonoid và alkaloid. Những phát hiện này đã chứng minh tiềm năng của CT như chất KOH, KV, KK tự nhiên.

Từ khóa: Kháng khuẩn, kháng oxy hóa, kháng viêm, cải trời

ABSTRACT

The purpose of this study is to quantify the chemical composition and biological activity of extracts from the aerial parts (stem and leaf), stem extract, and leaf extract of *Blumea lacera*. Antioxidant activity was evaluated using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, nitric oxide, total antioxidant capacity, ferric reducing-antioxidant power and 2,2-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid). Anti-inflammatory activity was measured by its ability to protect red blood cell membranes and inhibit denaturation of bovine serum albumin. The antibacterial activity was assessed by measuring the antibacterial ring diameter, the minimum inhibitory concentration, and the minimum bactericidal concentration. *Blumea lacera* leaf extract exhibits stronger antioxidant and anti-inflammatory activities than the other extracts. *Blumea lacera* extracts inhibit Gram-positive bacteria more effectively than Gram-negative bacteria, with minimum bactericidal doses of 250 to 2000 µg/mL. *Blumea lacera* extracts have antioxidant, anti-inflammatory, and antibacterial properties due to the presence of polyphenols, flavonoids, and alkaloids. These findings demonstrated the potential of *Blumea lacera* extracts as natural antioxidants, anti-inflammatory, and antibacterial agents.

Keywords: Antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, *Blumea lacera*

1. GIỚI THIỆU

Sự xuất hiện và lây lan của các vi khuẩn kháng thuốc đã đe dọa khả năng điều trị các bệnh nhiễm trùng thông thường (Iskandar et al., 2022). Đặc biệt đáng báo động là sự lây lan nhanh chóng trên toàn cầu của vi khuẩn đa kháng thuốc, gây ra các bệnh nhiễm trùng không thể điều trị được bằng các loại thuốc chống vi trùng hiện có (Basak et al., 2016). Sự xâm nhập của vi khuẩn kháng thuốc còn kích thích quá trình viêm, đây là phản ứng của hệ thống miễn dịch đối với các kích thích có hại. Tuy nhiên, viêm không được kiểm soát sẽ làm tăng hoạt động của các gốc tự do dẫn đến stress oxy hóa thúc đẩy sự phát triển của phản ứng viêm mạn tính, có liên quan đến một số lượng đáng kể các rối loạn, bao gồm dị ứng, hội chứng chuyển hóa, rối loạn chức năng tim mạch, ung thư và các bệnh tự miễn dịch (Furman et al., 2019). Ở các nước đang phát triển, khả năng tiếp cận với thuốc kháng sinh có chất lượng vẫn còn gặp nhiều khó khăn (Ayukekbong et al., 2017). Thêm vào đó, các nghiên cứu để phát triển kháng sinh mới trong những năm qua đã giảm đi do những hạn chế về kinh tế và quy định (Poulsen-Silva et al., 2023). Do đó, các nhà khoa học cần phải tìm kiếm các giải pháp thay thế với giá thành thấp, an toàn, có thể hỗ trợ điều trị các bệnh nhiễm vi khuẩn đa kháng thuốc, kiểm soát quá trình viêm và hoạt động của các gốc tự do.

Nhiều nghiên cứu cho thấy, thực vật sở hữu nhiều hoạt tính sinh học quý như: kháng oxy hóa, kháng viêm và kháng khuẩn là do sự hiện diện của các hợp chất chuyên hóa thứ cấp thuộc nhóm polyphenol, flavonoid, alkaloid. Điều này, thúc đẩy các nhà khoa học quan tâm nghiên cứu các loại thuốc mới có nguồn gốc từ thực vật. Cây cải trời (*Blumea lacera*) là loài cây thân thảo mọc hoang hoặc được trồng để làm rau ở nhiều tỉnh đồng bằng sông Cửu Long. Trong y học dân gian, cây cải trời thường dùng để điều trị ho, viêm phế quản, bệnh lý, làm lành vết thương, hạ sốt, bệnh về máu, sốt, bệnh trên miệng (Singh & Mital, 2014). Các nghiên cứu trên thế giới cho thấy cây cải trời sở hữu nhiều hoạt động dược lý quan trọng, bao gồm khả năng gây độc tế bào ung thư bạch cầu, kháng virus, kháng viêm, kháng nấm và kháng khuẩn (Satyal et al., 2015). Các công bố trên thế giới cho thấy, cải trời chứa nhiều hợp chất chuyên hóa thứ cấp quan trọng như: Alkaloid, acid amin, carbohydrate, tannin, phenolic, glycoside, flavonoid, saponin, coumarin, terpenoid, campesterol, acetylenic, thiophene, diester, triterpenoid và monoterpene glycoside (Khair et al., 2015; Ashrafi et al., 2022). Tuy nhiên, các nghiên cứu về thành phần hóa học của cây cải trời ở Việt

Nam vẫn còn nhiều hạn chế. Trong bài nghiên cứu này, thành phần hóa học đã được điều tra sơ bộ và nhân mạnh vào các đặc tính kháng oxy hóa, kháng khuẩn và kháng viêm *in vitro* của các bộ phận khác nhau từ cây cải trời, nhằm chứng minh nhiều lợi ích của cây cải trời.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

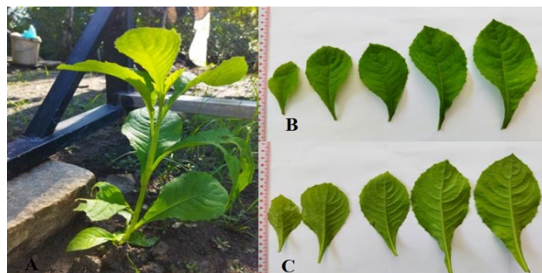
2.1. Nguyên liệu

Cây cải trời được thu mua vào tháng 01 năm 2022 tại Hậu Giang. Cây cải trời được nhận diện dựa vào đặc điểm hình thái theo mô tả trong bộ sách cây cỏ Việt Nam của Phạm Hoàng Hộ (2003) dưới sự hỗ trợ của PGS. TS. Ngô Thanh Phong (Giảng viên cao cấp, Bộ môn Sinh học, Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Cần Thơ). Đặc điểm hình thái của cây cải trời được trình bày trong Hình 1.

Các dòng vi khuẩn: *Listeria innocua* ATCC33090, *Bacillus cereus* ATCC 10876TM, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27855, *Escherichia coli* ATCC 25922TM, *Salmonella typhi* ATCC 13311TM được cung cấp bởi Bộ môn Sinh học, Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Cần Thơ.

2.2. Thiết bị và hóa chất

Ethanol (Merck), dimethyl sulfoxide (Merck), Follin-Ciocalteu's phenol reagent (Merck), sodium carbonate (Merck), aluminium chloride (Merck), sodium hydroxide (Merck), sodium nitroprusside (Merck), sodium acetate (Merck), acetic acid (Merck), 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine (Sigma-Aldrich), iron (III) chloride (Sigma-Aldrich), kali pesulfat (Merck), 2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (Germany), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (Sigma-Aldrich), bromocresol green (Sigma-Aldrich), resazurin (Sigma-Aldrich), acid gallic (Sigma-Aldrich), atropine (Sigma-Aldrich), vitamin C (Sigma-Aldrich), quercetin (Sigma-Aldrich) và diclofenac (Sigma-Aldrich) và một số hóa chất khác.



Hình 1. Hình thái cải trời (*Blumea lacera*)

Chú thích: (A) Cây cải trời; (B) (C) Mặt trên và mặt dưới lá cải trời.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Điều chế cao ethanol từ cây cải trời

Phần trên mặt đất (thân mang lá) của cây cải trời sau khi thu về được làm sạch và chia thành 2 phần, một phần giữ nguyên thân mang lá (quy ước gọi là thân lá), phần còn lại tách lá và thân riêng. Ba phần mẫu bao gồm thân lá, thân và lá được sấy khô ở nhiệt độ $45 \pm 2^\circ\text{C}$. Thân lá, thân và lá cải trời sau khi sấy khô sẽ được xay nhuyễn thành mẫu bột nguyên liệu. Các bột nguyên liệu được xác định độ ẩm theo hướng dẫn của Dược điển Việt Nam V (Bộ y tế, 2018). Sau đó, các mẫu bột sẽ được điều chế thành các cao ethanol theo phương pháp ngâm. Các mẫu bột nguyên liệu lần lượt được cho vào trong túi vải, đặt vào lọ thủy tinh, tiếp tục cho ethanol 99,5% vào ngâm khoảng 24 giờ, lặp lại 3 lần. Dịch chiết từ các lần ngâm được gom lại, cô quay đuôi dung môi để thu được 3 loại cao ethanol (cao thân lá cải trời, cao thân cải trời và cao lá cải trời). Các loại cao chiết được xác định hiệu suất chiết cao theo công thức: $\text{Hiệu suất chiết cao (\%)} = \frac{m_{\text{cao}}}{(m_{\text{bột}} - (m_{\text{bột}} \times \text{độ ẩm}))} \times 100$. Trong đó, m_{cao} khối lượng của cao chiết; $m_{\text{bột}}$ là khối lượng bột nguyên liệu dùng để chiết cao. Các cao của cây cải trời được bảo quản trong lọ thủy tinh, tránh ánh sáng ở 4°C dùng cho các thí nghiệm tiếp theo.

2.3.2. Định tính sơ bộ thành phần hóa học, định lượng polyphenol, flavonoid và alkaloid tổng

Định tính sơ bộ thành phần hóa học

Các thuốc thử tạo màu đặc trưng được sử dụng để định tính một số hợp chất như alkaloid, flavonoid, glycoside, phenol, tanin, triterpenoid, saponin có trong các cao chiết cải trời theo mô tả của Nguyễn Kim Phi Phụng (2007).

Định lượng polyphenol tổng

Hàm lượng polyphenol được xác định theo phương pháp của Singleton et al. (1999): Hỗn hợp phản ứng gồm 50 μL cao, 50 μL nước khử ion và 50 μL thuốc thử Folin-Ciocalteu, được lắc đều. Sau đó, 50 μL Na_2CO_3 10% được thêm vào rồi ủ 30 phút ở 40°C trong bể điều nhiệt. Độ hấp thụ quang phổ của hỗn hợp phản ứng được đo ở bước sóng 765 nm. Acid gallic được sử dụng như chất đối chứng dương để xây dựng phương trình tuyến tính. Hàm lượng polyphenol trong các cao chiết cải trời được xác định dựa trên phương trình tuyến tính của acid gallic (mg GAE/g cao).

Phương pháp định lượng flavonoid tổng

Hàm lượng flavonoid tổng được xác định theo phương pháp của Bag et al. (2015): Hỗn hợp phản ứng gồm 1 mL cao chiết, 1 mL nước khử ion, được lắc đều. Sau đó, hỗn hợp phản ứng được thêm vào 200 μL NaNO_2 5%. Hỗn hợp được để yên 5 phút rồi tiếp tục được thêm 200 μL AlCl_3 10% và được lắc đều. Hỗn hợp phản ứng sau khi được ủ 6 phút được thêm 2 mL NaOH 1M. Cuối cùng, hỗn hợp phản ứng được thêm nước cho đủ 5 mL. Hỗn hợp phản ứng được đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 510 nm. Quercetin được sử dụng để xây dựng phương trình tuyến tính. Hàm lượng flavonoid tổng trong các cao chiết cải trời được xác định dựa vào phương trình tuyến tính của quercetin (mg QE/g cao chiết).

Phương pháp định lượng alkaloid tổng

Hàm lượng alkaloid được xác định bằng phương pháp hình thành phức hợp với bromocresol green (BCG), tạo thành sản phẩm có màu vàng theo mô tả của Shamsa et al. (2008). Cao chiết (1 mL) được cho phản ứng với 1 mL dung dịch HCl 2 N. Sau khi phản ứng 5 phút, dung dịch trên được lọc bằng giấy lọc để loại bỏ cặn. Dung dịch trên được cho vào bình tách chiết, 5 mL BCG và 5 mL dung dịch đệm phosphate (pH 4,7) được thêm vào lần lượt. Cuối cùng, hỗn hợp được lắc mạnh bằng bình tách chiết với 10 mL dung dịch chloroform, sau 2 phút phản ứng ở nhiệt độ phòng, độ hấp thụ quang phổ được tiến hành đo ở bước sóng 470 nm. Hàm lượng alkaloid (mg AE/g cao chiết) trong các cao chiết cải trời được xác định dựa vào phương trình tuyến tính của atropine.

2.3.3. Khảo sát hoạt tính kháng oxy hóa

Khảo sát hiệu quả trung hòa gốc tự do 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

Khả năng kháng oxy hóa của các cao cải trời được xác định nhờ phương pháp trung hòa gốc tự do DPPH theo mô tả của Sharma and Bhat (2009) có hiệu chỉnh. 480 μL cao chiết (nồng độ từ 0, 10, 20, 40, 60, 80, 100 $\mu\text{g/mL}$) được hút vào các eppendorf, sau đó mỗi eppendorf 20 μL được thêm vào dung dịch DPPH, các hỗn hợp phản ứng được đặt ở nơi tối trong 30 phút và đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 517 nm. Khả năng trung hòa gốc tự do DPPH được xác định dựa vào giá trị EC_{50} (nồng độ hiệu quả 50%, effective concentration of 50%) và hiệu suất trung hòa gốc tự do DPPH. Giá trị EC_{50} được tính dựa vào phương trình tuyến tính của cao chiết. Vitamin C được sử dụng là chất đối chứng dương khảo sát ở các nồng độ 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 $\mu\text{g/mL}$. Hiệu suất trung hòa gốc tự do DPPH được tính theo công thức: Hiệu suất trung hòa gốc tự do

DPPH (%) = ((A-B)/A) × 100. Trong đó: A độ hấp thu quang phổ khi không có vitamin C hoặc cao chiết; B độ hấp thu quang phổ khi có vitamin C hoặc cao chiết.

Khảo sát khả năng trung hòa gốc tự do 2,2-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS^{•+})

Hoạt tính kháng oxy hóa của các cao chiết cải trời được xác định bằng phương pháp khử màu ABTS^{•+} được mô tả bởi Nenadis et al. (2004) có hiệu chỉnh. ABTS^{•+} được tạo ra do phản ứng ABTS 7 mM với 2,45 mM kali persulfate (K₂S₂O₈). Hỗn hợp được ủ trong tối ở nhiệt độ phòng 16 giờ trước khi sử dụng. Sau đó, hỗn hợp được pha loãng để đạt mật độ quang ở bước sóng 734 nm là 0,70±0,05. Khảo sát được tiến hành bằng cách cho 10 µL cao chiết (nồng độ từ 0, 10, 20, 40, 60, 80, 100 µg/mL) vào các eppendorf, sau thêm 990 µL ABTS^{•+} ở nhiệt độ 37°C trong 6 phút, độ hấp thu quang phổ được đo ở bước sóng 734 nm. Khả năng kháng oxy hóa được xác định dựa vào giá trị EC₅₀ và hiệu suất trung hòa gốc tự do ABTS^{•+}. Giá trị EC₅₀ được tính dựa vào phương trình tuyến tính của cao chiết. Vitamin C được sử dụng là chất đối chứng dương được khảo sát ở các nồng độ 0; 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 4; 5 µg/mL. Hiệu suất trung hòa gốc tự do ABTS^{•+} được tính theo công thức: Hiệu suất trung hòa gốc tự do ABTS^{•+} (%) = ((A-B)/A) × 100. Trong đó: A độ hấp thu quang phổ khi không có vitamin C hoặc cao chiết; B độ hấp thu quang phổ khi có vitamin C hoặc cao chiết.

Khảo sát khả năng ức chế sự hình thành nitric oxide (NO[•])

Khả năng ức chế sự hình thành nitric oxide của các cao chiết cải trời được thực hiện theo mô tả bởi Sreejayan and Rao (1997) có hiệu chỉnh. Khảo sát được thực hiện bằng cách cho 100 µL cao chiết (nồng độ từ 0, 10, 20, 40, 60, 80, 100 µg/mL) vào 200 µL sodium nitroprusside 5 mM và ủ sáng 60 phút ở 25°C. Sau đó, 300 µL thuốc thử Griess (1% sulfanilamide, 2% H₃PO₄ và 0,1% N-(1-naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride) được thêm vào. Độ hấp thu quang phổ được đo ở bước sóng 546 nm. Khả năng ức chế sự hình thành NO[•] được xác định dựa vào giá trị EC₅₀ và hiệu suất ức chế. Giá trị EC₅₀ được tính dựa vào phương trình tuyến tính của cao chiết. Hiệu suất ức chế sự hình thành NO[•] được tính theo công thức: Hiệu suất ức chế sự hình thành nitric oxide (%) = ((A-B)/A) × 100. Trong đó: A độ hấp thu quang phổ khi không có vitamin C hoặc cao chiết; B độ hấp thu quang phổ khi có vitamin C hoặc cao chiết. Vitamin C được sử dụng là chất đối chứng

dương được khảo sát ở các nồng độ 10, 20, 40, 60, 80, 100 µg/mL.

Khảo sát khả năng kháng oxy hóa bằng phương pháp tiềm năng khử sắt (Ferric reducing-antioxidant power, FRAP)

Khả năng kháng oxy hóa của các cao chiết cải trời được xác định bằng cách xác định tiềm năng khử sắt theo mô tả của Benzie and Strain (1996) có hiệu chỉnh. Khảo sát được tiến hành bằng cách cho 10 µL cao chiết (nồng độ từ 0, 10, 20, 40, 60, 80, 100 µg/mL) vào eppendorf, sau đó 990 µL dung dịch FRAP được thêm vào và hỗn hợp được đặt ở nơi tối trong 30 phút, độ hấp thu quang phổ được đo ở bước sóng 593 nm. Tiềm năng khử sắt được xác định dựa vào giá trị Abs_{0,5} (độ hấp thu quang phổ đạt 0,5). Giá trị Abs_{0,5} được tính dựa vào phương trình tuyến tính của các cao chiết cải trời. Vitamin C được sử dụng là chất đối chứng dương được khảo sát ở các nồng độ 0; 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 và 1 µg/mL.

Khảo sát khả năng kháng oxy hóa tổng (total antioxidant capacity, TAC)

Hoạt tính kháng oxy hóa tổng của các cao chiết cải trời được đánh giá bằng phương pháp phosphomolybdenum theo mô tả của Prieto et al. (1999) có hiệu chỉnh. Khảo sát được tiến hành bằng cách cho 300 µL cao chiết (nồng độ từ 0, 10, 20, 40, 60, 80, 100 µg/mL) vào eppendorf, sau đó 900 µL dung dịch TAC được thêm vào, ủ hỗn hợp trong 90 phút ở nhiệt độ 95°C. Sau khi ủ, mật độ hấp thu quang phổ được đo ở bước sóng 695 nm. Khả năng kháng oxy hóa được xác định dựa vào giá trị Abs_{0,5}. Giá trị Abs_{0,5} được tính dựa vào phương trình tuyến tính của các cao chiết cải trời. Vitamin C được sử dụng là chất đối chứng dương được khảo sát ở các nồng độ 10, 20, 40, 60, 80, 100 µg/mL.

2.3.4. Khảo sát khả năng kháng viêm của các cao chiết từ thân và lá cây cải trời

Khảo sát khả năng bảo vệ màng tế bào hồng cầu (red blood cells, RBCs)

Khả năng bảo vệ màng tế bào hồng cầu được thực hiện theo mô tả của Chaity et al. (2016) có hiệu chỉnh. Máu chuột khỏe mạnh được rút ở tim và chuyển sang các ống ly tâm ở 3.000 vòng/phút trong 10 phút, phần dịch trong được loại bỏ và rửa lại 3 lần với nước muối sinh lý. Sau đó, 100 µL máu được rút vào 900 µL NaCl 0,9% thu được dung dịch red blood cells (RBCs) 10%. Hỗn hợp phản ứng gồm 200 µL cao chiết có nồng độ khác nhau (từ 0, 10, 50, 100, 150, 200 µg/mL) và 200 µL RBCs 10%. Hỗn hợp được ủ ở 56°C trong 30 phút và làm mát. Sau

đó, hỗn hợp phản ứng được ly tâm ở 2.500 vòng/phút trong 5 phút. Độ hấp thụ quang phổ của phần dịch lỏng phía trên được đo ở bước sóng 560 nm. Khả năng bảo vệ màng tế bào hồng cầu được xác định dựa vào giá trị EC₅₀ và hiệu suất bảo vệ màng tế bào hồng cầu. Giá trị EC₅₀ được tính dựa vào phương trình tuyến tính của cao chiết. Hiệu suất bảo vệ màng tế bào hồng cầu được tính như sau: Hiệu suất bảo vệ (%) = ((A-B)/A) × 100. Trong đó: A độ hấp thụ quang phổ khi không có diclofenac hoặc cao chiết; B độ hấp thụ quang phổ khi có diclofenac hoặc cao chiết. Diclofenac được sử dụng là chất đối chứng dương được khảo sát ở các nồng độ 0; 6,25; 12,5; 25; 50; 100 và 200 µg/mL.

Khảo sát khả năng ức chế sự biến tính protein

Khả năng ức chế sự biến tính protein của các cao chiết cải trời được thực hiện theo phương pháp của Shah et al. (2017) có hiệu chỉnh. Dung dịch thử 1 mL (ở các nồng độ khác nhau) được trộn với 1 ml dung dịch albumin huyết thanh bò (bovine serum albumin, BSA) 5%. Sau đó, hỗn hợp được ủ ở 27°C trong 15 phút. Sự biến tính protein được tạo ra bằng cách giữ hỗn hợp phản ứng ở 80°C trong 10 phút. Sau khi làm mát, mật độ quang được tiến hành đo tại bước sóng 660 nm. Diclofenac được sử dụng như chất đối chứng dương. Khả năng ức chế sự biến tính protein được xác định dựa vào giá trị EC₅₀ và hiệu suất ức chế sự biến tính. Giá trị EC₅₀ được tính dựa vào phương trình tuyến tính của cao chiết. Hiệu suất ức chế sự biến tính protein của các cao chiết được xác định theo công thức sau: % Ức chế sự biến tính albumin huyết thanh bò = 100 (1-Vt/Vc). Trong đó, Vt: giá trị mật độ quang của mẫu thử, Vc: giá trị mật độ quang của mẫu đối chứng không có cao chiết.

2.3.5. Khảo sát hoạt tính kháng khuẩn của các cao chiết cải trời

Phương pháp khuếch tán giếng thạch

Phương pháp khuếch tán giếng thạch được sử dụng để xác định đường kính vòng kháng khuẩn theo mô tả của Ngan et al. (2012). Mỗi loại cao chiết được cân 0,01 g và hòa tan trong 1.000 µL DMSO 10% (nồng độ của các cao chiết tương ứng 10.000 µg/mL). Sau đó, các cao chiết được pha loãng với dung môi DMSO 10% thành các dung dịch có nồng độ: 125, 250, 500, 1.000 và 2.000 µg/mL. Dịch vi khuẩn sau khi pha loãng trong nước muối sinh lý có mật độ quang tại bước sóng 600 nm là 0,5 (OD₆₀₀ = 0,5). Sau đó, 100 µL dịch vi khuẩn được cấy trải lên bề mặt đĩa petri có chứa môi trường thạch Luria Bertani (LB), để khô, đục 5 giếng có đường kính 7 mm. 50 µL cao chiết ở các nồng độ 160, 320, 640,

1.280, 2.560 µg/mL được bổ sung vào các giếng trên đĩa petri có chứa môi trường thạch LB và dịch vi khuẩn thử nghiệm. Mẫu thử nghiệm được ủ ở nhiệt độ 37°C trong 24 giờ. Sau 24 giờ, đo và ghi nhận đường kính vòng kháng khuẩn xuất hiện xung quanh giếng trên đĩa thạch.

Phương pháp pha loãng vi mô

Phương pháp pha loãng vi mô được thực hiện trên đĩa 96 giếng với chất chỉ thị màu resazurin theo mô tả của Ngan et al. (2012) được sử dụng để xác định nồng độ ức chế tối thiểu MIC (Minimum inhibitory concentration). Nồng độ ức chế tối thiểu MIC được định nghĩa là nồng độ thấp nhất trong dãy nồng độ thử nghiệm của các cao chiết có thể ức chế sự tăng trưởng của vi khuẩn (không làm đổi màu của resazurin). Hỗn hợp thử nghiệm gồm 50 µL cao chiết, 50 µL dịch vi khuẩn (OD₆₀₀ = 0,5). Các giếng đối chứng chứa dịch vi khuẩn, môi trường và DMSO 10%. Mẫu được ủ ở 37°C, sau 24 giờ, 20 µL thuốc thử resazurin 0,01% được cho vào mỗi giếng. Sự thay đổi màu được quan sát, ghi nhận giá trị MIC. Các giếng có sự đổi màu dung dịch resazurin từ màu xanh sang màu hồng cho thấy có sự tăng trưởng của vi khuẩn trong giếng. Các giếng không có sự đổi màu chất chỉ thị ở nồng độ cao chiết thử nghiệm thấp nhất chính là nồng độ ức chế tối thiểu MIC cần xác định.

Phương pháp đếm sống nhỏ giọt

Phương pháp đếm sống nhỏ giọt theo mô tả của Ngan et al. (2012) được dùng để xác định nồng độ diệt khuẩn tối thiểu MBC (Minimum bactericidal concentration). Dựa vào giá trị MIC đã xác định, 10 µL dịch vi khuẩn kết hợp với các cao chiết cải trời ở nồng độ không làm đổi màu chất chỉ thị resazurin được nhỏ lên trên các đĩa môi trường thạch LB và ủ ở 37°C, sự sống sót của vi khuẩn được quan sát sau 24 giờ. Giá trị MBC chính là nồng độ thấp nhất trong dãy nồng độ của các cao chiết có thể diệt được toàn bộ vi khuẩn, không có khuẩn lạc nào xuất hiện trên đĩa môi trường thạch LB.

2.3.6. Thống kê phân tích số liệu

Số liệu được trình bày dưới dạng trung bình ± sai số (MEAN ± SEM). Kết quả được xử lý thống kê theo phương pháp ANOVA (kiểm định Tukey's) bằng phần mềm Minitab 16.0.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả điều chế cao chiết, định tính và định lượng thành phần hóa học

Thân lá cải trời (500 g), lá cải trời (250 g) và thân cải trời (250 g) tươi sau khi thu hái, được sấy khô,

xay nhuyễn thành bột nguyên liệu thân lá cải trời (355 g), lá cải trời (160 g), thân cải trời (175 g) với độ ẩm của bột nguyên liệu lần lượt là $6,47 \pm 0,52$; $7,07 \pm 0,67$ và $5,76 \pm 0,96\%$. Các mẫu bột nguyên liệu có độ ẩm đạt tiêu chuẩn Dược điển Việt Nam V được sử dụng để điều chế cao. Bột thân lá cải trời (5 g), lá cải trời (5 g) và thân cải trời (5 g) được ngâm với ethanol 99,5% 3 lần mỗi lần 50 mL trong 24 giờ. Phần dịch ngâm với ethanol 99,5% được cô đuổi dung môi, thu được cao chiết thân lá, cao chiết lá và cao chiết thân cải trời với hiệu suất lần lượt là $18,70 \pm 0,91$; $21,90 \pm 0,70$ và $14,86 \pm 0,66\%$. Trong các cao chiết cải trời có chứa alkaloid, flavonoid, triterpenoid, steroid, tannin, saponin, glycoside, sesquiterpen lacton. Nghiên cứu của Khandekar et al. (2013) cũng cho thấy sự hiện diện đa dạng của các hợp chất chuyển hóa thứ cấp trong lá của cây cải trời như: alkaloid, acid amin, carbohydrate, tannin, phenolic, đường khử, flavonoid, saponin, coumarin và terpenoid. Hàm lượng và thành phần của các hợp chất chuyển hóa thứ cấp này sẽ ảnh hưởng đáng kể đến hoạt tính sinh học của các cao chiết cây cải trời.

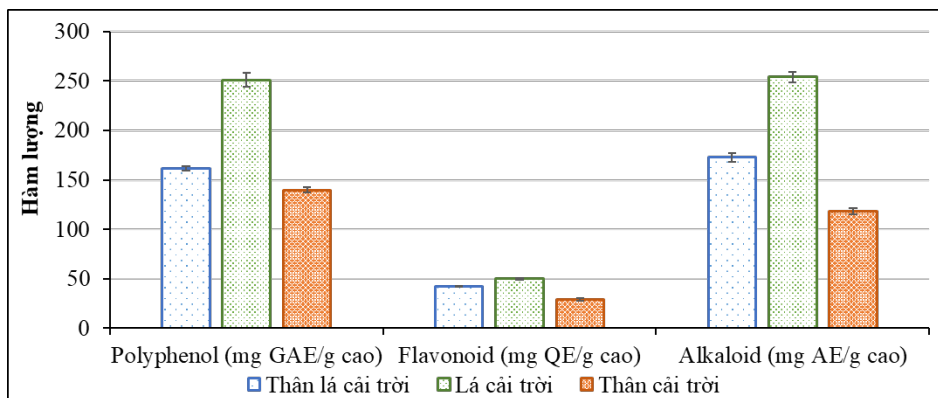
Các nghiên cứu trước đã chứng minh polyphenol, flavonoid và alkaloid là những nhóm hợp chất chính ảnh hưởng đến hoạt tính sinh học của

thực vật, trong đó có hoạt tính kháng oxy hóa, kháng viêm và kháng khuẩn (Thawabteh et al., 2019; Ullah et al., 2020; Rathod et al., 2023). Hàm lượng polyphenol, flavonoid và alkaloid tổng trong cây cải trời được xác định và được trình bày trong Hình 2. Các cao chiết cải trời có hàm lượng polyphenol dao động từ $139,89 \pm 2,43$ đến $251,25 \pm 6,88$ mg GAE/g cao chiết, hàm lượng flavonoid dao động từ $28,98 \pm 1,20$ đến $49,81 \pm 0,73$ mg QE/g cao chiết và hàm lượng alkaloid dao động từ $118,52 \pm 3,03$ đến $254,17 \pm 5,39$ mg AE/g cao chiết. Trong đó, cao chiết lá cải trời có hàm lượng polyphenol, flavonoid, alkaloid nhiều hơn các cao chiết còn lại. Cao chiết lá cải trời có hàm lượng polyphenol, flavonoid, alkaloid lần lượt cao gấp 1,80; 1,72 và 2,14 lần cao chiết thân cải trời, khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$). Nguyên nhân có thể là do lá là cơ quan chính thực hiện chức năng quang hợp và nhiều chu trình chuyển hóa vật chất khác (các quá trình chuyển hóa này hình thành rất nhiều gốc tự do dẫn đến stress ở thực vật) cũng như lá dễ bị tấn công bởi sâu hại và nấm bệnh. Điều này thúc đẩy lá cây phải tổng hợp nhiều hợp chất chuyển hóa thứ cấp hơn để chống lại các tác nhân bất lợi (Jan et al., 2021; Twajj et al., 2022).

Bảng 1. Định tính sơ bộ thành phần hóa học trong các cao chiết cải trời

Nhóm hợp chất	Tên thuốc thử	Hiện tượng	Kết luận		
			Thân lá cải trời	Lá cải trời	Thân cải trời
Polyphenol	Follin-Ciocalteu's phenol reagent	Dung dịch chuyển màu xanh dương	+	+	+
Alkaloid	Dragendorff	Kết tủa màu cam-nâu	+	+	+
	Wagner	Kết tủa màu nâu	-	-	-
Flavonoid	FeCl ₃	Kết tủa xanh đen	+	+	+
	NaOH 1%	Xuất hiện màu vàng đến cam-đỏ	+	+	+
Triterpenoid	Rosenthaler	Dung dịch chuyển sang màu xanh lục hoặc tím	-	-	-
Steroid	Salkowski	Dung dịch chuyển sang màu đỏ đậm, xanh, xanh tím	+	-	+
Tannin	Pb(CH ₃ COO) ₂ bão hòa	Có kết tủa	-	+	-
Saponin	(lắc trong nước)	Có tạo bọt bền trong 5 phút	-	-	-
Đường khử	Fehling	Kết tủa đỏ gạch	-	+	-
Sesquiterpen lacton	Legal	Dung dịch màu đỏ đậm	-	+	+

Ghi chú: Dấu "+": Cao chiết cho phản ứng dương tính với thuốc thử. Dấu "-": Cao chiết cho phản ứng âm tính với thuốc thử.



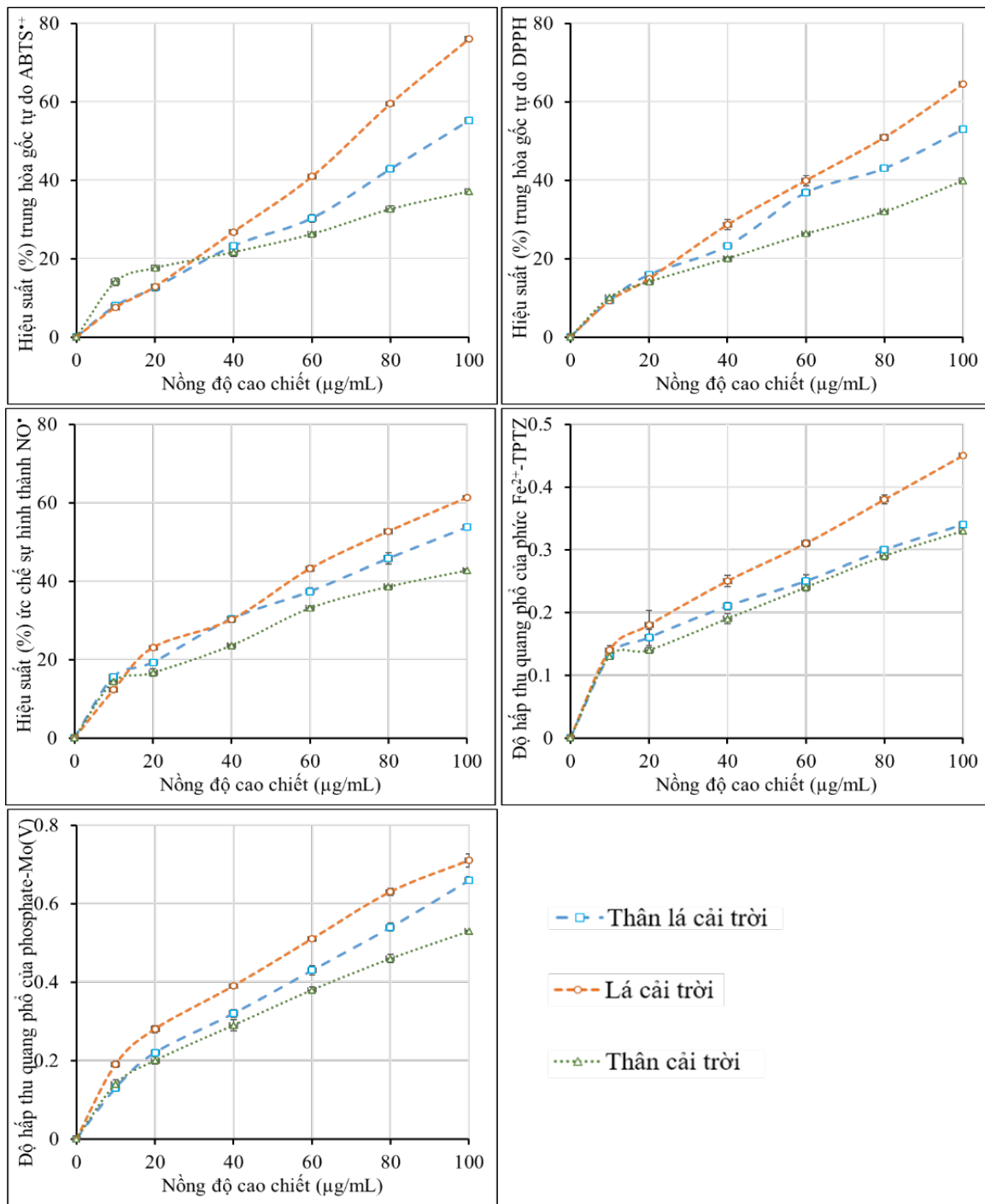
Hình 2. Hàm lượng polyphenol, flavonoid và alkaloid trong các cao chiết cải trời

3.2. Kết quả hoạt tính kháng oxy hóa và kháng viêm *in vitro* của các cao chiết cải trời

Hoạt động mất kiểm soát của các gốc tự do là làm con người tăng nguy cơ mắc nhiều loại bệnh khác nhau, trong đó có những bệnh đặc biệt nguy hiểm như: sa sút trí tuệ, suy giảm trí nhớ, lão hóa, đột quỵ, tăng huyết áp vô căn, đái tháo đường, bệnh xơ vữa động mạch, ung thư (Lobo et al., 2010). Các hợp chất chuyển hóa thứ cấp thực vật được chứng minh có khả năng kiểm soát hoạt động của các gốc tự do (Yeshi et al., 2022). Trong cây cải trời có chứa nhiều hợp chất chuyển hóa thứ cấp cho thấy tiềm năng như một tác nhân kiểm soát hoạt động của các gốc tự do. Nghiên cứu của chúng tôi đã chứng minh hoạt tính kháng oxy hóa của các cao chiết cây cải trời thông qua 5 phương pháp kháng oxy hóa là ABTS⁺, DPPH, NO[•], FRAP và TAC. Kết quả về hoạt tính kháng oxy hóa của các cao chiết cây cải trời được trình bày trong Hình 3. Khả năng trung hòa gốc tự do ABTS⁺ và DPPH của các cao chiết cải trời dao động từ 7,58±0,96 đến 76,03±0,55%. Khả năng ức chế sự hình thành gốc tự do NO[•] của các cao chiết cải trời dao động từ 12,58±0,06 đến 61,24±0,29%. Kết quả cho thấy, khả năng trung hòa

gốc tự do ABTS⁺, DPPH hoặc ức chế sự hình thành gốc tự do NO[•] của các cao chiết cây cải trời đều tăng dần theo nồng độ của mẫu thử. Cụ thể, hiệu suất trung hòa gốc tự do ABTS⁺, DPPH và NO[•] ở các nồng độ được khảo sát đều khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%.

Các cao chiết cây cải trời được đánh giá tiềm năng khử thông qua hoạt động hình thành phức chất với các ion kim loại, đặc biệt là sắt và đồng. Trong đó, các phức chất chứa sắt thường được sử dụng rộng rãi trong việc đánh giá hoạt tính kháng oxy hóa theo hướng khử các ion Fe³⁺ thành Fe²⁺, bởi vì sự hiện diện đáng kể hơn so với các kim loại khác trong cơ thể con người. Cao chiết thân lá cải trời, lá cải trời và thân cải trời làm cho độ hấp thụ quang phổ của của phức Fe²⁺-TPTZ lần lượt từ 0,134±0,02; 0,137±0,007, 0,125±0,002 ở nồng độ 10 µg/mL, tăng lên lần lượt là 0,344±0,004; 0,445±0,002 và 0,326±0,004 ở nồng độ 100 µg/mL, khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% tại tất cả các nồng độ được khảo sát. Độ hấp thụ quang phổ của phức Fe²⁺-TPTZ được hình thành dưới tác động của cao chiết lá cải trời ở nồng độ 100 µg/mL, mạnh hơn cao chiết thân lá cải trời và cao chiết thân cải trời lần lượt là 1,37 và 1,29 lần.



Hình 3. Khả năng kháng oxy hóa *in vitro* của các cao chiết cải trời

Các cao chiết cây cải trời được đánh giá hoạt tính kháng oxy hóa tổng thông qua hoạt động của các hợp chất chuyển hóa thứ cấp để khử phức phosphate/Mo (VI) thành phức phosphate/Mo (V). Độ hấp thu quang phổ của phức phosphate/Mo (V) hình thành sau hoạt động khử của các hợp chất

chuyển hóa thứ cấp trong các cao chiết cây cải trời được trình bày trong Hình 3. Cao chiết thân lá cải trời, lá cải trời và thân cải trời cũng làm cho độ hấp thu quang phổ của phức hợp phosphate/Mo (V) lần lượt từ $0,133 \pm 0,005$; $0,191 \pm 0,008$, $0,142 \pm 0,010$ ở nồng độ $10 \mu\text{g/mL}$, tăng lên lần lượt là $0,665 \pm 0,009$;

0,711±0,017 và 0,526±0,001 ở nồng độ 100 µg/mL, khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% tại tất cả các nồng độ được khảo sát. Độ hấp thu quang phổ của phức phosphate/Mo (V) được hình thành dưới tác động của các cao chiết lá cải trời ở nồng độ 100 µg/mL mạnh hơn cao chiết thân lá cải trời và cao chiết thân cải trời lần lượt là 1,07 và 1,35 lần.

Khả năng bảo vệ màng tế bào hồng cầu (RBCs) và ức chế sự biến tính albumin huyết thanh bò (BSA) đã được sử dụng để đánh giá hoạt tính kháng viêm của các cao chiết cây cải trời. Các cao chiết cây cải trời nhờ vào hoạt động của các hợp chất chuyển hóa thứ cấp đã giúp ổn định và tăng sức bền

với nhiệt của RBCs và BSA. Từ đó, giúp RBCs khỏi sự tán huyết và BSA không bị biến tính do nhiệt. Hiệu suất bảo vệ RBCs và ức chế sự biến tính BSA của các cao chiết cây cải trời được trình bày trong Hình 4. Kết quả nghiên cứu cho thấy, các cao chiết cải trời đã thể hiện tốt khả năng bảo vệ RBCs thoát khỏi sự tán huyết do nhiệt với hiệu suất bảo vệ dao động từ 18,73±1,82 đến 67,21±0,23% ở nồng độ 10 đến 200 µg/mL và ức chế sự biến tính BSA với hiệu quả đạt 3,04±0,44 đến 78,82±0,91% ở nồng độ 5 đến 160 µg/mL (Hình 4). Hiệu suất bảo vệ RBCs và ức chế sự biến tính BSA của các cao chiết cây cải trời ở các nồng độ được khảo sát đều khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%.

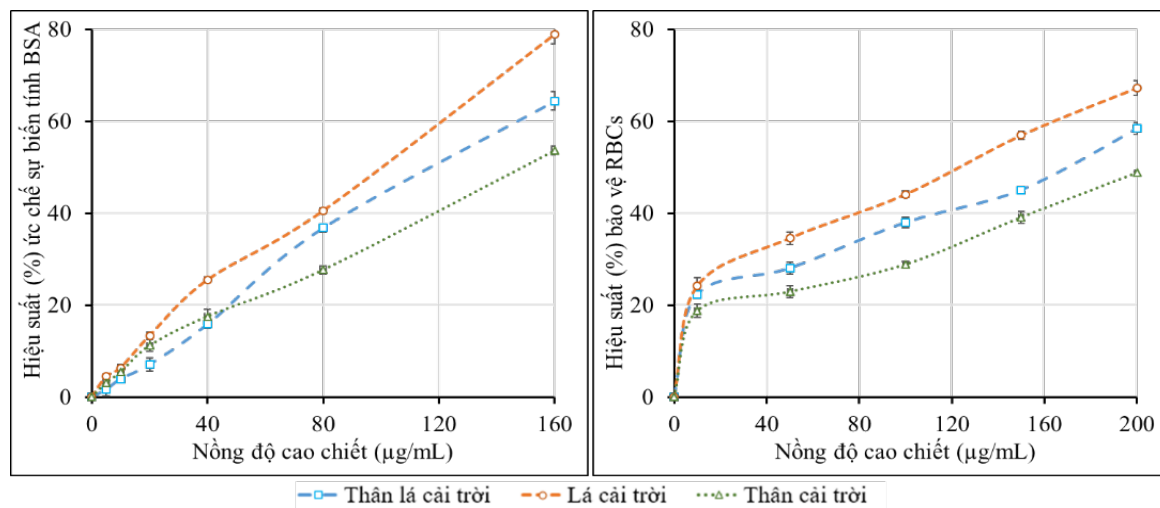
Bảng 2. Giá trị EC₅₀ hoặc Abs_{0,5} của các cao chiết cải trời ở các thử nghiệm kháng oxy hóa và kháng viêm

STT	Phương pháp	Mẫu thử	Phương trình hồi quy tuyến tính	Giá trị EC ₅₀ hoặc Abs _{0,5} (µg/mL)
1	ABTS ⁺⁺	Thân lá cải trời	$y=0,5148x + 2,0937$ ($R^2 = 0,9932$)	93,06 ^b ±0,51
		Lá cải trời	$y= 0,7671x - 2,3505$ ($R^2 = 0,995$)	68,25 ^c ±0,38
		Thân cải trời*	$y = 0,2535x + 11,815$ ($R^2 = 0,996$)	150,64 ^a ±1,87
		Vitamin C	$y=17,938x + 3,3622$ ($R^2=0,9971$)	2,60 ^d ±0,01
2	DPPH	Thân lá cải trời	$y = 0,4807x + 5,3779$ ($R^2 = 0,9921$)	92,83 ^b ±0,34
		Lá cải trời	$y= 0,6086x + 3,2164$ ($R^2 = 0,9989$)	76,87 ^c ±1,05
		Thân cải trời*	$y = 0,318x + 7,4285$ ($R^2 = 0,9962$)	133,89 ^a ±1,94
		Vitamin C	$y=64,285x + 8,5782$ ($R^2=0,9944$)	0,64 ^d ±0,01
3	NO [•]	Thân lá cải trời	$y= 0,4258x + 11,704$ ($R^2 = 0,9964$)	89,94 ^b ±1,15
		Lá cải trời	$y= 0,5294x + 9,7423$ ($R^2 = 0,988$)	76,04 ^c ±0,10
		Thân cải trời*	$y = 0,3346x + 10,905$ ($R^2 = 0,9864$)	116,85 ^a ±0,94
		Vitamin C	$y=0,7342x + 5,7762$ ($R^2=0,9948$)	60,24 ^d ±0,97
4	FRAP	Thân lá cải trời*	$y= 0,0023x + 0,1122$ ($R^2 = 0,9992$)	168,61 ^b ±3,73
		Lá cải trời*	$y= 0,0033x + 0,1113$ ($R^2 = 0,9979$)	117,79 ^c ±1,69
		Thân cải trời*	$y= 0,0023x + 0,1004$ ($R^2 = 0,9981$)	173,74 ^a ±3,55
		Vitamin C	$y=1,9755x + 0,084$ ($R^2=0,9994$)	0,21 ^d ±0,00
5	TAC	Thân lá cải trời	$y= 0,0057x + 0,0886$ ($R^2 = 0,9981$)	72,18 ^b ±1,41
		Lá cải trời	$y= 0,0058x + 0,155$ ($R^2 = 0,9925$)	59,48 ^c ±1,08
		Thân cải trời	$y= 0,0043x + 0,11$ ($R^2 = 0,9962$)	90,70 ^a ±1,18
		Vitamin C	$y=0,0112x - 0,0478$ ($R^2=0,9912$)	47,14 ^d ±0,33
6	RBCs	Thân lá cải trời	$y= 0,1863x + 19,337$ ($R^2 = 0,988$)	167,86 ^b ±1,86
		Lá cải trời	$y= 0,226x + 22,318$ ($R^2 = 0,998$)	122,49 ^c ±4,94
		Thân cải trời*	$y = 0,4678x + 5,965$ ($R^2 = 0,991$)	202,73 ^a ±2,43
		Diclofenac	$y=0,3547x+16,715$ ($R^2=0,9923$)	93,84 ^d ±1,16
7	BSA	Thân lá cải trời	$y = 0,4129x - 0,067$ ($R^2 = 0,9945$)	121,32 ^b ±3,31
		Lá cải trời	$y = 0,4823x + 2,4204$ ($R^2 = 0,995$)	98,36 ^c ±1,19
		Thân cải trời	$y = 0,3238x + 2,3549$ ($R^2 = 0,9917$)	147,22 ^a ±3,92
		Diclofenac	$y=0,5421x + 1,8889$ ($R^2=0,9968$)	88,75 ^d ±0,72

Ghi chú: Các giá trị có mẫu tự (a, b, c, d) theo sau giống nhau trong cùng một phương pháp thì khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê ($p>0,05$). * là giá trị EC₅₀ hoặc Abs_{0,5} được tính dựa trên phương trình hồi quy tuyến tính xây dựng dựa trên dãy nồng độ có hiệu suất ức chế chưa đạt đến 50% hoặc độ hấp thu quang phổ chưa đạt đến 0,5.

Khả năng kháng oxy của các cao chiết cải trời được so sánh với nhau và so sánh với vitamin C bằng cách sử dụng nồng độ ($\mu\text{g/mL}$) mà tại đó cao chiết hay vitamin C khử hoặc trung hòa được 50% gốc tự do ($\text{Abs}_{0,5}$ hoặc EC_{50} , được gọi chung là EC_{50}) được trình bày trong Bảng 2. Theo nghiên cứu của Wahyuningsih et al. (2020), mẫu thử có giá trị EC_{50} thấp hơn $50 \mu\text{g/mL}$ là chất kháng oxy hóa rất mạnh; $50\text{-}100 \mu\text{g/mL}$ là chất kháng oxy hóa mạnh và 101-

$150 \mu\text{g/mL}$ là chất kháng oxy hóa trung bình trong khi chất kháng oxy hóa yếu có giá trị $\text{EC}_{50} > 150 \mu\text{g/mL}$. Kết quả nghiên cứu cho thấy, các cao chiết cải trời có giá trị EC_{50} ở các phương pháp kháng oxy hóa dao động từ $59,48 \pm 1,08$ đến $173,74 \pm 3,55 \mu\text{g/mL}$. Cao chiết thân lá cải trời và cao chiết lá cải trời được xác định là có khả năng kháng oxy mạnh. Cao chiết thân cải trời cho thấy khả năng kháng oxy hóa yếu ở tất cả các phương pháp được khảo sát.



Hình 4. Khả năng kháng viêm *in vitro* của các cao chiết cải trời

Các cao chiết cải trời có khả năng bảo vệ RBCs và ức chế sự biến tính BSA với giá trị EC_{50} dao động từ $98,36 \pm 1,19$ đến $202,73 \pm 2,43 \mu\text{g/mL}$. Cao chiết lá cải trời ($\text{EC}_{50} = 122,49 \pm 4,94 \mu\text{g/mL}$) và cao chiết thân lá cải trời ($\text{EC}_{50} = 167,86 \pm 1,86 \mu\text{g/mL}$) có khả năng bảo vệ RBCs mạnh hơn cao chiết thân cải trời ($\text{EC}_{50} = 202,73 \pm 2,43 \mu\text{g/mL}$) lần lượt là 1,66 và 1,21 lần. Cao chiết lá cải trời ($\text{EC}_{50} = 98,36 \pm 1,19 \mu\text{g/mL}$) và cao chiết thân lá cải trời ($\text{EC}_{50} = 121,32 \pm 3,31 \mu\text{g/mL}$) có hoạt tính ức chế sự biến tính BSA mạnh hơn cao chiết thân cải trời ($\text{EC}_{50} = 147,22 \pm 3,92 \mu\text{g/mL}$) lần lượt là 1,50 và 1,21 lần.

Kết quả thử nghiệm hoạt tính kháng oxy hóa và kháng viêm *in vitro* cho thấy, hoạt tính của các cao chiết cây cải trời tăng dần từ thân < thân lá < lá. Kết quả này có sự tương đồng với hàm lượng polyphenol, flavonoid và alkaloid đã được xác định. Do đó, có thể nói hoạt tính kháng oxy hóa và kháng viêm *in vitro* của các cao chiết cây cải trời được xác định bởi hàm lượng polyphenol, flavonoid và alkaloid có trong cao chiết. Các hợp chất thuộc nhóm polyphenol, flavonoid và alkaloid có thể nhường electron hoặc cung cấp hydro cho các gốc tự do hoặc khử các hợp chất độc hại về trạng thái ổn định, dẫn đến không có hoặc giảm độc tính đối với

các đại phân tử sinh học trong cơ thể. Kết quả nghiên cứu của Hossen et al. (2021) cho thấy, cao ethanol lá cải trời được thu thập từ Bayazid Bostami, Chittagong, Bangladesh có khả năng trung hòa gốc tự do DPPH với giá trị EC_{50} là $133,48 \pm 3,67 \mu\text{g/mL}$. Như vậy, cao chiết lá cải trời trong nghiên cứu của Hossen et al. (2021) có hoạt tính trung hòa gốc tự do DPPH yếu hơn cao chiết từ lá cải trời trong nghiên cứu này 1,74 lần.

3.3. Kết quả hoạt tính kháng khuẩn của các cao chiết cải trời

Các cao chiết của cây cải trời được đánh giá hoạt tính kháng khuẩn thông qua 3 phương pháp là khuếch tán giếng thạch, pha loãng vi mô và đếm sống nhỏ giọt. Đây là những phương pháp phổ biến được sử dụng trong sàng lọc chất kháng khuẩn mới. Cao chiết thân lá cải trời và lá cải trời tạo được đường kính vòng kháng khuẩn với 6 dòng vi khuẩn thử nghiệm. Trong khi đó, cao chiết thân cải trời không tạo được đường kính vòng kháng khuẩn với 6 dòng vi khuẩn thử nghiệm. Do đó, ở các khảo sát tiếp theo nhóm nghiên cứu đã tiến hành đối với cao thân lá cải trời và cao lá cải trời. Cao chiết thân lá cải trời và cao chiết lá cải trời tạo được đường kính vòng kháng khuẩn dao động từ $7,40 \pm 0,36$ đến

19,50±0,70 mm đối với vi khuẩn Gram dương và từ 7,50±0,50 đến 18,40±0,36 mm đối với vi khuẩn Gram âm. Cao chiết thân lá cải trời và cao chiết lá cải trời có nồng độ ức chế tối thiểu dao động từ 250 đến 500 µg/mL đối với vi khuẩn Gram dương và từ 1000 đến 2000 µg/mL đối với vi khuẩn Gram âm. Cao chiết thân lá cải trời và cao chiết lá cải trời có

nồng độ diệt khuẩn tối thiểu dao động từ 500 đến 1000 µg/mL đối với vi khuẩn Gram dương và từ 2000 đến 4000 µg/mL đối với vi khuẩn Gram âm. Như vậy, các cao chiết cải trời có hoạt tính ức chế vi khuẩn Gram dương hiệu quả hơn vi khuẩn Gram âm.

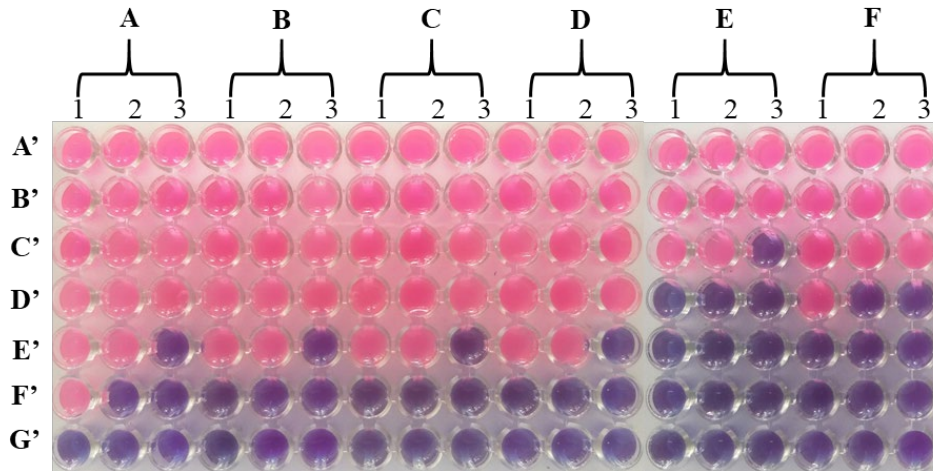
Bảng 3. Đường kính vòng kháng khuẩn của các cao chiết cải trời và tetracyclin

Dòng vi khuẩn	Cao chiết	Đường kính vòng kháng khuẩn ở các nồng độ (µg/mL) cao chiết khác nhau				
		125	250	500	1.000	2.000
<i>Salmonella typhi</i>	Thân lá cải trời	-	-	-	-	7,50 ^a ±0,50
	Thân cải trời	-	-	-	-	-
	Lá cải trời	-	-	-	9,23 ^b ±0,25	11,17 ^a ±0,29
	Tetracyclin	-	-	30,90 ^c ±0,79	35,63 ^b ±0,15	41,73 ^a ±0,64
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Thân lá cải trời	-	-	-	7,83 ^b ±0,15	9,23 ^a ±0,25
	Thân cải trời	-	-	-	-	-
	Lá cải trời	-	-	-	7,83 ^b ±0,15	9,93 ^a ±0,31
	Tetracyclin	-	-	21,20 ^c ±1,11	32,57 ^b ±0,60	40,93 ^a ±0,90
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Thân lá cải trời	-	-	-	8,50 ^b ±0,50	9,33 ^a ±0,58
	Thân cải trời	-	-	-	-	-
	Lá cải trời	-	7,67 ^d ±0,15	12,33 ^c ±0,29	13,43 ^b ±0,40	18,40 ^a ±0,36
<i>Escherichia coli</i>	Tetracyclin	-	-	14,50 ^c ±0,50	23,33 ^b ±0,42	31,30 ^a ±0,27
	Thân lá cải trời	-	-	-	12,73 ^b ±0,40	14,77 ^a ±0,55
	Thân cải trời	-	-	-	-	-
	Lá cải trời	-	-	-	9,50 ^b ±0,50	16,87 ^a ±0,72
<i>Listeria innocua</i>	Tetracyclin	-	-	16,73 ^c ±0,31	27,33 ^b ±0,29	45,40 ^a ±2,95
	Thân lá cải trời	-	-	8,43 ^c ±0,40	14,18 ^b ±0,59	19,50 ^a ±0,70
	Thân cải trời	-	-	-	-	-
	Lá cải trời	-	7,40 ^d ±0,36	9,83 ^c ±0,29	13,93 ^b ±0,31	16,57 ^a ±0,91
<i>Staphylococcus aureus</i>	Tetracyclin	26,67 ^b ±1,53	29,00 ^b ±1,00	33,00 ^a ±1,00	33,67 ^a ±0,58	35,33 ^a ±0,58
	Thân lá cải trời	-	-	7,23 ^c ±0,404	11,83 ^b ±0,351	17,07 ^a ±0,31
	Thân cải trời	-	-	-	-	-
	Lá cải trời	-	7,67 ^d ±0,15	12,33 ^c ±0,29	13,43 ^b ±0,40	18,40 ^a ±0,36
	Kháng sinh	Đường kính vòng kháng vi khuẩn ở các nồng độ (µg/mL) tetracyclin khác nhau				
		10	20	40	80	160
	Tetracyclin	-	-	14,50 ^c ±0,50	23,33 ^b ±0,42	31,30 ^a ±0,27

Ghi chú: Các giá trị có ký tự theo sau trong cùng một hàng giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê ($p > 0,05$). “-” là không có khả năng ức chế.

Bảng 4. Nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC)

Dòng vi khuẩn	Nồng độ ức chế tối thiểu (µg/mL)			Nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (µg/mL)		
	Thân lá	Lá	Tetracyclin	Thân lá	Lá	Tetracyclin
<i>Salmonella typhi</i>	2.000	1.000	500	4.000	2.000	1.000
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	1.000	1.000	500	2.000	2.000	1.000
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1.000	1.000	500	2.000	2.000	1.000
<i>Escherichia coli</i>	1.000	1.000	500	2.000	2.000	1.000
<i>Listeria innocua</i>	500	250	125	1.000	500	250
<i>Staphylococcus aureus</i>	500	250	20	1.000	500	40



Hình 5. Màu sắc của resazurin dưới sự tác động của các dòng vi khuẩn và mẫu thử

Ghi chú: A. *Salmonella typhi*; B. *Vibrio parahaemolyticus*; C. *Pseudomonas aeruginosa*; D. *Escherichia coli*; E. *Listeria innocua*; F. *Staphylococcus aureus*.

1 là cao thân lá cải trời; 2 là cao lá cải trời; 3 là tetracyclin.

A' là vi khuẩn; B' là vi khuẩn + DMSO (dung môi hòa tan mẫu thử); C', D', E', F' và G' lần lượt là vi khuẩn + mẫu thử nồng độ 125, 250, 500 và 1.000 và 2.000 µg/mL. Riêng cao chiết lá cải trời, dòng vi khuẩn *Staphylococcus aureus* (F2) được thử ở dãy nồng độ 31,25, 62,5, 125, 250 và 500 µg/mL; kháng sinh tetracyclin, dòng vi khuẩn *Staphylococcus aureus* (F3) được thử ở dãy nồng độ 10, 20, 40, 80 và 160 µg/mL.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã điều chế và xác định được hàm lượng polyphenol, flavonoid, alkaloid, hoạt tính kháng oxy hóa, kháng viêm và kháng khuẩn của các cao chiết cải trời. Kết quả nghiên cứu cho thấy các loại cao chiết từ cải trời có hoạt tính kháng oxy hóa và kháng viêm. Các cao chiết cải trời có khả năng ức chế các dòng vi khuẩn Gram dương mạnh hơn các dòng vi khuẩn Gram âm. Hoạt tính kháng oxy hóa, kháng viêm và kháng khuẩn của cao chiết lá cải trời tốt hơn các cao chiết còn lại. Điều này có lẽ phụ thuộc vào hàm lượng polyphenol, flavonoid và

alkaloid có trong từng loại cao chiết. Hoạt tính kháng oxy hóa, kháng viêm và kháng khuẩn cho thấy tiềm năng sử dụng các cao chiết cải trời trong chăm sóc sức khỏe.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Cần Thơ đã hỗ trợ kinh phí thực hiện đề tài này. Kết quả nghiên cứu của đề tài này thuộc đề tài khoa học và công nghệ cấp cơ sở do viên chức thực hiện của trường Đại học Cần Thơ với mã số đề tài là T2023-16.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Ashrafi, S., Alam, S., Islam, A., Emon, N. U., Islam, Q. S., & Ahsan, M. (2022). Chemico-biological profiling of *Blumea lacera* (Burm.f.) DC. (Family: Asteraceae) provides new insights as a potential source of antioxidant, cytotoxic, antimicrobial, and anti-diarrheal agents. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 12, 2293415. <https://doi.org/10.1155/2022/2293415>
- Ayukekbong, J. A., Ntemgwa, M. & Atabe, A. N. (2017). The threat of antimicrobial resistance in developing countries: causes and control strategies. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 6, 47. <https://doi.org/10.1186/s13756-017-0208-x>
- Bag, G. C., Devi, P. G., & Bhaigyabati, T. (2015). Assessment of total flavonoid content and antioxidant activity of methanolic rhizome extract of three *Hedychium* species of Manipur Valley. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 30(1), 154-159. <http://globalresearchonline.net/journalcontents/v30-1/28.pdf>
- Basak, S., Singh, P., & Rajurkar, M. (2016). Multidrug resistant and extensively drug resistant bacteria: A study. *Journal of Pathogens*, 2016, 5. <https://doi.org/10.1155/2016/4065603>

- Benzie, L. F. F. & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of 'antioxidant power: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239, 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Bộ Y Tế (2018). *Dược điển Việt Nam V*. Nhà xuất bản Y học.
- Chaity, F. R., Khatun, M., & Rahman, M.S. (2016). In vitro membrane stabilizing, thrombolytic and antioxidant potentials of *Drynaria quercifolia* L., a remedial plant of the Garo tribal people of Bangladesh. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 16, 184-193. <https://doi.org/10.1186/s12906-016-1170-5>
- Chen, L., Deng, H., Cui, H., Fang, J., Zuo, Z., Deng, J., Li, Y., Wang, X., & Zhao, L. (2017). Inflammatory responses and inflammation-associated diseases in organs. *Oncotarget*, 9(6), 7204-7218. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.23208>
- Furman, D., Campisi, J., Verdin, E., Carrera-Bastos, P., Targ, S., Franceschi, C., Ferrucci, L., Gilroy, D. W., Fasano, A., & Miller, G. W. (2019). Chronic inflammation in the etiology of disease across the life span. *Nature Medicine*, 25, 1822-1832. <https://doi.org/10.1038/s41591-019-0675-0>
- Hồ, P. H. (2000). *Cây cỏ Việt Nam*. Nhà xuất bản Trẻ, Thành phố Hồ Chí Minh.
- Hossen, M. A., Ali Reza, A. S. M., Amin M. B., Nasrin, M. S., Khan, T. A., Rajib, M. H. R., & Haque, M. A. (2021). Bioactive metabolites of *Blumea lacera* attenuate anxiety and depression in rodents and computer-aided model. *Food Science & Nutrition*, 9(7), 3836-3851. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2362>
- Iskandar, K., Murugaiyan, J., Hammoudi, H. D., Hage, S. E., Chibabhai, V., Adukkadukkam, S., Roques, C., Molinier, L., Salameh, P., & Van, D. M. (2022). Antibiotic discovery and resistance: The chase and the race. *Antibiotics (Basel)*, 11(2), 182. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11020182>
- Jan, R., Asaf, S., Numan, M., & Lubna, K. K. -M. (2021). Plant secondary metabolite biosynthesis and transcriptional regulation in response to biotic and abiotic stress conditions. *Agronomy*, 11, 968-999. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050968>
- Khair, M. A., Ibrahim, M., Ahsan, Q., Kuddus, M. R., Rashid, R. B., & Rashid, M. A. (2015). Preliminary phytochemical screenings and pharmacological activities of *Blumea lacera* (Burn. f.) DC. *Dhaka University Journal of Pharmaceutical Sciences*, 13(1), 69-73. <https://doi.org/10.3329/dujps.v13i1.21863>
- Khandekar, U., Tippat, S., & Hongade, R. (2013). Investigation on antioxidant, anti-microbial and phytochemical profile of *Blumea lacera* leaf. *International Journal of Biological & Pharmaceutical Research*, 4, 756-761. <https://www.researchgate.net/publication/269108291>
- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., & Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy Reviews*, 4(8), 118-126. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.70902>
- Nenadis, N., Wang, L. F., Tsimidou, M., & Zhang, H. I. (2004). Estimation of scavenging activity of phenolic compounds using the ABTS⁺ assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(15), 4669-4674. <https://doi.org/10.1021/jf0400056>
- Ngan, L. T., Moon, J. K., Kim, J. H., Shibamoto, T., & Ahn, Y. J. (2012). Growth-inhibiting effects of *Paeonia lactiflora* root steam distillate constituents and structurally related compounds on human intestinal bacteria. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(4), 1575-1583. <https://doi.org/10.1007/s11274-011-0961-6>
- Phụng, N. K. P. (2007). *Phương pháp cô lập hợp chất hữu cơ*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh.
- Poulsen-Silva, E., Gordillo-Fuenzalida, F., Velásquez, P., Llancahuén, F. M., Carvajal, R., Cabaña-Brunod, M., & Otero, M. C. (2023). Antimicrobial, antioxidant, and anti-inflammatory properties of monofloral honeys from Chile. *Antioxidants*, 12, 1785. <https://doi.org/10.3390/antiox12091785>
- Prieto, P., Pineda, M. & Aguilar, M. (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of phosphomolybdenum complex: Specific application for the determination of Vitamin E. *Analytical Biochemistry*, 269(2), 337-341. <https://doi.org/10.1006/abio.1999.4019>
- Rathod, N. B., Elabed, N., Punia, S., Ozogul, F., Kim, S. K., & Rocha, J. M. (2023). recent developments in polyphenol applications on human health: A review with current knowledge. *Plants (Basel)*, 12(6), 1217. <https://doi.org/10.3390/plants12061217>
- Satyral, P., Chhetri, B. K., Dosoky, N. S., Shrestha, S., Poudel, A., & Setzer, W. N. (2015). Chemical composition of *Blumea lacera* essential oil from Nepal. Biological activities of the essential oil and (Z)-Lachnophyllum ester. *Natural Product Communications*, 10(10), 1749-1750. <https://doi.org/10.1177/1934578X1501001028>

- Shah, M., Parveen, Z., Khan, M. R. (2017). Evaluation of antioxidant, antiinflammatory, analgesic and antipyretic activities of the stem bark of *Sapindus mukorossi*. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 17, 526-532. <https://doi.org/10.1186/s12906-017-2042-3>
- Shamsa, F., Monsef, H., Ghamooshi, R., & Verdian-rizi, M. (2008). Short report spectrophotometric determination of total alkaloids in some Iranian medicinal plants. *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*, 32, 17-20. <https://www.thaiscience.info/journals/Article/TJPS/10576423.pdf>
- Sharma, O. P. & Bhat, T. K. (2009). DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chemistry*, 113, 1202-1205. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.008>
- Singh, S. P & Mittal, P. K. (2014). Mosquito repellent action of *Blumea lacera* (Asteraceae) against *Anopheles stephensi* and *Culex quinquefasciatus*. *International Journal of Mosquito Research*, 1(1), 10-13. <https://www.dipterajournal.com/vol1issue1/5.1.html>
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventos, R. M. (1999). Analysis of total phenol and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Method Enzymol*, 299, 152-178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Sreejayan, N. & Rao, M. N. A. (1997). Nitric oxide scavenging by curcuminoids. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 49, 105-107. <https://doi.org/10.1111/j.2042-7158.1997.tb06761.x>
- Thawabteh, A., Juma, S., Bader, M., Karaman, D., Scrano, L., Bufo, S. A., & Karaman, R. (2019). The Biological activity of natural alkaloids against herbivores, cancerous cells and pathogens. *Toxins (Basel)*, 11(11), 656. <https://doi.org/10.3390/toxins11110656>
- Twajj, B. M., & Hasan, M. N. (2022). Bioactive secondary metabolites from plant sources: Types, synthesis, and their therapeutic uses. *International Journal of Plant Biology*, 13, 4-14. <https://doi.org/10.3390/ijpb13010003>
- Ullah, A., Munir, S., Badshah, S. L., Khan, N., Ghani, L., Poulson, B. G., & Jaremko, M. (2020). Important flavonoids and their role as a therapeutic agent. *Molecules*, 25(22), 5243. <https://doi.org/10.3390/molecules25225243>
- Wahyuningsih, S. P. A., Savira, N. I. I., Anggraini, D. W., Winarni, D., Suhargo, L., Kusuma, B. W. A., & Mwendolwa, A. A. (2020). Antioxidant and nephroprotective effects of okra pods extract (*Abelmoschus esculentus* L.) against lead acetate-induced toxicity in mice. *Scientifica*, 2020, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2020/4237205>
- Yeshi, K., Crayn, D., Ritmejeriyè, E., Wangchuk, P. (2022). Plant secondary metabolites produced in response to abiotic stresses has potential application in pharmaceutical product development. *Molecules*, 27(1), 313. <https://doi.org/10.3390/molecules27010313>