

XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG POLYPHENOL, FLAVONOID VÀ ĐÁNH GIÁ HOẠT TÍNH CHỐNG OXY HÓA CỦA MỘT SỐ THỰC VẬT TẠI TỈNH KIÊN GIANG

Đến tòa soạn 18-03-2023

Huỳnh Kim Yến^{1,2}, Nguyễn Trọng Tuân^{2*}, Trần Thanh Mến², Nguyễn Quốc Châu Thanh²,
Dương Thị Minh Tho², Trương Thị Tú Trân¹

¹Trường Đại học Kiên Giang, ²Trường Đại học Cần Thơ,

*Email: trongtuan@ctu.edu.vn

SUMMARY

DETERMINATION OF POLYPHENOL, FLAVONOID CONTENT AND ASSESSMENT OF ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF SOME PLANTS IN KIEN GIANG PROVINCE

Kien Giang has a diverse ecosystem with many species of plants used as medicine. Ethanol extracts from 14 plant species collected in Kien Giang were evaluated for total polyphenols, flavonoids and total antioxidant activity. Total phenolic content was determined spectrophotometrically according to Folin–Ciocalteu colorimetric method. Total flavonoid content of ethanolic extracts was determined using aluminum chloride colorimetric method. The total antioxidant capacity was evaluated by the phosphomolybdenum method. The results showed that total phenolic content of ethanolic extracts of the investigated plant species ranged from 82.88 to 671.83 mg GAE/g extract, while the total flavonoid content ranged from 139.90 to 563.93 mg QE/g extract. The highest antioxidant activity was shown in the leaf and fruit extracts of *Sphaerocoryne affinis* (with $Abs_{0.5}$ value of 36.15 $\mu\text{g/mL}$; 44.65 $\mu\text{g/mL}$) that contained the highest concentrations of polyphenols and flavonoids. These plants exhibited strong antioxidant activity and will be potential sources for isolating antioxidants.

Key word: Flavonoid, polyphenol, Kien Giang, antioxidant activity, *Sphaerocoryne affinis*

1. MỞ ĐẦU

Sự tổn thương tế bào và mô do mất cân bằng giữa sự hình thành và trung hòa gốc tự do trong cơ thể, tạo nên hiện tượng stress oxy hóa. Các chất chống oxy hóa tổng hợp hiện nay đã bị nghi ngờ gây ra một số phản ứng phụ cho cơ thể và ảnh hưởng đến sức khỏe người sử dụng [1]. Do đó, thực vật được xem là nguồn cung cấp các chất chống oxy hóa tự nhiên quan trọng cho cơ thể. Các hợp chất chuyển hóa thứ cấp như phenolic và flavonoid từ thực vật ngăn cản quá trình oxy hóa này bằng cách khử các gốc tự do, kìm hãm sự oxy hóa bằng cách oxy hóa chính chúng. Các hợp chất này được tìm thấy trong tất cả các bộ phận của cây như lá, quả, hạt, rễ và vỏ cây [2].

Hầu hết các hệ sinh thái nhiệt đới đều có mặt ở Kiên Giang như hệ sinh thái biển, hệ sinh thái ven bờ, rừng ngập mặn, đầm lầy, rừng tràm ngập nước theo mùa, những cánh rừng nhiệt đới nguyên sinh và thứ sinh trên đảo Phú Quốc, rừng trên núi đá vôi Hòn Chông. Một số loài thực vật có hoạt tính chống oxy hóa mạnh được nghiên cứu ở Kiên Giang như Dây mơ quạ [3], Bí kỷ nam [4], Cát lồi [5], Cóc trắng [6], Muồng trâu [7].... Vì vậy, hệ thực vật ở Kiên Giang có tính đa dạng, phong phú và có tác dụng chữa bệnh.

Trong nghiên cứu này, 14 loài thực vật thu hái tại một số huyện của tỉnh Kiên Giang được điều chế cao chiết với dung môi ethanol 96°. Các cao chiết

ethanol từ các bộ phận như lá, thân, vỏ, trái của thực vật, được phân tích tổng hàm lượng polyphenol, flavonoid và đánh giá hoạt tính chống oxy hóa.

2. THỰC NGHIỆM

2.1 Nguyên liệu

14 loài thực vật khác nhau được tuyển chọn để tiến hành điều chế cao chiết bằng dung môi ethanol 96° bao gồm: Khóm (*Ananas comosus*), Xuyên chi (*Bidens pilosa*), Dứa gai (*Pandanus tectorius*), Đuôi chuột (*Stachytarpheta jamaicensis*), Đước đôi (*Rhizophora apiculata*), Ô rô (*Acanthus ebracteatus*), Bèo cái (*Pistia stratiotes*), Ngọc nữ (*Volkameria inermis*), Rau bọ (*Marsilea quadrifolia*), Cóc đồ (*Lumnitzera littorea*), Bưởi bung (*Glycosmis citrifolia*), Thông đất (*Lycopodiella cenea*), Chùm đuông (*Sphaerocoryne affinis*), Thủy xương bồ (*Acorus calamus*). Mẫu được xác nhận tên khoa học của loài theo tên đã được công bố [8] bởi TS. Nguyễn Thị Kim Huê, Trường Đại học Cần Thơ. Tất cả nguyên liệu được sấy khô để đạt độ ẩm khoảng 10% và nghiền thành bột, bao gói trong các túi PA và bảo quản ở - 60°C.

2.2 Hóa chất và thiết bị

Dung môi dùng để chiết xuất, đánh giá hoạt tính gồm ethanol (96°, 99°), methanol từ hãng Chemsol (Việt Nam) đạt tiêu chuẩn tinh khiết và nước cất.

Hóa chất: axit gallic (Trung Quốc), quercetin (Merck), Folin-Ciocalteu (Merck), Na_2CO_3 (Trung Quốc), AlCl_3 (Trung Quốc), NaNO_2 (Trung Quốc), NaOH (Trung Quốc), H_2SO_4 (Trung Quốc), NaH_2PO_4 (Trung Quốc), $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ (Trung Quốc).

Thiết bị: Máy cô quay dưới áp suất thấp Buchi R-210 của hãng Buchi Thụy Sĩ, máy đo quang phổ (Thermo Scientific, Phần Lan), cân phân tích (Mettler Toledo AB104-S, Phần Lan), máy đo pH (Lab 850, Shott Instruments, Đức), máy ly tâm (CE-marked 4000 vg/p), máy ổn nhiệt (Memmert, Đức),... và các thiết bị khác.

2.3 Điều chế cao chiết ethanol

Bột nguyên liệu được cho vào túi vải, ngâm chiết trong ethanol 96°. Sau khi ngâm 24 giờ, dịch

chiết được lọc qua giấy lọc rồi tiến hành cô quay thu hồi dung môi dưới áp suất thấp thu được cao chiết. Cao chiết được làm khô dưới áp suất thấp để đạt độ ẩm dưới 15% và bảo quản trong túi PE ở - 60°C.

2.4 Định lượng tổng hàm lượng polyphenol và flavonoid

Định lượng polyphenol (TPC): hàm lượng polyphenol tổng được xác định theo phương pháp sử dụng thuốc thử Folin-Ciocalteu theo mô tả của Singleton *et al.* (1999) [9]. Hỗn hợp phản ứng gồm 250 μL cao chiết và 250 μL thuốc thử Folin-Ciocalteu, lắc đều và ủ tối trong 5 phút ở nhiệt độ phòng. Sau đó, thêm vào 250 μL Na_2CO_3 10% rồi ủ 30 phút ở 40°C trong máy ổn nhiệt. Độ hấp thụ quang phổ của hỗn hợp phản ứng được đo ở bước sóng 765 nm. Kết quả được thể hiện bằng đương lượng axit gallic trên gam cao chiết (mg GAE/g cao chiết).

Định lượng flavonoid: hàm lượng flavonoid được xác định bằng phương pháp so màu vì nhóm clorua tạo phức với nhóm keton ở vị trí C-4; nhóm hydroxyl ở C-3 hoặc C-5 của flavon và flavonol [10]. Hỗn hợp phản ứng gồm 200 μL cao chiết, 200 μL nước và 40 μL NaNO_2 5% được lắc đều ủ trong 5 phút. Sau đó, hỗn hợp trên được bổ sung 40 μL AlCl_3 10% và để ở nhiệt độ phòng trong 6 phút. Sau 6 phút, hỗn hợp được thêm 400 μL NaOH 1M và 120 μL nước. Độ hấp thụ quang được đo ở bước sóng 510 nm. Kết quả được thể hiện bằng đương lượng quercetin trên gam cao chiết (mg QE/g cao chiết).

2.5 Phương pháp xác định tổng chất kháng oxy hóa

Tổng chất kháng oxy hóa được xác định theo phương pháp của Prieto *et al.* (1999) [11]. Axit gallic được sử dụng như đối chứng dương. Thử nghiệm được tiến hành như sau: 100 μL mẫu thử ở các nồng độ khảo sát được cho vào 900 μL dung dịch A gồm có H_2SO_4 0,6 M, sodium phosphate 28 mM, ammonium molybdate 4 mM. Hỗn hợp được ủ ở nhiệt độ 95°C trong 90 phút, đo độ hấp thụ quang ở bước sóng 695 nm. Nồng độ cao chiết có độ hấp thụ 0,5 ($\text{Abs}_{0,5}$) được tính toán từ đồ thị độ hấp thụ ở bước sóng 695 nm ở các nồng độ cao chiết khác nhau.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Kết quả định lượng tổng hàm lượng polyphenol và flavonoid

Hoạt tính chống oxy hóa của thực vật chủ yếu được quyết định bởi các hợp chất thứ cấp có hoạt tính sinh học. Nhiều nghiên cứu chứng minh rằng polyphenol và flavonoid là những hợp chất thứ cấp hiện diện ở các loài thực vật có hoạt tính chống oxy hóa và chống lão hóa [12]. Vì vậy, định lượng hàm lượng polyphenol và flavonoid

trong các cao chiết ethanol góp phần quan trọng trong việc xác định hoạt tính chống oxy hóa. Cụ thể, acid gallic thuộc nhóm polyphenol và được sử dụng làm chất chuẩn trong định lượng hàm lượng polyphenol tổng. Đường chuẩn acid gallic được sử dụng để xác định sự hiện diện của nhóm chất phenolic có phương trình đường chuẩn $y = 0,0759x + 0,0346$. Đồng thời, đường chuẩn quercetin sử dụng để xác định sự hiện diện của nhóm chất flavonoid có hệ số $R^2 = 0,9989$ và phương trình đường chuẩn $y = 0,0067x - 0,0025$.

Bảng 1. Tổng hàm lượng polyphenol (TPC) và flavonoid (TFC) của một số loài thực vật

Tên khoa học	Tên thông thường	Bộ phận nghiên cứu	TPC (mg GAE/g cao chiết)	TFC (mg QE/g cao chiết)
<i>Ananas comosus</i>	Khóm	Lá	158,31±1,51 ^l	150,30±0,26 ⁿ
<i>A. ebracteatus</i>	Ô rô	Toàn cây	82,88±2,35 ^p	324,43±4,18 ^f
<i>Acorus calamus</i>	Thủy xương bò	Lá	147,40±2,26 ^m	146,07±4,43 ^{op}
<i>Bidens pilosa</i>	Xuyên chi	Toàn cây	134,42±1,03 ⁿ	212,99±2,07 ^l
<i>G. citrifolia</i>	Bưởi bing	Lá	196,54±4,25 ^f	253,63±2,03 ^k
<i>L. littorea</i>	Cóc đỏ	Lá	453,93±0,87 ^c	337,36±9,05 ^e
<i>L. cenea</i>	Thông đất	Toàn cây	186,30±1,64 ^g	139,90±4,93 ^p
<i>M. quadrifolia</i>	Rau bọ	Toàn cây	239,60±1,20 ^e	307,36±5,03 ^g
<i>P. tectorius</i>	Dứa gai	Trái	179,06±2,21 ^h	382,34±6,12 ^d
<i>Pistia stratiotes</i>	Bèo cái	Toàn cây	100,69±5,97 ^o	182,99±7,48 ^m
<i>R. apiculata</i>	Đước đôi	Vỏ	295,44±1,35 ^d	402,79±2,70 ^c
<i>S. affinis</i>	Chùm đuông	Trái	570,36±3,19 ^b	413,18±3,11 ^b
<i>S. affinis</i>	Chùm đuông	Lá	671,83±1,05 ^a	563,93±2,87 ^a
<i>S. jamaicensis</i>	Đuôi chuột	Toàn cây	185,61±1,28 ^{hk}	279,10±6,02 ^h
<i>V. inermis</i>	Ngọc nữ biển	Lá	105,03±1,82 ^o	278,61±4,23 ^h

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

Kết quả Bảng 1 cho thấy, 15 loại cao chiết ethanol từ các loài thực vật có hàm lượng polyphenol từ 82,88 – 671,83 mg GAE/g cao chiết. Trong đó, hàm lượng polyphenol từ cao chiết lá và trái Chùm đuông cao nhất, có khác biệt ý nghĩa thống kê với các cao chiết còn lại. Trong 14 loài thực vật được khảo sát thì có 4 loài thực vật có hàm lượng polyphenol lớn hơn 200 mg GAE/g cao chiết (gồm Chùm đuông, Cóc đỏ, Rau bọ, Đước đôi) và 10 loài thực vật có hàm lượng polyphenol từ nhỏ hơn 200 mg GAE/g cao chiết. Tương tự kết quả cho thấy hàm lượng flavonoid của 14 loài thực vật có giá trị từ 139,90 - 563,93 mg QE/g cao chiết. Hàm lượng flavonoid cao nhất ở 2 loài thực vật là Chùm đuông, Đước đôi. Tám loài thực vật có hàm lượng flavonoid từ 200 - 400 mg QE/g cao chiết.

Bốn loài thực vật có hàm lượng flavonoid lớn hơn 100 mg QE/g cao chiết.

Kết quả cho thấy, cao chiết ethanol từ lá và trái Chùm đuông có hàm lượng polyphenol và flavonoid khá cao, chứng tỏ chúng có chứa nhiều hợp chất thứ cấp có hoạt tính sinh học. Hàm lượng polyphenol của cao chiết trái Chùm đuông là 570,36 mg GAE/g cao chiết. Trong khi đó, nghiên cứu của Nguyen and Le (2016) [13] đã thực hiện tối ưu hóa điều kiện chiết xuất trái Chùm đuông có hàm lượng polyphenol đạt 179,7 mg/100g chất khô. Mặc khác, hàm lượng polyphenol và flavonoid của lá Chùm đuông cũng khá cao có giá trị lần lượt là 671,83 mg GAE/g cao chiết; 563,93 mg QE/g cao chiết. Điều này được chứng minh trong một số nghiên cứu về thành phần hóa học

của lá Chùm đuông có sự hiện diện các hợp chất như chrysin, pinocembrin, acid benzoic [14], flavokawain-A, acid rutinic [15]. Trong nghiên cứu này, hàm lượng polyphenol và flavonoid của cao chiết ethanol từ Xuyên chi lần lượt là 134,42 mg GAE/g cao chiết; 212,99 mg QE/g cao chiết. Điều này cũng được chứng minh trong nghiên cứu của Adedapo *et al.* (2011) [16] có giá trị lần lượt là 27,08 mg GAE/g chất khô và 0,93 mg QE/g chất khô. Ngoài ra, nhiều tài liệu nghiên cứu cho thấy, polyphenol là các hợp chất có nguồn gốc tự nhiên và có khả năng chống oxy hóa vô cùng hiệu quả. Polyphenol có thể bảo vệ cơ thể, giúp cơ thể chống lại nhiều loại bệnh khác nhau do gốc tự do gây ra [17]. Chính vì vậy, các hợp chất polyphenol và flavonoid cũng góp phần quang trọng trong

hoạt tính chống oxy hóa của các loài thực vật.

3.2 Kết quả hoạt tính kháng oxy hóa

Hoạt tính chống oxy hóa của 15 loại cao chiết được đánh giá bằng phương pháp chống oxy hóa tổng (TAC). Hiệu quả chống oxy hóa của cao chiết được xác định thông qua nồng độ cao chiết có độ hấp thụ 0,5 ($Abs_{0,5}$) sau thử nghiệm, giá trị Abs càng thấp thể hiện khả năng chống oxy hóa của cao chiết càng cao. Hàm lượng chất chống oxy hóa có trong cao chiết được tính tương đương với chất chuẩn axit gallic thông qua phương trình đường chuẩn $y=0,0149x + 0,1212$. Hoạt tính chống oxy hóa của các loại cao chiết bằng phương pháp TAC thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Giá trị $Abs_{0,5}$ của các cao chiết được đánh giá bằng phương pháp TAC

Tên khoa học	Tên thông thường	Phương trình hồi quy tuyến tính	Giá trị $Abs_{0,5}$
<i>Ananas comosus</i>	Khóm	$y = 0,0032x + 0,1291$ ($R^2 = 0,9428$)	$113,41 \pm 0,83^l$
<i>A. ebracteatus</i>	Ô rô	$y = 0,0056x + 0,0051$ ($R^2 = 0,9684$)	$87,97 \pm 4,40^h$
<i>Acorus calamus</i>	Thủy xương bò	$y = 0,0036x - 0,0315$ ($R^2 = 0,9789$)	$146,32 \pm 1,86^n$
<i>Bidens pilosa</i>	Xuyên chi	$y = 0,0024x + 0,0757$ ($R^2 = 0,9774$)	$176,79 \pm 1,19^o$
<i>G. citrifolia</i>	Bưởi bung	$y = 0,0065x - 0,0435$ ($R^2 = 0,9759$)	$83,61 \pm 0,57^g$
<i>L. littorea</i>	Cóc đồ	$y = 0,0104x - 0,039$ ($R^2 = 0,9865$)	$51,86 \pm 1,51^d$
<i>L. cenea</i>	Thông đất	$y = 0,0028x + 0,0017$ ($R^2 = 0,9355$)	$177,98 \pm 0,07^o$
<i>M. quadrifolia</i>	Rau bợ	$y = 0,0062x + 0,0206$ ($R^2 = 0,9935$)	$77,37 \pm 2,05^f$
<i>P. tectorius</i>	Dứa gai	$y = 0,0044x + 0,0836$ ($R^2 = 0,9719$)	$95,38 \pm 1,91^k$
<i>Pistia stratiotes</i>	Bèo cái	$y = 0,0045x - 0,0538$ ($R^2 = 0,9646$)	$122,18 \pm 2,81^m$
<i>R. apiculata</i>	Đước đôi	$y = 0,0084x + 0,0476$ ($R^2 = 0,9909$)	$65,46 \pm 0,96^e$
<i>S. affinis</i>	Trái Chùm đuông	$y = 0,0107x + 0,0207$ ($R^2 = 0,9911$)	$44,65 \pm 0,29^c$
<i>S. affinis</i>	Lá Chùm đuông	$y = 0,0139x - 0,014$ ($R^2 = 0,982$)	$36,15 \pm 1,03^b$
<i>S. jamaicensis</i>	Đuôi chuột	$y = 0,0061x - 0,0403$ ($R^2 = 0,9783$)	$88,10 \pm 1,05^h$
<i>V. inermis</i>	Ngọc nữ biển	$y = 0,0022x - 0,0304$ ($R^2 = 0,9984$)	$237,59 \pm 5,63^p$
Axit gallic	Axit gallic	$y = 0,015x + 0,1206$ ($R^2 = 0,9863$)	$25,31 \pm 0,12^a$

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

Kết quả Bảng 2 cho thấy, 15 mẫu cao chiết ethanol từ các loài thực vật đều thể hiện hoạt tính chống oxy hóa với giá trị $Abs_{0,5}$ trong khoảng 36,15 - 237,59 $\mu\text{g/mL}$. Trong đó, mẫu cao chiết có hoạt tính chống oxy hóa mạnh nhất là lá và trái Chùm đuông và với giá trị $Abs_{0,5}$ lần lượt là 36,15 $\mu\text{g/mL}$; 44,65 $\mu\text{g/mL}$ có khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% với các mẫu còn lại. Một số nghiên cứu về hoạt tính chống oxy hóa đã được báo cáo về chiết xuất nước trái Chùm đuông có khả năng chống oxy hóa mạnh với giá trị IC_{50} là $85,62 \pm 1,05$ $\mu\text{g/mL}$ thể hiện ở phương pháp khử 1,1-diphenyl-

2-picrylhydrazyl (DPPH) [15]. Trong nghiên cứu này, 7 mẫu cao chiết có giá trị $Abs_{0,5}$ trong khoảng 50 -100 là Cóc đồ (51,86 $\mu\text{g/mL}$), Đước đôi (65,46 $\mu\text{g/mL}$), Rau bợ (77,37 $\mu\text{g/mL}$), Bưởi bung (83,61 $\mu\text{g/mL}$), Ô rô (87,97 $\mu\text{g/mL}$), Đuôi chuột (88,10 $\mu\text{g/mL}$), Dứa gai (95,38 $\mu\text{g/mL}$). Sáu mẫu còn lại gồm Khóm (113,41 $\mu\text{g/mL}$), Bèo cái (122,18 $\mu\text{g/mL}$), Thủy xương bò (146,32 $\mu\text{g/mL}$), Xuyên chi (176,79 $\mu\text{g/mL}$), Thông đất (177,98 $\mu\text{g/mL}$), Ngọc nữ biển (237,59 $\mu\text{g/mL}$) có giá trị $Abs_{0,5}$ lớn hơn 100. Hoạt tính chống oxy hóa của các loài thực vật trên cũng đã được chứng minh

trong nhiều nghiên cứu. Cụ thể, theo nghiên cứu của Arulkumar *et al.*, (2020) [18] thì cây Đuối có hoạt tính kháng oxy hóa tổng là $73,34 \pm 0,90\%$ ở nồng độ $100 \mu\text{g/mL}$ trong thử nghiệm TAC. Bên cạnh đó, dịch chiết từ cây Xuyên chi cũng được chứng minh có khả năng chống oxy hóa ở phương pháp thử nghiệm DPPH, ABTS^{•+}, RP, TAC với các giá trị IC₅₀ (Abs_{0,5}) lần lượt là $455,78 \pm 3,28 \mu\text{g/mL}$, $148,68 \pm 2,02 \mu\text{g/mL}$, $462,09 \pm 12,57 \mu\text{g/mL}$ và $139,14 \pm 4,34 \mu\text{g/mL}$ [17]. Tương tự, chiết xuất methanol từ lá của cây Đuối chuột có giá trị Abs_{0,5} là $396,15 \mu\text{gmg}^{-1}$ AAE ở phương pháp TAC [19].

Thực vật có hoạt tính chống oxy hóa mạnh do các hợp chất thứ cấp hiện diện trong cây. Các hợp chất này có khả năng kháng oxy hóa làm giảm quá trình stress oxy hóa ở thực vật, giúp cho cây trồng tăng sức đề kháng với các mầm bệnh. Hoạt tính chống oxy hóa của thực vật chủ yếu được đóng góp bởi các hợp chất hoạt tính sinh học có trong chúng. Cụ thể ở cao chiết Luân thủy cambot và Chùm đuông có hoạt tính chống oxy hóa mạnh nhất do hàm lượng polyphenol và flavonoid cũng cao hơn các mẫu còn lại. Do đó có thể tiến tới nghiên cứu sâu hơn để tìm ra các hợp chất có hoạt tính chống oxy của các loài này. Điều này cũng được Dixon *et al.* (2005) [20] chứng minh rằng các chất chống oxy hóa có nguồn gốc thực vật, đặc biệt là polyphenol và flavonoid, được xem là những chất có khả năng như chống ung thư, chống đái tháo đường, chống oxy hóa và phòng chống các bệnh tim mạch.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu cho thấy sự khác biệt về hàm lượng các hợp chất chống oxy hóa của các loài thực vật tại Kiên Giang. Một số loài thực vật có thể được coi là nguồn chất chống oxy hóa tự nhiên tốt vì cao chiết của chúng được chứng minh có hoạt tính oxy hóa mạnh qua kết quả nghiên cứu này. Hoạt tính cao nhất thể hiện ở cao chiết ethanol cây Luân thủy cambot và Chùm đuông. Kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng polyphenol, flavonoid có mối tương quan với hoạt tính chống oxy hóa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Barlow, S. M., (1990). Toxicological aspects of antioxidants used as food additives. *Food*

antioxidants, 253-307.

[2] Wang, H., Cao, G., Prior, R. L., (1996). Total antioxidant capacity of fruits. *Journal of agricultural and food chemistry*, **44**(3), 701-705.

[3] Nguyễn Trọng Tuấn, Nguyễn Thị Mai Thanh, (2020). Hoạt tính kháng oxy hóa của cao chiết lá dây mò quạ (*Dischidia major*). *Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học*, **25**(2), 123-127.

[4] Mai Nguyễn Ngọc Trác, Nguyễn Ngọc Anh Thơ, Trần Thị Vân Anh, Đỗ Thị Hồng Tươi, (2015). Sàng lọc hoạt tính chống oxy hóa *in vitro* và khả năng độc tế bào ung thư gan HepG2 của cao chiết Bí kỳ nam (*Hydnophytum formicarum* Jack.). *Tạp chí Y học Thành phố Hồ Chí Minh*, **19**(3), 38-44.

[5] Huỳnh Kim Yên, Nguyen Trong Tuan, Tran Thanh Men, (2021). Antioxidant Activity of Ethanolic Extracts of *Artemisia vulgaris*, *Pouzolzia zeylanica* and *Costus speciosus*. *International Journal of Agriculture and Biological Sciences*, **July & Aug.**

[6] Huỳnh Kim Yên, Nguyễn Trọng Tuấn, Trần Thanh Mến, Phùng Thị Hằng, Nguyễn Hoàng Sơn, Trần Hoàng Lâm, Trương Thị Tú Trân, Lê Trung Tín, (2021). Hoạt tính kháng oxy hóa và kháng được của cao chiết ethanol từ lá Cóc trắng (*Lumnitzera racemosa* Willd). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, **57**(5), 44-51.

[7] Huỳnh Kim Yên, Trần Thanh Mến, Nguyễn Trọng Tuấn, Nguyễn Thành Tâm, Huỳnh Thị Cẩm Lan, Phạm Thị Khánh Linh, Trương Thị Tú Trân, (2021). Khảo sát khả năng kháng oxy hóa và kháng khuẩn của cây muồng trâu và Mai dương tại Kiên Giang. *TNU Journal of Science and Technology*, **226**(07), 166-174.

[8] Võ Văn Chi, Trần Hợp, (1999). Cây cỏ có ích ở Việt Nam. Nhà xuất bản Giáo Dục, 711.

[9] Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R. M., (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *In Methods in enzymology*, **299**, 152-178.

[10] Bag, G. C., Devi, P. G., Bhaigyaabati, T. H., (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.

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

[12] Pourreza, N., (2013). Phenolic compounds as potential antioxidant. *Jundishapur journal of natural pharmaceutical products*, **8(4)**, 149-150.

[13] Nguyen, T. Y. L., Le, V. V. M., (2016). Effects of ultrasonic treatment of *Sphaerocoryne affinis* mash on the antioxidant level of fruit juice. *International Food Research Journal*, **23(6)**, 2335-2340.

[14] Adedapo, A., Jimoh, F., Afolayan, A., (2011). Comparison of the nutritive value and biological activities of the acetone, methanol and water extracts of the leaves of *Bidens pilosa* and *Chenopodium album*. *Acta Pol Pharm*, **68(1)**, 83-92.

[15] Kaur, C., Kapoor, H. C., (2002). Antioxidant activity and total phenolic content of

some Asian vegetables. *International Journal of Food Science & Technology*, **37(2)**, 153-161.

[16] Nghi, N. B. T., Uyen, T. T., Anh, H. M., Linh, D. M., Thao, D. T. P., (2022). Rumdul (*Sphaerocoryne affinis*) Antioxidant Activity and Its Potential for Parkinson's Disease Treatment. *Oxidative medicine and cellular longevity*, **2022**.

[17] Arulkumar, A., Kumar, K. S., Paramasivam, S., (2020). Antibacterial and invitro antioxidant potential of Indian mangroves. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, **23(4)**, 101491.

[18] Son, N. H., Tuan, N. T., Tran, T. M., (2022). Investigation of chemical composition and evaluation of antioxidant, antibacterial and antifungal activities of ethanol extract from *Bidens pilosa* L.. *Food Science and Technology*, **42**.

[19] Oo, O., Se, K., Oo, A., (2017). *Stachytarpheta jamaicensis* leaf extract: Chemical composition, antioxidant, anti-arthritic, anti-inflammatory and bactericidal potentials. *Journal of scientific and innovative research*, **6(4)**, 119-125.

[20] Dixon R.A., Xie D.Y., Sharma S.B., (2005). Proanthocyanidins a final frontier in flavan. *New Phytol*, **165(1)**, 9-28.