

THÀNH PHẦN HÓA HỌC VÀ ĐÁNH GIÁ HOẠT TÍNH SINH HỌC CỦA TINH DẦU HOA CÂY BÔNG GIỜ (*CURCUMA COCHINCHINENSIS* GAGNEP.) Ở PHƯỜNG 9, TỈNH PHÚ YÊN

Huỳnh Thị Ngọc Ni*, Lê Thanh Sơn

Trường Đại học Phú Yên

*Email: huynhthingocni@pyu.edu.vn

Ngày nhận bài: 10/05/2023; Ngày nhận đăng: 01/07/2023

Tóm tắt

Hoa cây bông giờ (*Curcuma cochinchinensis* Gagnep.) được thu hái tại phường 9, TP. Tuy Hòa, tỉnh Phú Yên. Tinh dầu hoa cây bông giờ được chiết xuất bằng phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước. Bằng phương pháp sắc ký khối phổ (GC – MS), thành phần hoá học của tinh dầu hoa cây bông giờ được xác định với thành phần chính là curdione (31.01%), 1,8-cineole (20.72%), β -pinene (9.31%) và α -Terpinol (7.71%). Kết quả thử hoạt tính sinh học cho thấy, tinh dầu hoa cây bông giờ có hoạt tính kháng khuẩn đối với bốn chủng vi khuẩn và ức chế một chủng nấm. Ngoài ra, tinh dầu hoa cây bông giờ có hoạt tính kháng oxi hoá cao hơn vitamin C với giá trị IC_{50} tương ứng lần lượt là 13.92 và 15.19 $\mu\text{g/mL}$.

Từ khóa: *Curcuma cochinchinensis* Gagnep., tinh dầu hoa cây bông giờ, GC-MS, kháng khuẩn, kháng oxi hoá.

Chemical composition and bioactivity evaluation of essential oil from *Curcuma cochinchinensis* Gagnep. flower in Ward 9, Phu Yen province

Huynh Thi Ngoc Ni, Le Thanh Son

Phu Yen University

Received: May 10, 2023; Accepted: July 01, 2023

Abstract

The flowers of *Curcuma cochinchinensis* Gagnep. were collected from Ward 9, Tuy Hoa City, Phu Yen province. The essential oil from flowers of *Curcuma cochinchinensis* Gagnep. was obtained by hydrodistillation. The chemical composition of *Curcuma cochinchinensis* essential oil was determined by gas chromatography coupled mass spectrometry (GC-MS) method, with the main constituents including curdione (31.01%), 1,8-cineole (20.72%), β -pinene (9.31%) and α -Terpinol (7.71%). The results of bioactivity test showed that the flower essential oil of *Curcuma cochinchinensis* Gagnep. had antibacterial activity against four microbial strains and inhibited one fungus strain. In addition, the antioxidant activity of the flower essential oil was higher than vitamin C with IC_{50} values of 13.92 and 15.19 $\mu\text{g/mL}$, respectively.

Keywords: *Curcuma cochinchinensis* Gagnep., the flower essential oil, GC-MS, antimicrobial, antioxidant.

1. Giới thiệu

Tinh dầu được chiết xuất từ thực vật được xem là một nguồn dược liệu quan trọng chứa các hợp chất có hoạt tính sinh học. Do đặc tính sinh học khác nhau giữa các tinh dầu bao gồm hương thơm, khả năng thu hút côn trùng, khử trùng, dễ thâm nhập vào da, chống oxy hóa và chống ung thư, vì vậy, tinh dầu được sử dụng rộng rãi trong nông nghiệp, bảo quản thực phẩm, điều trị các bệnh về da, nước hoa, xoa bóp và y học (Bakkali, Averbek, Averbek, & Idaomar, 2008; Dang, Nguyen, Im, & Nguyen, 2016; Edris, 2007).

Chi nghệ (*Curcuma*) thuộc họ Gừng (Zingiberaceae), với khoảng 120 loài phân bố ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới châu Á, đặc biệt là ở Nam và Đông Nam Á (Nguyễn, 2015). Ở Việt Nam, tổng số loài nghệ lên tới 30 loài, điều này cho thấy tính đa dạng cao về thành phần loài nghệ ở nước ta (Nguyen, Le, Hoang, Le, & Nguyen, 2022). Chúng được ứng dụng để làm gia vị và làm thuốc chữa nhiều bệnh khác nhau như tiểu đường, loét dạ dày, rối loạn gan, mụn nhọt, liền da, đau khớp,... (Kaliyadasa & Samarasinghe, 2019).

Cây bông giờ (*Curcuma cochinchinensis* Gagnep.) là một trong những cây thuộc chi nghệ. Cây ra hoa vào tháng 8 và được người dân sử dụng để làm gia vị cho các món ăn và dùng để chữa các bệnh về nhiễm trùng và viêm (Ban, 2000). Trong một số nghiên cứu cho thấy rằng cây bông giờ chứa một lượng lớn tinh dầu với thành phần hóa học chủ yếu bao gồm các hợp chất sesquiterpene (Giang & Son, 2002), trong tinh dầu lá là curdione (33.9 %) và 1,8-cineole (26.3 %), trong tinh dầu của thân rễ nhỏ, thân rễ lớn và rễ chứa cis β -elemenone (11.0 %, 14.5 % và 13.3 %), germacrone (3.8%, 11.3% và 4.3%) và curdione (9.8 %, 8.4 % và 2.5 %) và trong tinh dầu rễ cũng chứa hợp chất 1,8-cineole (13.4 %) (Dung, Truong, Ky, & Leclercq, 1996). Tuy nhiên, cho đến nay, số lượng công bố liên quan đến thành phần hóa học và hoạt tính sinh học của tinh dầu cây bông giờ vẫn còn rất ít. Vì thế, việc nghiên cứu thành phần hóa học và hoạt tính sinh học của tinh dầu cây bông giờ là cần thiết. Trong nghiên cứu này, thành phần hóa học, hoạt tính kháng oxy hóa và hoạt tính kháng khuẩn của tinh dầu hoa cây bông giờ được đề cập. Qua đó, kết quả này sẽ góp phần hoàn thiện hơn hệ thống dữ liệu thành phần hóa học và hoạt tính sinh học của các loài thực vật thuộc chi *Curcuma* ở Việt Nam; định hướng và phát triển các hướng nghiên cứu tiếp theo của chi *Curcuma*.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Nguyên liệu sử dụng để tách tinh dầu trong nghiên cứu này là hoa cây bông giờ (*Curcuma cochinchinensis* Gagnep.) được thu hái vào tháng 8 năm 2022 tại phường 9, thành phố Tuy Hoà, Phú Yên.



Hình 1. Hoa cây bông giờ

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp xử lý mẫu

Mẫu hoa cây bông giờ sau khi thu hái được loại bỏ phần bị hư úa, sâu, rửa sạch và để ráo nước trong bóng râm để tránh thất thoát tinh dầu. Sau đó, nguyên liệu được thái nhỏ và được tiến hành chưng cất lôi cuốn hơi nước để thu tinh dầu.

2.2.2. Phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước

Tinh dầu hoa cây bông giờ được tách chiết bằng phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước. Lấy khoảng 200 gam mẫu hoa cây bông giờ sau khi thái nhỏ cho vào bình 2L của thiết bị chưng cất Clevenger và thêm nước cất vào cho tới khi ngập hoàn toàn mẫu. Sau đó, lắp hệ thống làm lạnh và thu hồi tinh dầu. Quá trình trích ly tinh dầu được tiến hành ở nhiệt độ 100⁰C, áp suất thường trong 4 giờ. Hơi nước tạo thành sẽ lôi cuốn tinh dầu đi lên, sau đó hỗn hợp hơi lỏng tiếp tục vào hệ thống làm nguội và ngưng tụ. Tinh dầu được làm khan bằng muối khan Na₂SO₄ với hàm lượng 5% khối lượng/thể tích tinh dầu. Tinh dầu sau khi chiết tách được bảo quản trong tủ lạnh ở nhiệt độ 4⁰C.

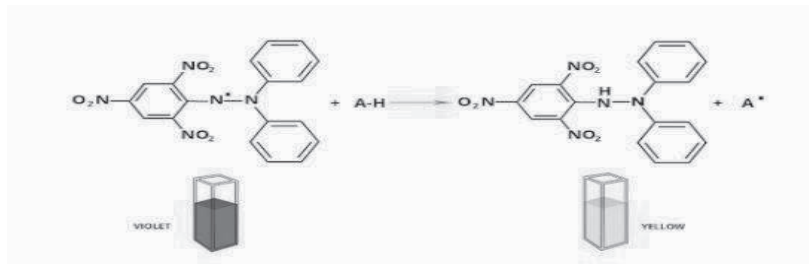
2.2.3. Phương pháp xác định thành phần hoá học

Thành phần hóa học của tinh dầu hoa cây bông giờ được xác định bằng phương pháp sắc ký khí ghép khối phổ GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry), được đo tại Viện Công nghệ Hoá học – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam ở Tp.HCM.

Mẫu tinh dầu (25 μ L) sau khi pha loãng trong 0,5 mL *n*-hexan và hai giọt chloroform được phân tích bởi hệ thống máy Agilent 6890-5973 GCMS, sử dụng cột sắc ký HP-5MS với chiều dài 30 m, đường kính trong (ID) = 0,25 mm, lớp phim mỏng 0,25 μ m. Khối lượng tiêm mẫu là 1,0 μ L và sử dụng khí mang He (1,0 mL/phút). Nhiệt độ buồng bơm mẫu (kỹ thuật chương trình nhiệt độ - PTV) 230⁰C. Nhiệt độ Detector 260⁰C. Chương trình nhiệt độ buồng điều nhiệt 60⁰C (2 phút), tăng 4⁰C/phút cho đến 200⁰C, dừng ở nhiệt độ này trong 5 phút, tăng 10⁰C/phút cho đến 260⁰C, dừng ở nhiệt độ này trong 10 phút. Các chỉ số thời gian lưu của các thành phần tinh dầu được so sánh với thời gian lưu của các mẫu chuẩn trong NIST 3.0.

2.2.4. Phương pháp khử gốc tự do DPPH

Hoạt tính kháng oxy hóa của tinh dầu hoa cây bông giờ được xác định theo phương pháp DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil) được mô tả bởi Sharma and Bhat (Om P. Sharma, 2009) và được thực hiện tại phòng thí nghiệm Hoá học của Trường Đại học Phú Yên. Mỗi mẫu tinh dầu với các nồng độ khác nhau là 12,5; 25,0; 50,0; 100,0 μ g/mL được hoà vào dung dịch DPPH 0,2 mM trong methanol. Hỗn hợp được lắc trong 1 phút và ủ trong bóng tối trong 20 phút ở nhiệt độ phòng, rồi tiến hành đo mật độ quang ở bước sóng 517nm. Vitamin C (ascorbic acid, Sigma Co.) được sử dụng làm đối chứng dương.



Hình 2. Sự thay đổi màu sắc trước và sau phản ứng của dung dịch DPPH

Khả năng bắt gốc tự do DPPH được tính theo công thức sau:

$$\%IC = \frac{OD_{\text{Chứng}} - OD_{\text{Thử}}}{OD_{\text{Chứng}} - OD_{\text{Trắng}}} \times 100\%$$

Trong đó:

OD chứng: độ hấp thu của mẫu đối chứng (không chứa mẫu)

OD thử: độ hấp thu của mẫu

OD trắng: độ hấp thu của mẫu trắng (methanol)

Hoạt tính kháng oxi hoá của tinh dầu được biểu thị bằng giá trị IC_{50} ($\mu\text{g/mL}$) và được định nghĩa là nồng độ của mẫu mà tại đó nó có thể ức chế 50% gốc tự do. Giá trị IC_{50} được xác định dựa vào đường chuẩn $y=ax + b$. Giá trị IC_{50} càng nhỏ thì mẫu có hoạt tính càng cao (Om P. Sharma, 2009).

2.2.5. Hoạt tính kháng vi sinh vật kiểm định

Các chủng vi sinh vật kiểm định bao gồm 6 chủng vi khuẩn và 1 chủng nấm được lấy từ phòng Hoá sinh ứng dụng, Viện Hoá học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam:

- *Bacillus subtilis* (ATCC 6633): là trực khuẩn gram (+), sinh bào tử, thường không gây bệnh

- *Staphylococcus aureus* (ATCC 13709): cầu khuẩn gram (+), gây mủ các vết thương, vết bỏng, gây viêm họng, nhiễm trùng có mủ trên da và các cơ quan nội tạng.

- *Lactobacillus fermentum* (N4): vi khuẩn gram (+), là loại vi khuẩn đường ruột lên men có ích, thường có mặt trong hệ tiêu hóa của người và động vật.

- *Escherichia coli* (ATCC 25922): vi khuẩn gram (-), gây một số bệnh về đường tiêu hóa như viêm dạ dày, viêm đại tràng, viêm ruột, viêm ly trực khuẩn.

- *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 15442): vi khuẩn gram (-), trực khuẩn mủ xanh, gây nhiễm trùng huyết, các nhiễm trùng ở da và niêm mạc, gây viêm đường tiết niệu, viêm màng não, màng trong tim, viêm ruột.

- *Salmonella enterica*: vi khuẩn gram (-), vi khuẩn gây bệnh thương hàn, nhiễm trùng đường ruột ở người và động vật.

- *Candida albicans* (ATCC 10231): nấm men, thường gây bệnh tưa lưỡi ở trẻ em và các bệnh phụ khoa.

Phương pháp pha loãng đa nồng độ trên môi trường lỏng (Broth microdilution method) (Hadacek & Greger, 2000) được sử dụng trong thử nghiệm hoạt tính kháng vi sinh vật kiểm định của mẫu tinh dầu hoa cây bông giò. Đánh giá mức độ kháng khuẩn mạnh hoặc yếu của mẫu tinh dầu thông qua độ đục của môi trường nuôi cấy. Giá trị thể hiện hoạt tính là IC_{50} (50% Inhibitor Concentration: nồng độ ức chế 50%). Giá trị IC_{50} được xác định thông qua giá trị % ức chế vi sinh vật phát triển và phần mềm máy tính Rawdata.

Đánh giá hoạt tính: dịch chiết có $IC_{50} < 100 \mu\text{g/ml}$; chất sạch có $IC_{50} < 25 \mu\text{M}$.

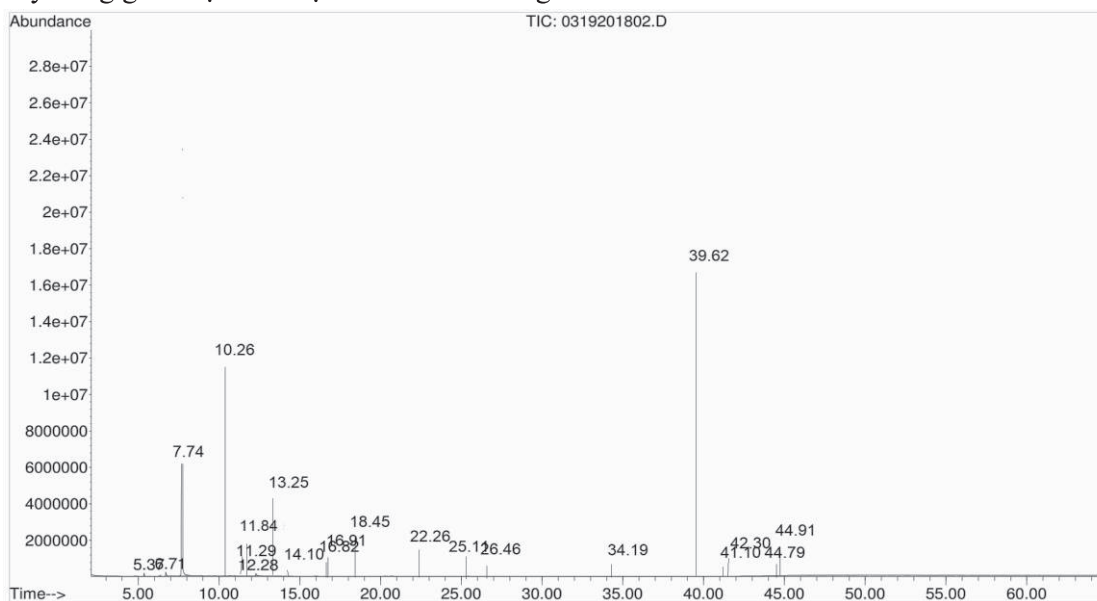
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Thành phần hóa học của tinh dầu

Tinh dầu hoa cây bông giò thu được có màu vàng nhạt, mùi thơm hắc đặc trưng. Hiệu suất trích ly tinh dầu đạt 0.103% (v/w) được tính trên cơ sở trọng lượng tươi. Thành phần hóa học của mẫu tinh dầu được xác định bằng phổ GC-MS ở Viện Công nghệ Hoá học

– Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam ở Tp.HCM.

Kết quả phân tích thành phần hóa học bằng phương pháp GC-MS của tinh dầu hoa cây bông giở được thể hiện ở hình 3 và bảng 1.



Hình 3. Sắc ký đồ GC-MS của tinh dầu hoa cây bông giở

Bảng 1. Thành phần các hợp chất trong tinh dầu hoa cây bông giở

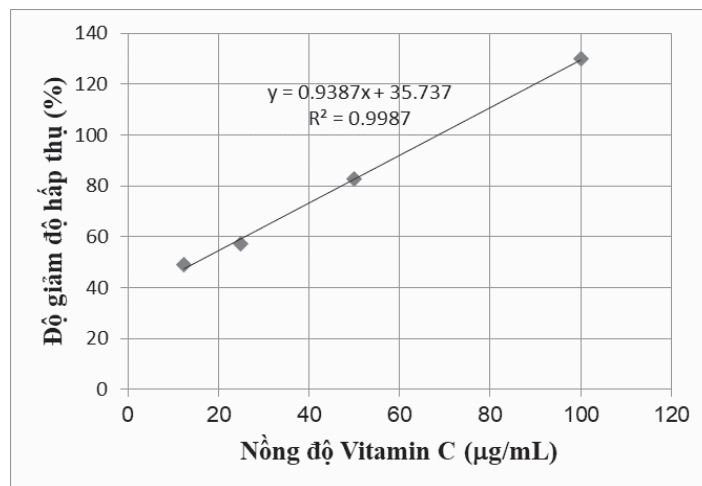
TT	Rt (phút)	Tên chất	Hàm lượng (%)
1	5.37	α -Pinene	0.39
2	6.7	β - Myrcene	0.88
3	7.74	β - Pinene	9.31
4	10.26	1,8-Cineole	20.72
5	11.29	Linalool	1.83
6	11.84	Camphor	2.97
7	12.28	Borneol	0.76
8	13.25	α -Terpinol	7.71
9	14.10	Geranial	0.26
10	16.82	<i>n</i> -Decanol	1.92
11	16.91	β -Elemene	2.41
12	18.45	β -Caryophyllene	4.21
13	22.26	Elemol	3.01
14	25.11	α -Eudesmol	2.78

15	26.46	δ -Cadinene	1.21
16	34.19	Curcumol	1.47
17	39.62	Curdione	31.01
18	41.10	Germacrone	0.84
19	42.30	Neocurdione	1.78
20	44.79	Hexacosane	1.02
21	44.91	Nonacosane	2.12

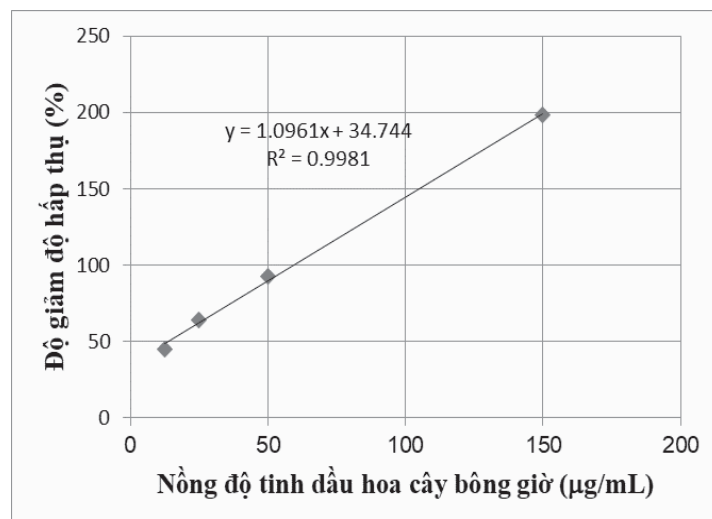
Từ kết quả phân tích trên, tinh dầu hoa cây bông giò có khoảng 21 hợp chất được định danh chiếm 98,61%. Đây là lần đầu tiên thành phần hóa học của tinh dầu hoa cây bông giò được xác định, trong đó thành phần chính của tinh dầu này là curdione (31.01%), 1,8-cineole (20.72%), β -pinene (9.31%) và α -Terpinol (7.71%). Sự xuất hiện của các hợp chất sesquiterpene trong tinh dầu hoa cây bông giò phù hợp với kết quả của các nghiên cứu trước đây (Dung et al., 1996; Oanh, Thanh, Xuyen, Huong, & Ogunwande, 2018). Hợp chất curdione được biết đến là hợp chất có hoạt tính kháng khuẩn, kháng nấm (Naz, Ilyas, Parveen, & Javed, 2010), kháng viêm (Edris, 2007) và hoạt tính chống ung thư (Li et al., 2014). Điều này cho thấy tiềm năng của tinh dầu hoa cây bông giò trong y học, mỹ phẩm...

3.2. Hoạt tính kháng oxi hoá của tinh dầu hoa cây bông giò

Kết quả khảo sát hoạt tính kháng oxi hóa của vitamin C và tinh dầu hoa cây bông giò được trình bày ở Hình 4, Hình 5. Đường chuẩn được xây dựng dựa trên phần trăm độ giảm hấp thụ theo nồng độ thử nghiệm, có dạng $y=ax+b$.



Hình 4. Đồ thị biểu diễn quan hệ của nồng độ vitamin C với độ giảm hấp thụ



Hình 5. Đồ thị biểu diễn quan hệ của nồng độ tinh dầu hoa cây bông giò với độ giảm hấp thụ

Từ phương trình của đồ thị ngoại suy giá trị IC_{50} của vitamin C và tinh dầu hoa cây bông giò lần lượt tương ứng là 15.19; 13.92 µg/mL. Kết quả cho thấy, tinh dầu hoa cây bông giò có hoạt tính kháng oxy hóa mạnh với giá trị IC_{50} là 13.92 µg/mL, so với chất đối chứng vitamin C (giá trị IC_{50} là 15.19 µg/mL). Điều này có thể được giải thích là do sự xuất hiện của hợp chất curdione và 1,8-cineole trong thành phần tinh dầu hoa cây bông giò. Hai hợp chất này đều có được tính mạnh, hoạt tính kháng oxy hóa cao (Perry et al., 2001; Saito et al., 2004). Do đó, cây bông giò là nguồn nguyên liệu tiềm năng để chiết xuất các chất chống oxy hóa tự nhiên.

3.3. Hoạt tính kháng khuẩn của tinh dầu hoa cây bông giò

Hoạt tính kháng khuẩn của tinh dầu hoa cây bông giò được xác định bằng phương pháp pha loãng đa nồng độ trên môi trường lỏng. Kết quả thử hoạt tính của tinh dầu được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả kháng vi sinh vật kiểm định của tinh dầu hoa cây bông giò

	Giá trị IC_{50} (µg/mL)						
	Gram (+)			Gram (-)			Nấm
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Lactobacillus fermentum</i>	<i>Salmonella enterica</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Candida albican</i>
Tinh dầu hoa cây bông giò	24.03±0.05	48.72±0.15	48.72±0.05	>150	48.72±0.05	>150	51.96±0.05
Đối chứng	Ampicillin	0.02±0.005	3.62±0.15	1.03±0.07			
	Cefotaxime				0.43±0.05	0.007±0.002	4.34±0.15
	Nystatin						1.32±0.05

Kết quả cho thấy, tinh dầu hoa cây bông giò có hoạt tính kháng khuẩn đối với 3 chủng Gram (+) gồm *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus fermentum*, 1 chủng Gram (-) *Escherichia coli* và hoạt tính kháng nấm yếu đối với chủng *Candida albican* với giá trị IC_{50} tương ứng lần lượt là 24.03; 48.72; 48.72; 48.72 và 51.96 µg/mL. Hoạt tính kháng khuẩn của tinh dầu hoa cây bông giò có thể được giải thích là do thành

phần của các hợp chất sesquiterpene có trong tinh dầu hoa và hoạt tính kháng nấm do sự xuất hiện của hợp chất curdione (Naz et al., 2010), elemol, eudesmol (Kim et al., 2012; Swamy, Akhtar, & Sinniah, 2016) trong tinh dầu này.

4. Kết luận

Tinh dầu hoa cây bông giở trồng ở Phú Yên đã được chiết xuất bằng phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước với hàm lượng 0.103% (v/w) được tính trên cơ sở trọng lượng tươi. Hoa cây bông giở chứa một lượng đáng kể tinh dầu với thành phần chính trong tinh dầu hoa cây bông giở là curdione (31.01%), 1,8-cineole (20.72%), β -pinene (9.31%) và α -Terpinol (7.71%). Tinh dầu hoa cây bông giở được tiến hành đánh giá hoạt tính sinh học. Kết quả thử hoạt tính sinh học cho thấy, tinh dầu hoa cây bông giở có tác dụng ức chế 5 chủng vi sinh vật bao gồm 3 chủng vi khuẩn Gram (+) là *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus fermentum*, 1 chủng vi khuẩn Gram (-) là *Escherichia coli* và 1 chủng nấm *Candida albican* với giá trị IC_{50} tương ứng lần lượt là 24.03; 48.72; 48.72; 48.72 và 51.96 $\mu\text{g/mL}$. Ngoài ra, tinh dầu lá cây bông giở có hoạt tính kháng oxi hoá cao hơn vitamin C ứng với giá trị IC_{50} tương ứng lần lượt là 13.92 và 15.19 $\mu\text{g/mL}$. Đây là cơ sở khoa học cho thấy cây bông giở có thể được sử dụng như chất kháng khuẩn và chất chống oxi hoá tự nhiên \square

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bakkali, Fadil, Averbeck, Simone, Averbeck, Dietrich, & Idaomar, Mouhamed (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food chemical toxicology*, 46(2), 446-475. doi:10.1016/j.fct.2007.09.106
- Ban, Nguyen Tien. (2000). Flora of Vietnam. *Science and Technics Publishing House, Hanoi, Viet Nam*.
- Dang, Chi-Hien, Nguyen, Cong-Hao, Im, Chan, & Nguyen, Thanh-Danh (2016). Synthesis and application of pheromones for integrated pest management in Vietnam. *Integrated Pest Management : Environmentally Sound Pest Management*, 103-127. <https://doi.org/10.5772/63768>
- Dung, NX, Truong, PX, Ky, PT, & Leclercq, PA (1996). Chemical composition of the essential oils of *Curcuma cochinchinensis* Gagnep. from Vietnam. *ACGC Chemical Research Communications*, 5, 11-16.
- Edris, Amr E (2007). Pharmaceutical and therapeutic potentials of essential oils and their individual volatile constituents: a review. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 21(4), 308-323. <https://doi.org/10.1002/ptr.2072>
- Giang, PM, & Son, PT. (2002). Study on sesquiterpenoids from *Curcuma cochinchinensis* Gagnep., Zingiberaceae. *Tap Chi Hoa Hoc*, 40(2), 108-112.
- Hadacek, Franz, & Greger, Harald. (2000). Testing of antifungal natural products: methodologies, comparability of results and assay choice. *Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and Biochemical Techniques*, 11(3), 137-147. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1565\(200005/06\)11:3%3C137::AID-PCA514%3E3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1565(200005/06)11:3%3C137::AID-PCA514%3E3.0.CO;2-I)

- Kaliyadasa, Ewon, & Samarasinghe, Bhagya A (2019). A review on golden species of Zingiberaceae family around the world: Genus Curcuma. *Afr. J. Agric. Res*, 14(9), 519-531. Doi: 10.5897/AJAR2018.13755
- Kim, Seon-Hong, Lee, Su-Yeon, Hong, Chang-Young, Jeong, Han-Seob, Park, Mi-Jin, Choi, In-Gyu %J Journal of the Korean Wood Science, & Technology. (2012). Antifungal activity of essential oil from *Cryptomeria japonica* against dermatophytic fungi. *Journal of the Korean Wood Science Technology*, 40(4), 276-286. <https://doi.org/10.5658/WOOD.2012.40.4.276>
- Li, Juan, Bian, Wei-He, Wan, Juan, Zhou, Jing, Lin, Yan, Wang, Ji-Rong, . . . Wang, Ke-Ming. (2014). Curdione inhibits proliferation of MCF-7 cells by inducing apoptosis. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 15(22), 9997-10001. <https://doi.org/10.7314/APJCP.2014.15.22.9997>
- Naz, Shagufta, Ilyas, Saiqa, Parveen, Zahida, & Javed, Sumera (2010). Chemical analysis of essential oils from turmeric (*Curcuma longa*) rhizome through GC-MS. *Asian Journal of Chemistry*, 22(4), 3153.
- Nguyen, Danh Duc, Le, Tuan Anh, Hoang, Quoc Huy, Le, Quoc Thuong, & Nguyen, Emmy (2022). Two new taxa of *Curcuma* sect. *Ecomata* (Zingiberaceae: Zingibereae), from coastal central Vietnam. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(5). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230531>
- Nguyễn, Thị Thúy Vân. (2015). *Nghiên cứu đặc điểm hình thái một số loài thuộc chi Cleidion Bl., họ Thầu dầu-Euphorbiaceae ở Việt Nam.*
- Oanh, Pham, Thanh, Nguyen, Xuyen, Do, Huong, Le, & Ogunwande, Isiaka (2018). The Rhizome Essential Oil of *Curcuma cochinchinensis* Gagnep from Vietnam. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21(6), 1669-1673. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2018.1562384>
- Om P. Sharma, Tej K. Bhat. (2009). DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chemistry*, 113, 1202–1205. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.008>
- Perry, Nicolette SL, Houghton, Peter J, Sampson, Julia, Theobald, Anthony E, Hart, Stephen, Lis-Balchin, Maria, . . . Milligan, Stuart (2001). In-vitro activity of *S. lavandulaefolia* (Spanish sage) relevant to treatment of Alzheimer's disease. *Journal of Pharmacy pharmacology*, 53(10), 1347-1356. <https://doi.org/10.1211/0022357011777846>
- Saito, Yoshiro, Shiga, Akira, Yoshida, Yasukazu, Furuhashi, Takuya, Fujita, Yoji, & Niki, Etsuo (2004). Effects of a novel gaseous antioxidative system containing a rosemary extract on the oxidation induced by nitrogen dioxide and ultraviolet radiation. *Bioscience, biotechnology, biochemistry*, 68(4), 781-786. <https://doi.org/10.1271/bbb.68.781>
- Swamy, Mallappa Kumara, Akhtar, Mohd Sayeed, & Sinniah, Uma Rani (2016). Antimicrobial properties of plant essential oils against human pathogens and their mode of action: an updated review. *vidence-based complementary alternative medicine*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/3012462>