

## THÀNH PHẦN HÓA HỌC VÀ HOẠT TÍNH SINH HỌC CỦA TINH DẦU THÂN RỄ CÂY BÔNG GIỜ (*CURCUMA COCHINCHINENSIS* GAGNEP.) Ở TỈNH PHÚ YÊN

Huỳnh Thị Ngọc Ni

Trường Đại học Phú Yên

Email: [huyhthingocni@pyu.edu.vn](mailto:huyhthingocni@pyu.edu.vn)

Ngày nhận bài: 31/01/2023; Ngày nhận đăng: 01/06/2023

### Tóm tắt

Tinh dầu thân rễ cây bông giờ (*Curcuma cochinchinensis* Gagnep.) được chiết xuất bằng phương pháp chưng cất hơi nước. Thành phần hoá học của tinh dầu thân rễ cây bông giờ được xác định bằng phương pháp sắc ký khối phổ (GC – MS) với thành phần chính là  $\beta$ -pinene (12.93%),  $\alpha$ -terpinol (11.08%), curcumol (14.76%), germacrone (14,03%), neocurdione (13.54%). Kết quả thử hoạt tính sinh học cho thấy, tinh dầu thân rễ cây bông giờ có hoạt tính kháng khuẩn đối với ba chủng vi khuẩn và ức chế một chủng nấm. Ngoài ra, tinh dầu thân rễ cây bông giờ có hoạt tính kháng oxi hoá cao hơn vitamin C với giá trị  $IC_{50}$  tương ứng lần lượt là 14,06 và 16,12  $\mu\text{g/mL}$ .

**Từ khóa:** *Curcuma cochinchinensis* Gagnep., thân rễ, tinh dầu, kháng oxi hoá, kháng khuẩn.

### Chemical composition and bioactivity of the rhizome essential oil from *Curcuma cochinchinensis* Gagnep. in Phu Yen province

Huynh Thi Ngoc Ni

Phu Yen University

Received: January 31, 2023; Accepted: June 01, 2023

### Abstract

The rhizome essential oil of *Curcuma cochinchinensis* Gagnep is obtained by hydrodistillation. The chemical composition of *Curcuma cochinchinensis* Gagnep essential oil is determined by gas chromatography coupled mass spectrometry (GC-MS) method, with the main constituents including  $\beta$ -pinene (12.93%),  $\alpha$ -terpinol (11.08%), curcumol (14.76%), germacrone (14,03%), neocurdione (13.54%). The results of bioactivity test showed that the rhizome essential oil of *Curcuma cochinchinensis* Gagnep. had antibacterial activity against three microbial strains and inhibited one fungus strain. In addition, the antioxidant activity of the rhizome essential oil was higher than vitamin C with  $IC_{50}$  values of 14,06 and 16,12  $\mu\text{g/mL}$ , respectively.

**Keywords:** *Curcuma cochinchinensis* Gagnep., rhizome, essential oil, antioxidant, antimicrobial.

## 1. Giới thiệu

Chi nghệ (*Curcuma*) là một trong những chi thực vật đa dạng về chủng loại, phong phú về thành phần hoá học, được phân bố hầu hết trên khắp Việt Nam và nhiều nước trên thế giới (Vũ Ngọc Lộ & Phạm Thị Ánh Tuyết, 1997). 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,... (Ewon Kaliyadasa & Samarasinghe, 2019). Từ đó, các nhà khoa học trên thế giới cũng như ở Việt Nam không ngừng nghiên cứu và sử dụng nhiều loài khác nhau thuộc chi này. Cây bông giờ (*Curcuma cochinchinensis* Gagnep.) là một trong những cây thuộc chi nghệ. Cây cao khoảng 40-60 cm, lá có hình bầu dục, mặt trên nhẵn nhụi, mặt dưới có lông nhung mịn, cuống có rãnh, nhiều lông mỏng, mép dài. Thân rễ mỏng, có nhiều nhánh. Cánh hoa tròn dài, bầu nhụy nhiều lông, bao phấn có cựa nhỏ ở đáy, môi như vương dài, tiểu nhụy lép to gần bằng (Ban, 2000; Phạm Hoàng Hộ, 1999). 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 về cây bông giờ cho thấy: Cây bông giờ chứa một lượng lớn tinh dầu với thành phần hoá học trong tinh dầu bao gồm các hợp chất sesquiterpene (Phan Minh Giang, 2002), thành phần hóa học chủ yếu 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  $\beta$ -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, ở Việt Nam có rất ít nghiên cứu về thành phần hoá học và hoạt tính sinh học của tinh dầu cây bông giờ. Do đó, trong nghiên cứu này, chúng tôi khảo sát một cách toàn diện hơn về tinh dầu của thân rễ cây bông giờ được trồng ở miền Trung Nam Bộ Việt Nam nhằm so sánh rõ hơn về thành phần các hợp chất có trong tinh dầu giữa các loài *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 thân rễ cây bông giờ (*Curcuma cochinchinensis* Gagnep.) được thu hái vào tháng 9 năm 2022 tại phường 9, thành phố Tuy Hoà, Phú Yên.



Hình 1. Cây bông giờ

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Phương pháp xử lý mẫu

Nguyên liệu sau khi thu hái được loại bỏ tạp chất và được phơi khô ngoài không khí ở nhiệt độ phòng trong hai tuần để giảm độ ẩm. Sau đó, nguyên liệu được xay thành bột và

được bảo quản ở nhiệt độ tủ lạnh 4°C đến khi nghiên cứu.

#### 2.2.2. Phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước

Tinh dầu thân rễ cây bông giở được tách chiết bằng phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước. Lấy khoảng 200 gam bột khô của thân rễ cây bông giở cho vào bình 2L của thiết bị chưng cất Clevenger và thêm nước cất vào cho tới khi ngập hoàn toàn mẫu. Quá trình trích ly tinh dầu được tiến hành ở nhiệt độ 100°C, 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. Thu hồi tinh dầu bằng phương pháp bổ sung muối khan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 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 4°C.

#### 2.2.3. Phương pháp xác định thành phần hoá học

Thành phần hóa học của tinh dầu 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 (25µL) 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 µm. Khối lượng tiêm mẫu là 1,0 µL và sử dụng khí mang He (1,0 mL/phút). Nhiệt độ buồng bơm mẫu (kỹ thuật chương trình nhiệt độ - PTV) 230°C. Nhiệt độ Detector 260°C. Chương trình nhiệt độ buồng điều nhiệt 60°C (2 phút), tăng 4°C/phút cho đến 200°C, dừng ở nhiệt độ này trong 5 phút, tăng 10°C/phút cho đến 260°C, 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 oxi hóa của tinh dầu thân rễ cây bông giở 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 µg/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. Hoạt tính kháng oxi hoá của tinh dầu được biểu thị bằng giá trị IC<sub>50</sub> (µg/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<sub>50</sub> càng nhỏ thì mẫu có hoạt tính càng cao (Om P. Sharma, 2009).

#### 2.2.5. Đánh giá hoạt tính kháng khuẩn

Hoạt tính kháng khuẩn của tinh dầu tinh dầu thân rễ cây bông giở được xác định theo phương pháp pha loãng đa nồng độ trên môi trường lỏng (Broth microdilution method) (Hadacek & Greger, 2000). Các chủng vi sinh vật thử nghiệm 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 mũ các vết thương, vết bỏng, gây viêm họng, nhiễm trùng có mũ 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 mũ 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.

Giá trị  $IC_{50}$  được xác định thông qua giá trị % ức chế vi sinh vật phát triển và phần mềm máy tính Rawdata.

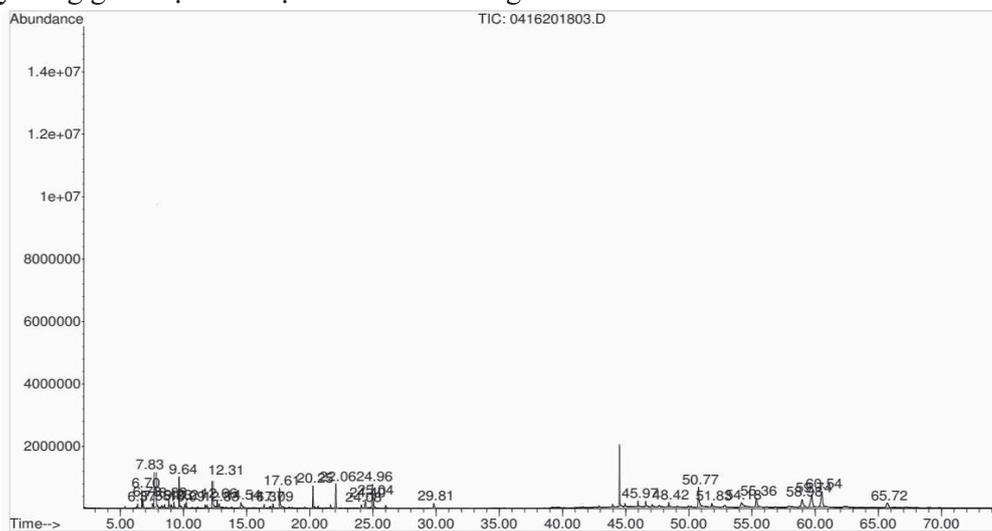
Đánh giá hoạt tính: dịch chiết có  $IC_{50} < 100 \mu\text{g/ml}$ ; chất sạch có  $IC_{50} < 25 \mu\text{M}$ .

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Thành phần hóa học của tinh dầu

Tinh dầu thân rễ của cây bông giở thu được có màu vàng nhạt. 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 thân rễ cây bông giở được thể hiện ở hình 2 và bảng 1.



Hình 2. Sắc ký đồ GC-MS của tinh dầu thân rễ cây bông giở

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

TT	Rt	Tên chất	Hàm lượng (%)
1	6.37	1R- $\alpha$ -Pinene	0.18

2	6.70	$\beta$ -Myrcene	0.84
3	6.79	Hemellitol	0.59
4	7.54	Mesitylene	0.37
5	7.79	Camphor	2.84
6	7.83	$\beta$ -pinene	12.93
7	8.85	1-Octanol	0.62
8	9.24	1,8-Cineole	0.36
9	9.64	$\beta$ -Linalool	1.61
10	10.09	Isodurene	0.25
11	10.22	Durene	0.42
12	12.31	$\alpha$ -Terpinol	11.08
13	12.66	Isoborneol	0.48
14	12.82	Borneol	0.25
15	14.54	n-Decanol	0.91
16	16.38	$\beta$ -Elemene	0.21
17	17.09	Geranial	0.32
18	17.61	Geraniol acetate	1.49
19	20.25	Germacrene D	5.38
20	22.06	Elemol	3.71
21	24.08	$\beta$ -Caryophyllene	0.26
22	24.41	Hỗn hợp có chứa $\gamma$ -Eudesmol	0.92
23	24.96	$\beta$ -Eudesmol	7.95
24	25.04	$\alpha$ -Eudesmol	0.74
25	29.81	$\alpha$ -Amorphene	0.50
26	45.97	Heptacosane	0.52
27	48.42	Cis- $\beta$ -Elemenone	0.47
28	50.77	Curcumol	14.76
29	51.83	Hentriacontane	0.37
30	54.18	$\tau$ -Cadinol	1.31
31	55.36	1,30-Triacontanediol	1.54

32	58.98	Germacrone	14,03
33	59.74	Lupenone	2.98
34	60.54	Neocurdione	13.54
35	65.72	(Z)-13-Docosenamide	1.14

Từ kết quả phân tích, tinh dầu thân rễ cây bông giò có khoảng 35 hợp chất được định danh chiếm 91,84%. Thành phần chính của tinh dầu thân rễ cây bông giò tại thành phố Tuy Hoà, Phú Yên là  $\beta$ -pinene (12.93%),  $\alpha$ -terpinol (11.08%), curcumol (14.76%), germacrone (14,03%), neocurdione (13.54%). Sự xuất hiện của các hợp chất sesquiterpene trong tinh dầu thân rễ cây bông giò phù hợp với kết quả của các nghiên cứu trước đây (Dung et al., 1996; Oanh, Thanh, Xuyen, Huong, & Ogunwande, 2018).

Trong một nghiên cứu gần đây của tác giả Phạm Oanh đã nghiên cứu thành phần hoá học của tinh dầu thân rễ cây bông giò được thu hái ở tỉnh Tuyên Quang, cho thấy 34 hợp chất được xác định với 5 thành phần chính là curcumol (29,5%), neocurdione (28,2%), cis- $\beta$ -elemenone (5,5%),  $\beta$ -pinene (5,1%),  $\beta$ -eudesmol (4,8%) (Oanh et al., 2018). Hàm lượng và thành phần của tinh dầu thân rễ cây bông giò ở thành phố Tuy Hoà, tỉnh Phú Yên khác so với tinh dầu thân rễ cây bông giò tại tỉnh Tuyên Quang (Bảng 2). Trong đó, hàm lượng của hợp chất 1,8-cineole (0,36%),  $\alpha$ -terpinol (11.08%) và germacrone (14,03%) trong tinh dầu ở Phú Yên cao hơn hàm lượng của các hợp chất này trong tinh dầu ở tỉnh Tuyên Quang. Tuy nhiên, hàm lượng của hợp chất cis- $\beta$ -elemenone (0,47%), curcumol (14,76%) và neocurdione (13,54%) trong tinh dầu cây bông giò trồng ở Phú Yên thấp hơn hàm lượng của các hợp chất này trong tinh dầu cây bông giò trồng ở tỉnh Tuyên Quang. Điều này chứng tỏ thành phần và hàm lượng sẽ phụ thuộc vào vị trí địa lý, điều kiện khí hậu, thổ nhưỡng và thời gian thu hái.

**Bảng 2.** So sánh các thành phần hóa học chính của tinh dầu thân rễ cây bông giò ở tỉnh Phú Yên với tỉnh Tuyên Quang

TT	Tên chất	Hàm lượng (%)	
		Phú Yên	Tuyên Quang (Oanh et al., 2018)
1	1R- $\alpha$ -Pinene	0.18	-
2	$\beta$ -Myrcene	0.84	-
3	Hemellitol	0.59	-
4	Mesitylene	0.37	-
5	Camphor	2.84	1.7
6	$\beta$ -pinene	12.93	5.1
7	1-Octanol	0.62	-
8	1,8-Cineole	0.36	0.1

9	$\beta$ -Linalool	1.61	1.4
10	Isodurene	0.25	-
11	Durene	0.42	-
12	$\alpha$ -Terpinol	11.08	0.2
13	Isoborneol	0.48	1.2
14	Borneol	0.25	0.4
15	n-Decanol	0.91	-
16	$\beta$ -Elemene	0.21	1.0
17	Geranial	0.32	0.1
18	Geraniol acetate	1.49	0.1
19	Germacrene D	5.38	-
20	Elemol	3.71	-
21	$\beta$ -Caryophyllene	0.26	-
22	Hỗn hợp có chứa $\gamma$ -Eudesmol	0.92	-
23	$\beta$ -Eudesmol	7.95	4.8
24	$\alpha$ -Eudesmol	0.74	-
25	$\alpha$ -Amorphene	0.50	0.1
26	Heptacosane	0.52	-
27	Cis- $\beta$ -Elemenone	0.47	5.5
28	Curcumol	14.76	29.5
29	Hentriacontane	0.37	-
30	$\tau$ -Cadinol	1.31	0.9
31	1,30-Triacontanediol	1.54	-
32	Germacrone	14,03	1.4
33	Lupenone	2.98	-
34	Neocurdione	13.54	28.2
35	(Z)-13-Docosenamide	1.14	1.8

### 3.2. Hoạt tính kháng oxi hoá của tinh dầu thân rễ cây bông giở

Hoạt tính kháng oxi hoá của tinh dầu thân rễ cây bông giở được xác định bằng phương pháp DPPH. Kết quả được trình bày ở bảng 3 cho thấy, khả năng kháng oxi hóa của

tinh dầu thân rễ cây bông giờ cao hơn vitamin C với giá trị  $IC_{50}$  tương ứng lần lượt là 14,06 và 16,12  $\mu\text{g/mL}$ . Điều này cho thấy cây bông giờ là nguồn nguyên liệu tiềm năng để chiết xuất chất chống oxy hóa tự nhiên.

**Bảng 3.** Hoạt tính kháng oxy hoá của tinh dầu thân rễ cây bông giờ

Mẫu	Giá trị $IC_{50}$ ( $\mu\text{g/mL}$ )
Tinh dầu thân rễ cây bông giờ	14,06
Vitamin C	16,12

### 3.3. Hoạt tính kháng khuẩn của tinh dầu thân rễ cây bông giờ

Hoạt tính kháng khuẩn của tinh dầu thân rễ cây bông giờ 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 4. Từ đó cho thấy, tinh dầu thân rễ cây bông giờ có hoạt tính kháng khuẩn đối với chủng *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* và hoạt tính kháng nấm *Candida albican* với giá trị  $IC_{50}$  tương ứng lần lượt là 46,87; 41,73; 51,30; 63,33  $\mu\text{g/mL}$ . Tinh dầu thân rễ cây bông giờ có hoạt tính kháng khuẩn có thể được giải thích là do thành phần của các hợp chất sesquiterpene có trong tinh dầu thân rễ (Swamy, Akhtar, & Sinniah, 2016) và hoạt tính kháng nấm do sự xuất hiện của hợp chất elemol, eudesmol trong tinh dầu này (Kim et al., 2012; Swamy et al., 2016).

**Bảng 4.** Hoạt tính kháng vi sinh vật kiểm định của tinh dầu thân rễ cây bông giờ

Chủng vi sinh vật và nấm kiểm định		Giá trị $IC_{50}$ ( $\mu\text{g/mL}$ )			
		Tinh dầu thân rễ cây bông giờ	Ampicillin	Cefotaxime	Nystatin
Gram (+)	<i>Staphylococcus aureus</i>	46,87±0,18	0,02±0,005		
	<i>Bacillus subtilis</i>	41,73±0,20	3,62±0,15		
	<i>Lactobacillus fermentum</i>	>150	1,03±0,07		
Gram (-)	<i>Salmonella enterica</i>	>150		0,43±0,05	
	<i>Escherichia coli</i>	51,30±0,10		0,007±0,002	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	>150		4,34±0,15	
Nấm	<i>Candida albican</i>	63,33±0,14			1,32±0,05

## 4. Kết luận

Trong bài báo này, chúng tôi đã tiến hành khảo sát thành phần hóa học của tinh dầu thân rễ cây bông giờ tạo cơ sở khoa học để giải thích cho hoạt tính sinh học của tinh dầu thân rễ cây bông giờ. Kết quả thử hoạt tính sinh học cho thấy, tinh dầu thân rễ cây bông giờ có hoạt tính kháng khuẩn đối với 4 chủng vi khuẩn gồm *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* và hoạt tính kháng nấm *Candida albican*. Ngoài ra, tinh dầu thân rễ cây bông giờ có hoạt tính kháng oxy hoá cao hơn vitamin C. Đây là cơ sở khoa học cho thấy cây bông giờ có thể được sử dụng như chất kháng khuẩn và chống oxy hoá tự nhiên □

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- Ban, NT. (2000). Flora of Vietnam. *Science and Technics Publishing House, Hanoi, Viet Nam*.
- 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.
- Ewon Kaliyadasa, & Samarasinghe, Bhagya A. (2019). A review on golden species of Zingiberaceae family around the world: Genus *Curcuma*. *African journal of Agricultural Resaerch*, 14(9), 519-531. doi:DOI: 10.5897/AJAR2018.13755
- 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. doi:[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)10991565\(200005/06\)11:3%3C137::AID-PCA514%3E3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/(SICI)10991565(200005/06)11:3%3C137::AID-PCA514%3E3.0.CO;2-I)
- Kim, Seon-Hong, Lee, Su-Yeon, Hong, Chang-Young, Jeong, Han-Seob, Park, Mi-Jin, & Choi, In-Gyu. (2012). Antifungal activity of essential oil from *Cryptomeria japonica* against dermatophytic fungi. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 40(4), 276-286. doi:<https://doi.org/10.5658/WOOD.2012.40.4.276>
- 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. doi:<https://doi.org/10.1080/0972060X.2018.1562384>
- Om P. Sharma, Tej K. Bhat. (2009). DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chemistry*, 113, 1202–1205. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.008>
- Phạm Hoàng Hộ. (1999). *Cây cỏ Việt Nam, Quyển III*: Nhà Xuất Bản Trẻ.
- Phan Minh Giang, Phan Tổng Sơn. (2002). Study on sesquiterpenoids from *Curcuma cochinchinensis* Gagnep., Zingiberaceae, (in English). *Journal of Chemistry*, 40(2), 108-112.
- 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. *Evidence-Based Complementary and alternative medicine*, 2016. doi:<https://doi.org/10.1155/2016/3012462>
- Vũ Ngọc Lộ, & Phạm Thị Ánh Tuyết. (1997). Chi *Curcuma*: Thực vật và thành phần hoá học. *Tạp chí dược liệu*, số 2.