

# KHẢO SÁT CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUÁ TRÌNH CHUNG CÁT TINH DẦU GỪNG

Tống Thị Ánh Ngọc<sup>1</sup> và Nguyễn Văn Kiên<sup>2</sup>

## ABSTRACT

The main objectives of this research were to test the effects of storage time after harvesting and the distillation time on the yield of ginger oil. Further investigation was carried out to evaluate the chemical, physical properties as well as sensory characteristics of ginger oils which were extracted by conventional hydrodistillation and microwave-assisted hydrodistillation. The results showed that the storage time of ginger rhizomes should be within 4 days before distillation. The total time of distillation was 16 hours and only 80 minutes at 300W, respectively. Moreover, not only the quality of ginger oils but also the type of components in the essential oils were moderately dependent on the hydrodistillation methods. The major compounds in ginger oils from both such hydrodistillation ways consisted of Neral (13,99-24,04%), Zingiberene (10,62-10,88%), alpha-Farnesene (7,3-8,05%), Nerol (6-7,09%) and beta- Sesquiphellandrene (5,31-5,37%).

**Keywords:** Ginger oil, distillation, microwave

**Title:** Investigation of several parameters affecting hydrodistillation of ginger oil

## TÓM TẮT

Mục tiêu chính của nghiên cứu này là khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình chưng cất tinh dầu gừng như thời gian lưu trữ (để héo) và thời gian chưng cất. Bên cạnh đó, ảnh hưởng của phương pháp chưng cất đến giá trị cảm quan và các thông số hóa-lý của tinh dầu gừng cũng được tiến hành đánh giá. Kết quả nhận thấy gừng sau khi thu hoạch được lưu trữ 4 ngày và chưng cất trong thời gian 16 giờ bằng phương pháp lôi cuốn hơi nước hay 80 phút khi có sự hỗ trợ của vi sóng với công suất 300W là phù hợp về hiệu suất và chất lượng của tinh dầu thu được. Chất lượng tinh dầu và hàm lượng các cấu phần có trong tinh dầu gừng thì phụ thuộc vào phương pháp chưng cất. Các cấu phần chính trong tinh dầu gừng thu được từ hai phương pháp chưng cất trên gồm Neral (13,99-24,04%), Zingiberene (10,62-10,88%), alpha-Farnesene (7,3-8,05%), Nerol (6-7,09%) và beta-Sesquiphellandrene (5,31-5,37%).

**Từ khóa:** Tinh dầu gừng, chưng cất, vi sóng

## 1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Gừng (tên khoa học: *Zingiber officinale* Roscoe thuộc giới *Plantae*, ngành *Magnoliophyta*, lớp *Liliopsida*, bộ *Zingiberales*, họ *Zingiberaceae*, chi *Zingiber*, loài *Zingiber officinale*) là loại cây thảo được trồng từ rất lâu đời. Ngày nay, cây gừng được trồng ở khắp nơi trên thế giới, riêng ở Việt Nam gừng trồng rất phổ biến ở đồng bằng sông Cửu Long vì nó có đặc điểm trồng xen canh trong các vườn cây ăn trái và có giá trị kinh tế tương đối cao (Đỗ Huy Bích *et al.*, 2004). Gừng không những được sử dụng khá phổ biến như một loại gia vị (Ravindram and Babu, 2005) mà còn được bổ sung vào các khẩu phần ăn để chữa bệnh buồn nôn

<sup>1</sup> Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup> Công ty Savipharm

(Kawai, 1994; Vutyavanich *et al.*, 2001; Borrelli, 2005) chống say tàu xe (Chrubasik, 2005); chống oxi hóa và kháng viêm (Shogi *et al.*, 1982). Chính vì đặc điểm trên mà dịch trích cũng như tinh dầu từ củ gừng được sử dụng phổ biến trong chế biến thực phẩm hay trong dược phẩm. Dịch trích từ củ gừng gồm các hợp chất bay hơi và chất tan tạo ra mùi hương đặc trưng và vị cay của gừng. Trong đó, hai hợp chất chức năng 6-gingerol và 6-shogaol thì tạo ra vị cay đặc trưng hơn các hợp chất khác có trong gừng (Zancan, 2002). Ngoài ra, chính hai hợp chất trên còn mang tính kháng khuẩn và được sử dụng trong điều trị các bệnh nhân bị suy giảm miễn dịch (Hiserodt *et al.*, 1998). Mặt khác, tinh dầu gừng là một hỗn hợp chứa các hợp chất dễ bay hơi, trong đó  $\alpha$  zingiberene là thành phần chính tạo ra mùi hương của gừng, chính đặc điểm này mà tinh dầu gừng thường được sử dụng nhiều trong lĩnh vực dược phẩm, mỹ phẩm hay thực phẩm cụ thể trong các thức uống, gia vị, kem, kẹo...

Tinh dầu gừng thường được trích bằng phương pháp lôi cuốn hơi nước. Việc trích ly tinh dầu gừng cho hàm lượng tối ưu phụ thuộc nhiều yếu tố như phương pháp trích hay nguyên liệu dùng để trích. Tuy nhiên, các yếu tố quan trọng có ảnh hưởng đến quá trình trích ly tinh dầu gừng ít được quan tâm ở Việt Nam. Do đó, việc khảo sát phương pháp trích ly hiệu quả và khảo sát các thông số hóa-lý của tinh dầu gừng là mục tiêu chính của nghiên cứu này.

## 2 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Chuẩn bị mẫu

Thí nghiệm được tiến hành tại bộ môn Công nghệ hóa học, Khoa Công Nghệ, Trường Đại học Cần Thơ.

Nguyên liệu củ gừng 7 tháng tuổi (*Zingiber officinale* Roscoe) được thu mua trực tiếp tại vườn ở Hậu Giang, đảm bảo tươi, không dập nát hay thối hỏng. Sau khi vận chuyển gừng đến phòng thí nghiệm, tiến hành chọn lựa sơ bộ, loại tạp chất, rửa sạch, xắt lát nhỏ, xay nhuyễn trước khi thực hiện các nghiên cứu.

### 2.2 Phương pháp bố trí thí nghiệm

#### 2.2.1 Chung cất lôi cuốn hơi nước

Cho gừng với khối lượng là 250 g, lượng nước chung cất là 400 ml vào bình cất của hệ thống chung cất Clevenger. Mẫu được gia nhiệt bằng bếp điện, khi hỗn hợp sôi hơi nước tạo thành sẽ lôi cuốn tinh dầu đi lên và đi vào hệ thống ngưng tụ. Sau khi ngưng tụ, hỗn hợp lỏng gồm tinh dầu và nước được chiết với diethyl eter (Trung Quốc sản xuất). Hỗn hợp thu được gồm tinh dầu, diethyl ether và một ít nước. Tinh dầu được làm khan nước bằng muối  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (Merck, Đức sản xuất) khan. Sau đó hỗn hợp còn lại được cô quay chân không đuổi diethyl ether để thu được sản phẩm tinh dầu.

-*Khảo sát ảnh hưởng của thời gian để héo đến hàm lượng tinh dầu gừng*

Gừng 7 tháng tuổi được thu hoạch và lưu trữ (để khô tự nhiên tránh ánh nắng mặt trời) với các khoảng thời gian 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 và 7 ngày. Sau mỗi ngày lưu trữ, cân 250 g và tiến hành chung cất trong 4 giờ. Sau khi chung cất, loại nước và xác định lượng tinh dầu thu được.

-Khảo sát hưởng của thời gian chưng cất đến hàm lượng tinh dầu gừng.

Gừng được thu hoạch và lưu trữ theo thời gian đã xác định từ thí nghiệm trên, sau đó tiến hành khảo sát thời gian chưng cất từ 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 và 20 giờ. Tinh dầu sau chưng cất được loại nước và xác định khối lượng. Đồng thời các chỉ số hóa lý và cảm quan của tinh dầu thu được từ điều kiện chưng cất tối ưu cũng được xác định.

### 2.2.2 Chưng cất lôi cuốn hơi nước có hỗ trợ của vi sóng

Gừng thu hoạch ở thời điểm 7 tháng tuổi sau đó lưu trữ với thời gian tối ưu từ thí nghiệm trên (2.2.1). Mẫu được đặt vào bình cất của hệ thống chưng cất Clevenger với khối lượng nguyên liệu là 250g và lượng nước là 400ml, sau đó hệ thống chưng cất được đặt vào lò vi sóng (Sanyo fan-assisted microwave oven 1200W) và tiến hành chưng cất tinh dầu ở các mức năng lượng và thời gian khác nhau:

- Công suất 300W –thời gian chưng cất từ 40, 50, 60, 70 và 80 phút.

- Công suất 450W –thời gian chưng cất từ 40, 45, 50, 55 và 60 phút.

- Công suất 750W–thời gian chưng cất từ 10, 15, 20, 25 và 30 phút.

Tinh dầu sau chưng cất được khử nước và xác định khối lượng, tinh dầu thu được từ điều kiện chưng cất tối ưu được đánh giá cảm quan và xác định các chỉ số hóa lý.

### 2.3 Phương pháp đo đạc và xử lý số liệu

- Xác định hàm lượng tinh dầu bằng cân phân tích Sartorius YDK 01 ( $200 \pm 0,0001g$ ). Số liệu được tính toán thống kê thông qua phân tích phương sai từ chương trình Statgraphics 4.0 với sự kiểm tra mức ý nghĩa của các nghiệm thức qua LSD (Least Significant Difference).

- Xác định chỉ số vật lý:

Tỷ trọng xác định bằng cân phân tích Sartorius YDK 01 (Đức sản xuất).

Chỉ số khúc xạ được đo bằng khúc xạ kế HR901 Kruss (Đức sản xuất).

-Xác định chỉ số hóa học:

Chỉ số acid chuẩn độ bằng dung dịch KOH 0,1N (Merck, Đức sản xuất).

Chỉ số savon hóa chuẩn độ bằng dung dịch HCl 0,1N (Merck, Đức sản xuất).

Chỉ số ester hóa là hiệu số của chỉ số savon hóa và chỉ số acid.

Thành phần hoá học của tinh dầu được xác định bằng phương pháp sắc ký khí ghép khối phổ GC-MS (Gas Chromatography – Mass Spectrometry) tại Trung Tâm Phân Tích Công Nghệ Cao Hoàn Vũ (Số 112A Lương Thế Vinh, Phường Tân Thới Hòa, Quận Tân Phú, Thành Phố Hồ Chí Minh).

### 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1 Chung cất lõi cuộn hơi nước

Chung cất nhằm lõi cuộn tinh dầu bằng hơi nước là phương pháp phổ biến sử dụng để tách hỗn hợp không lẫn vào nhau như nước và tinh dầu khi tiếp xúc trực tiếp nhau. Nhằm thiết lập quy trình chung cất tinh dầu hiệu quả, một trong các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất của quá trình chung cất như thời gian lưu trữ mẫu (hay còn gọi là thời gian để héo) được khảo sát và kết quả thể hiện ở bảng 1.

**Bảng 1: Hàm lượng tinh dầu theo thời gian lưu trữ**

Thời gian lưu trữ (ngày)	Hàm lượng tinh dầu (g)
0	0,5707 <sup>d</sup>
1	0,5720 <sup>d</sup>
2	0,6347 <sup>c</sup>
3	0,6478 <sup>bc</sup>
4	0,6922 <sup>a</sup>
5	0,6623 <sup>b</sup>
6	0,6556 <sup>b</sup>
7	0,6524 <sup>b</sup>

Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%

Từ số liệu của Bảng 1 nhận thấy hàm lượng tinh dầu tăng theo thời gian lưu trữ từ 0 đến 4 ngày (khoảng 0,57 g đến 0,69 g) nhưng sau đó lại giảm dần từ ngày 5 đến ngày 7 (giảm từ khoảng 0,69 g đến 0,65 g). Theo các tài liệu nghiên cứu cho thấy gừng sau thu hoạch thì hàm lượng các monoterpene giảm xuống còn các sesquiterpene thì tăng lên (Sasidharan *et al.*, 2010). Có thể, thời gian để héo từ 0 đến 4 ngày thì hàm lượng chất khô tăng lên và lượng các cấu phần sinh ra nhiều hơn các cấu phần mất đi; ngược lại đối với thời gian để héo từ 5 đến 7 ngày, một số các cấu phần bị phân hủy theo thời gian tồn trữ như zingiberene và  $\beta$ -sesquiphellandrene dưới tác dụng của ánh sáng và không khí (Connell và Jordan, 1971) nên hàm lượng tinh dầu giảm. Theo số liệu thống kê thì thời gian sau thu hoạch 4 ngày có hàm lượng tinh dầu cao nhất và khác biệt có ý nghĩa so với các thời điểm khác. Do đó, gừng sau thu hoạch 4 ngày được chọn lựa để khảo sát ảnh hưởng của thời gian chung cất đến hàm lượng tinh dầu gừng.

**Bảng 2: Hàm lượng tinh dầu theo thời gian chung cất**

Thời gian chung cất (giờ)	Hàm lượng tinh dầu (g)	Thời gian chung cất (giờ)	Hàm lượng tinh dầu (g)
2	0,5511 <sup>g</sup>	12	0,7680 <sup>c</sup>
4	0,6922 <sup>f</sup>	14	0,8176 <sup>b</sup>
6	0,7182 <sup>e</sup>	16	1,0858 <sup>a</sup>
8	0,7370 <sup>d</sup>	18	1,0860 <sup>a</sup>
10	0,7540 <sup>c</sup>	20	1,0861 <sup>a</sup>

Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%

Từ Bảng 2 cho thấy hàm lượng tinh dầu tăng theo thời gian chung cất. Thời gian từ 2 giờ đến 16 giờ lượng tinh dầu tăng đều nhưng sau đó thì hàm lượng tinh dầu không tăng khi kéo dài thời gian chung cất. Điều này cho thấy khi thời gian chung cất ngắn thì chưa đủ để trích tinh dầu có trong mẫu nên lượng tinh dầu thu được ít. Ngược lại, khi thời gian chung cất dài thì tinh dầu có trong tế bào khuếch tán ra ngoài và được hơi nước lôi cuốn theo cho đến hết tinh dầu có trong mẫu. Khi thời

gian chung cất là 16 giờ và kéo dài đến 20 giờ thì trong mẫu hầu như đã hết tinh dầu nên lượng tinh dầu thu được hầu như không đổi (khoảng 1,08g). Mặt khác, khi thời gian chung cất từ 16 đến 20 giờ hàm lượng tinh dầu thu được khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Do đó, để tiết kiệm năng lượng cũng như thời gian thì thời gian chung cất tinh dầu thích hợp nhất là 16 giờ.

### 3.2 Chung cất lôi cuốn hơi nước có hỗ trợ của vi sóng

**Bảng 3: Hàm lượng tinh dầu theo thời gian chung cất ở các mức công suất khác nhau**

Công suất 300W		Công suất 450W		Công suất 750W	
Thời gian (phút)	Hàm lượng tinh dầu (g)	Thời gian (phút)	Hàm lượng tinh dầu (g)	Thời gian (phút)	Hàm lượng tinh dầu (g)
40	0,5968 <sup>c</sup>	40	0,5264 <sup>d</sup>	10	0,3300 <sup>e</sup>
50	0,6403 <sup>d</sup>	45	0,5868 <sup>c</sup>	15	0,5104 <sup>d</sup>
60	0,6566 <sup>c</sup>	50	0,6379 <sup>b</sup>	20	0,6601 <sup>a</sup>
70	0,6823 <sup>b</sup>	55	0,6461 <sup>ab</sup>	25	0,6012 <sup>b</sup>
80	0,7185 <sup>a</sup>	60	0,6729 <sup>a</sup>	30	0,4780 <sup>c</sup>

*Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%*

Nhìn chung, hàm lượng tinh dầu tăng theo thời gian chiếu vi sóng (Bảng 3). Khi chung cất tinh dầu bằng lò vi sóng, hàm lượng tinh dầu cao nhất ở 80 phút ứng với công suất 300W hay chỉ 60 phút ở mức công suất 450W. Nghĩa là, khi chung cất ở mức năng lượng cao thì thời gian cần chung cất ngắn. Cụ thể, ở công suất 750W, thời gian chung cất là 20 phút sẽ thu được hàm lượng tinh dầu cao nhất, nếu kéo dài thời gian chung cất thì nguyên liệu bị khô, tinh dầu bị khét và có mùi lạ. Kết quả như vậy là do dưới tác dụng của vi sóng, nước trong tế bào nóng lên, áp suất bên trong gia tăng nhanh chóng, làm cho các tuyến tinh dầu bị vỡ ra, kết quả là tinh dầu chứa trong các tuyến được giải phóng ra ngoài (Wang *et al.*, 2010). Tuy nhiên, ở công suất cao 750W, khi tiếp tục chiếu vi sóng nữa thì vận tốc bốc hơi lớn nên một phần hơi có lẫn tinh dầu bị thoát ra ngoài. Do đó, để hạn chế sự thất thoát tinh dầu khi chung cất ở mức năng lượng cao, công suất 300W trong thời gian chung cất 80 phút là phù hợp về hiệu quả và chất lượng của tinh dầu thu được.

### 3.3 Đặc điểm cảm quan và chỉ số hóa lý của tinh dầu gừng

**Bảng 4: So sánh đặc điểm cảm quan và chỉ số hóa lý của tinh dầu gừng trích ly bằng hai phương pháp chung cất**

Đặc điểm	Chung cất không hỗ trợ vi sóng	Chung cất có hỗ trợ vi sóng
Màu sắc	Vàng nhạt	Vàng nhạt
Mùi	Thơm dịu và có mùi rất đặc trưng của gừng	Mùi thơm rất đặc trưng của gừng nhưng hăng cay và nồng hơn
Vị	Cay	Cay
Tỷ trọng	0,8806	0,8916
Chỉ số khúc xạ	1,4884	1,4834
Chỉ số acid	0,8507	1,4210
Chỉ số savon hóa	9,2540	15,1175
Chỉ số ester	8,4033	13,6965

**Bảng 5: So sánh thành phần các cấu tử trong tinh dầu gừng trích ly bằng hai phương pháp chưng cất**

STT	Tên cấu phần	Thành phần phần trăm khối lượng (%)	
		Không hỗ trợ vi sóng	Có hỗ trợ vi sóng
1	2-Heptanol	0,14	-
2	Tricylene	0,11	-
3	alpha-Pinene	2,03	0,31
<b>4</b>	<b>Camphene</b>	<b>5,01</b>	<b>0,90</b>
5	beta-Pinene	0,45	-
6	beta-Myrcene	2,18	0,37
7	2-Thujene	3,38	0,64
<b>8</b>	<b>Eucalyptol</b>	<b>5,67</b>	<b>1,87</b>
9	4-Carene	0,30	-
10	Linalool	1,41	1,18
11	Camphor	0,11	-
12	Citronellal	0,32	0,38
13	Borneol	0,97	1,31
14	4-Terpineol	0,21	0,24
15	alpha-Terpineol	1,44	1,92
16	Citronellol	1,59	1,89
<b>17</b>	<b>Nerol</b>	<b>6,00</b>	<b>7,09</b>
<b>18</b>	<b>Neral</b>	<b>13,99</b>	<b>24,04</b>
19	Bornyl Acetate	0,32	0,38
20	cis-2,6-Dimethyl-2,6-octadiene	0,46	0,43
21	Copaene	0,25	0,21
22	Beta-Farnesene	0,27	0,24
23	Eugenol	-	0,21
24	Alloaromadendren	0,23	0,20
25	Curcumene	2,57	2,06
26	Beta-Cubebene	-	1,08
<b>27</b>	<b>Zingiberene</b>	<b>10,62</b>	<b>10,88</b>
<b>28</b>	<b>alpha-Farnesene</b>	<b>8,05</b>	<b>7,30</b>
29	Beta-Bisabolene	2,94	2,59
30	Epi-bicyclosesquiphellandrene	0,37	0,39
<b>31</b>	<b>beta-Sesquiphellandrene</b>	<b>5,37</b>	<b>5,31</b>
32	Nerolidol	0,78	0,91
33	gama-Elemene	0,33	0,32
34	beta-Selinol	0,63	0,97
35	Farnesal	0,12	0,28

Theo Bảng 5, các cấu phần chính trong tinh dầu gừng sau khi chưng cất bằng hai phương pháp: chưng cất lôi cuốn hơi nước và khi chưng cất lôi cuốn hơi nước có hỗ trợ của vi sóng gồm Neral, Zingiberene, alpha-Farnesene, Nerol, beta-Sesquiphellandrene. Hơn nữa, tinh dầu gừng sau khi trích ly có mùi thơm rất đặc trưng, điều này là do các hợp phần alpha-Terpineol, beta-Sesquiphellandrene, Curcumene, Nerolidol, chính là thành phần tạo ra hương thơm đặc trưng của tinh dầu gừng (Smith và Robinso, 1981). Hàm lượng và loại tinh dầu còn phụ thuộc nhiều vào độ tuổi thu hoạch, giống, nguồn gốc và phương pháp chưng cất (Bednarczyk *et al.*, 1975). Các thành phần kém phân cực (alpha-Pinene, Camphene, beta-Myrcene, Eucalyptol, Copaene, Curcumene, alpha-Farnesene, beta-Bisabolene, beta-sesquiphellandrene) trong tinh dầu gừng thu được bằng

phương pháp chưng cất có hỗ trợ của vi sóng thấp hơn. Ngược lại, những thành phần phân cực hơn do có chứa oxi như: Neral, Borneol, alpha-Terpineol, Nerol, Bornyl Acetate, Nerolidol, beta-Selinol, Farnesal lại chiếm hàm lượng cao hơn, bởi vì vi sóng ưu tiên tác dụng lên những hợp chất phân cực, giúp những thành phần này tăng nhiệt độ rất nhanh, thoát ra tế bào và bị lôi cuốn theo hơi nước dễ hơn. Đây cũng là lý do chính dẫn đến sự khác nhau về đặc tính cảm quan và các chỉ số hóa lý của tinh dầu gừng khi chưng cất với cách khác nhau (Bảng 4).

#### 4 KẾT LUẬN

Củ gừng 7 tháng tuổi được thu hoạch, lưu trữ trong 4 ngày và chưng cất trong thời gian 16 giờ hay 80 phút khi chưng cất có sự hỗ trợ của vi sóng với công suất 300W là phù hợp về hiệu suất và chất lượng của tinh dầu thu được. Tuy nhiên, chưng cất có sự hỗ trợ của vi sóng có thể gia nhiệt nhanh, tiết kiệm được thời gian nhưng hiệu suất trích ly kém, cụ thể hiệu suất của quá trình chưng cất tinh dầu là 0,43432 % so với chưng cất có sự hỗ trợ của vi sóng là 0,2874 %.

Các cấu phần chính trong tinh dầu gừng sau khi chưng cất bằng hai phương pháp trên gồm Neral (13,99 – 24,04 %), Zingiberene (10,62 – 10,88 %), alpha-Farnesene (7,3 – 8,05 %), Nerol (6 – 7,09 %) và beta- Sesquiphellandrene (5,31 – 5,37 %).

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bednarczyk A. Allen, William G. Galetto and Amihud Kramer. 1975. Two new sesquiterpene alcohols from oil of ginger (*Zingiber Officinale*) (Cis- And Trans-.Beta.- Sesquiphellandrol) *J. Agric. Food Chem.*, 23, 499.
- Borrelli F., Capasso R., Aviello G., Pittler M.H., Izzo A.A., 2005. Effectiveness and safety of ginger in the treatment of pregnancy-induced nausea and vomiting. *Obstet Gynecol*; 105, 849-56.
- Chrubasik S., Pittler M.H., Roufogalis B.D., 2005. *Zingiberis rhizoma*: a comprehensive review on the ginger effect and efficacy profiles. *Phytomedicine*;12, 684-701.
- Connell, D.W.; Jordan, R.A.,1971. Composition And Distinctive Volatile Flavor Characteristics Of The Essential Oil From Australian-Grown Ginger. *J. Sci. Food Agric*, 22, 93–95.
- Đỗ Huy Bích, Đặng Quang Chung, Bùi Xuân Chương, Nguyễn Thượng Đông, Đỗ Trung Đàm, Phạm Văn Hiến, Vũ Ngọc Lộ, Phạm Dung Mai, Phạm Kim Mãn, Đoàn Thị Nhu, Nguyễn Tập, Trần Toàn. 2004. *Cây thuốc và động vật làm thuốc ở Việt Nam*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, tập I, trang 613-618.
- Hiserodt R.D., Franzblau S.G., Rosen R.T., 1998. Isolation of 6-, 8-, and 10-gingerol from ginger rhizome by HPLC and preliminary evaluation of inhibition of *Mycobacterium a\_ium* and *Mycobacterium tuberculosis*, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46, 2504–2508.
- Kawai, T., Kinoshita, K., Koyama, K.and Takahashi, K. 1994. Anti-emetic principles of *Magnolia obovata* and *Zingiber officinale*. *Planta Med.* 60, 17-20.
- Ravindran, P.N. ; Nirmal Babu, K. 2005. Ginger: The Genus *Zingiber*, Medicinal And Aromatic Plants: Industrial Profiles; 41, 87-181.
- Sasidharan1 Indu, A. Nirmala Menon, 2010. Comparative Chemical Composition And Antimicrobial Activity Fresh & Dry Ginger Oils (*Zingiber Officinale* Roscoe). *Journal Of Current Pharmaceutical Research*; 2, 40-43.
- Shogi N., Iwasa A., Takemoto T., Ishida Y., Ohizumi Y., 1982. Cardiotoxic principles of ginger (*Zingier officinale* Roscoe). *J Pharm Sci.*; 71, 1174.

- Smith, R. M. and Robinson, J. M., 1981. The essential oil of ginger from Fiji. *Phytochemistry*, 20, 203-206.
- Vutyavanich T, Kraissarin T, Ruangsri R. 2001. Ginger for nausea and vomiting in pregnancy: randomized, double-masked, placebo-controlled trial. *Obstet Gynecol*; 97,577–582.
- Wang Hong-Wu, Liu Yan-Qing, Wei Shou-Lian, Yan Zi-Jun and Kuan Lu. 2010. Comparison of Microwave-Assisted and Conventional Hydrodistillation in the Extraction of Essential Oils from Mango (*Mangifera indica* L.) Flowers. *Molecules*, 15, 7715-7723
- Zancan K. C., Marcia O.M. Marques, Ademir J. Petenate, M. Angela A. Meireles. 2002. Extraction of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) oleoresin with CO<sub>2</sub> and co-solvents: a study of the antioxidant action of the extracts. *Journal of Supercritical Fluids* 24, 57–76.