

DETERMINATION OF CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY ESSENTIAL OIL FROM JAVA CITRONELLA (*CYMBOPOGON WINTERIANUS* JOWITT) COLLECTED IN DAK LAK PROVINCE

Vu Thi Thu Le¹, Ngu Truong Nhan^{2*}

¹TNU – University of Agriculture and Forestry, ²Tay Nguyen University

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 16/8/2021	<i>Cymbropogon winterianus</i> Jowitt is widely distributed in the Central Highlands (Tay Nguyen) and other places in Vietnam. In traditional medicine, <i>Cymbropogon winterianus</i> Jowitt has been used for the treatment of cold, fever, flu. Although there are several publications on chemical composition and biological activities such as antibacterial, antioxidant and anticancer activities of essential oil from <i>Cymbropogon winterianus</i> over the world as well as in Vietnam. However, to our knowledge, the composition and biological investigation of essential oil from <i>Cymbropogon winterianus</i> collected in in Daklak province, Vietnam has not been reported. Therefore, the objectives of this research were to determine the chemical composition and antibacterial activity of <i>Cymbropogon winterianus</i> essential oil, in Daklak province. In this report, we investigated <i>Cymbropogon winterianus</i> essential oil was obtained by steam distillation. The determination of the chemical composition of <i>Cymbropogon winterianus</i> essential oil by Gas Chromatography - Mass Spectrometry (GC-MS) showed that there are 42 compounds and the main compounds are citronellal (33.58%), <i>trans</i> -geraniol (16.24%), δ -cadinene (6.33%) and myrtenol (6.09%). In addition, we also tested the antibacterial activity of <i>Cymbropogon winterianus</i> essential oil on <i>E. coli</i> . The results showed that the essential oil had strong antibacterial activity about 98.21% on <i>E. coli</i> .
Revised: 15/11/2021	
Published: 15/11/2021	
KEYWORDS	
Essential oil	
Java Citronella	
Cymbropogon	
GC-MS	
<i>E.coli</i>	
Antibacterial activities	
Dak Lak	

XÁC ĐỊNH THÀNH PHẦN HÓA HỌC VÀ HOẠT TÍNH KHÁNG KHUẨN CỦA TINH DẦU SẢ JAVA (*CYMBOPOGON WINTERIANUS* JOWITT) Ở TỈNH ĐẮK LẮK

Vũ Thị Thu Lê¹, Ngũ Trường Nhân^{2*}

¹Trường Đại học Nông Lâm – ĐHTT Thái Nguyên, ²Trường Đại học Tây Nguyên

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 16/8/2021	Cây sả Java (<i>Cymbropogon winterianus</i> Jowitt) phân bố nhiều ở khu vực Tây Nguyên và các vùng khác trong cả nước. Từ lâu, sả Java đã được sử dụng nhiều để trị các bệnh cảm cúm, cảm lạnh thông thường. Đã có một số các nghiên cứu trong và ngoài nước về thành phần hóa học và hoạt tính sinh học của loài này. Tuy nhiên, vẫn chưa có báo cáo về thành phần hóa học và hoạt tính kháng khuẩn của cây sả Java trồng tại Đắk Lắk. Vì vậy, mục tiêu nghiên cứu của chúng tôi là xác định thành phần hóa học và hoạt tính kháng khuẩn của tinh dầu sả Java thu hái ở tỉnh Đắk Lắk bằng phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước. Trong nghiên cứu này, chúng tôi xác định thành phần hóa học của tinh dầu sả Java bằng sắc ký khí ghép khối phổ (GC-MS) và đánh giá hoạt tính bằng phương pháp khuếch tán đĩa thạch. Kết quả xác định thành phần hóa học tinh dầu cho thấy, có 42 cấu tử, trong đó thành phần chính của tinh dầu sả Java là citronellal (33,58%), <i>trans</i> -geraniol (16,24%), δ -cadinene (6,33%) và myrtenol (6,09%). Kết quả đánh giá hoạt tính kháng khuẩn tinh dầu sả Java bằng phương pháp khuếch tán đĩa thạch cho thấy tinh dầu này biểu hiện khả năng kháng khuẩn rất mạnh đến 98,21% trên chủng vi khuẩn gây bệnh đường ruột <i>E.coli</i> .
Ngày hoàn thiện: 15/11/2021	
Ngày đăng: 15/11/2021	
TỪ KHÓA	
Tinh dầu	
Sả Java	
GS-MS	
<i>E.coli</i>	
Hoạt tính kháng khuẩn	
Đắk Lắk	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.4897>

* Corresponding author. Email: ntnhan@ttn.edu.vn

1. Giới thiệu

Sả Java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt), thuộc họ Lúa (Poaceae) phân bố chủ yếu ở các khu vực nhiệt đới và bán nhiệt đới của Châu Á, Ấn Độ, Indonesia, Nam và Trung Mỹ [1], [2]. Ở Việt Nam, sả Java được nhập vào trồng ở Tuyên Quang, Ninh Bình và Hà Tĩnh từ những năm 1960. Sau năm 1975, sả Java được trồng nhiều ở Tây Nguyên và Đông Nam Bộ. Sả Java đã được sử dụng trong y học cổ truyền của nhiều quốc gia trên thế giới như ở Campuchia, lá Sả Java phối hợp với các vị thuốc khác để điều trị bệnh ho và làm thuốc xông. Rễ cây lợi tiểu và hạ nhiệt cũng được dùng làm các chế phẩm để điều trị bệnh ho, đau gan và sốt rét. Lá có khi được hầm làm thuốc uống lợi tiêu hoá được dùng sau các bữa ăn. Ở Thái Lan, thân rễ dùng trị bạch đới; thân rễ và chồi lá dùng diệt muỗi. Ở Vân Nam (Trung Quốc), cây được dùng làm thuốc khử trùng, dùng trong các loại thuốc trị giun [3], [4]. Ở Indonesia, theo truyền thống sử dụng làm thuốc chống muỗi và chống nấm. Các nghiên cứu được lý xác nhận rằng *C. winterianus* chứa nhiều chất chuyển hóa thực vật như geraniol, citronellal, citronellol, linalool và camphene có tiềm năng to lớn làm chất diệt nấm sinh học [5].

Tinh dầu sả Java dùng chủ yếu trong kỹ nghệ hương liệu như nước hoa, kỹ nghệ xà phòng,... Ngoài ra còn dùng để làm gia vị, thảo dược. Tinh dầu sả Java được tiêu thụ nhiều nhất trên thị trường thế giới, đặc biệt ở các nước Mỹ, Anh, Pháp, Đức và Nhật Bản. Thành phần chính tinh dầu là 20-40% geraniol và citronellol, 40-60% citronellal. Trong đó có giá trị ở đây là citronellal, được chuyển thành các sản phẩm khác, đặc biệt là hydroxycitronellal, là chất điều hương quan trọng, làm cho nước hoa có mùi hoa tự nhiên [6], [7].

Mô hình trồng sả Java chiết suất tinh dầu mang lại hiệu quả kinh tế rất cao và đang là nhu cầu của nhiều người tiêu dùng trong, ngoài nước. Cây sả Java đang dần đưa cây sả trở thành cây trồng hiệu quả giúp bà con nông dân vùng đất khó khăn trong cả nước xoá đói giảm nghèo và làm giàu như người dân ở huyện Bảo Lâm (Cao Bằng), huyện Mường La (Sơn La), Bắc Phong (Phù Yên), huyện Tân Châu Thành và Tân Biên (Tây Ninh), huyện M'Đrăk, Buôn Đôn và Ea Sup (Đắk Lắk)...[8]. Trong đó, sả Java được trồng Đắk Lắk được đánh giá là một trong những vùng cho hàm lượng tinh dầu cao nhất. Mặc dù có rất nhiều ứng dụng trong cuộc sống nhưng cho đến nay ở Đắk Lắk chưa có nghiên cứu nào hệ thống đầy đủ và hoàn chỉnh về cây sả Java. Vì vậy, nghiên cứu này với mong muốn tiếp tục khám phá thành phần hóa học và hoạt tính sinh học của loài này nhằm góp phần tìm ra sự khác biệt và đặc trưng về hàm lượng, thành phần hóa học và hoạt tính kháng khuẩn của tinh dầu cây sả Java ở Đắk Lắk. Những kết quả thu sẽ được tạo dữ liệu khoa học, định hướng cho việc khai thác và sử dụng có hiệu quả cây sả Java ở tỉnh Đắk Lắk.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên liệu

Nguyên liệu sả Java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) tươi được thu hái tại huyện Buôn Đôn, tỉnh Đắk Lắk vào thời điểm tháng 3/2021.

Bộ phận dùng là thân sả Java.

2.2. Phương pháp chưng cất

Cho 100 g nguyên liệu cắt nhỏ và 500 ml nước vào bình cầu của hệ thống chưng cất Clevenger. Hỗn hợp được gia nhiệt bằng bếp điện, khi hỗn hợp sôi hơi nước tạo thành sẽ lôi cuốn tinh dầu đi lên và vào hệ thống ngưng tụ. Khi kết thúc ngưng đun, mở khóa thông, lấy tinh dầu thu được. Sử dụng diethyl ether để ly trích phần tinh dầu, làm khan nước bằng Na_2SO_4 khan thu được tinh dầu sản phẩm.

Tiến hành chưng cất trong thời gian 3 giờ, hiệu suất tinh dầu thu được 1,53%. Tinh dầu có màu vàng, mùi thơm nồng đặc trưng của sả Java. Tỷ trọng 0,9712 g/mL.

2.3. Phương pháp xác định thành phần hóa 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 sinh học và môi trường của trường Đại học Tây Nguyên. Sử dụng máy GC/MS của hãng Thermo Trace GC Ultra – ITQ900. Cột sắc ký TG-SQC với chiều dài 30 m, đường kính trong (ID) = 0,25 mm, lớp phim mỏng 0,25 μm . Khí mang He. 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.

2.4. Phương pháp thử hoạt tính kháng khuẩn

Hoạt tính kháng khuẩn được thử tại Viện Công nghệ Sinh học và Môi trường, Trường Đại học Tây Nguyên.

Phương pháp thử: Khuếch tán trên đĩa thạch, sử dụng môi trường MHA để thử nghiệm hoạt tính kháng khuẩn.

Chủng vi khuẩn thử nghiệm: *Escherichia coli* (*E. coli*)

Các bước thử hoạt tính:

- Chuẩn bị chủng vi sinh vật thử nghiệm: Giống trước khi sử dụng được tăng sinh trên môi trường TSB trong 16-18 giờ ở 37°C, lắc 100 vòng/phút. Mật độ vi khuẩn sau khi nuôi cấy trong môi trường TSB được xác định theo phương pháp đo mật độ quang (OD) ở bước sóng 610 nm.

- Chuẩn bị dung dịch tinh dầu: tinh dầu được hòa tan trong DMSO 2%, sử dụng chất nhũ hóa là Tween 80 0,2%. Dung dịch đối chứng gồm DMSO 2%, sử dụng 0,2% chất nhũ hóa là Tween 80 trong nước cất.

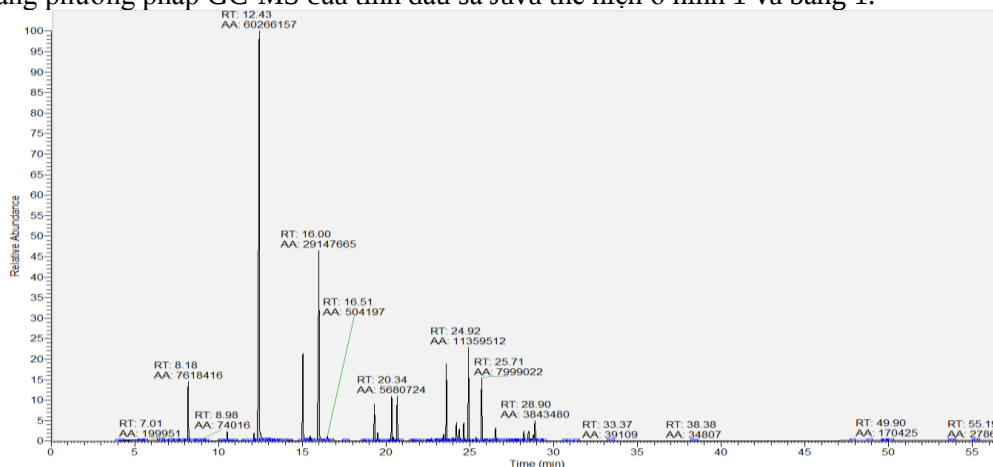
- Dùng pipet man hút 100 μl vi khuẩn (mật độ tế bào 10^8 CFU/ml), sau đó chan đều trên bề mặt thạch MHA đã khô ổn định, chờ khô bề mặt. Sử dụng các đĩa giấy 6 mm vô trùng thấm bão hòa dung dịch tinh dầu ở các nồng độ khác nhau và dung dịch đối chứng, chờ khô rồi đặt lên mặt thạch đã chan vi khuẩn, nhẹ nhàng đĩa giấy cố định trên mặt thạch. Chuyển các đĩa petri vào tủ lạnh (10°C) khoảng 4 - 8h để tinh dầu khuếch tán ra thạch. Sau đó đem nuôi ở 37°C trong 16 - 20h. Đọc kết quả và ghi nhận đường kính vòng vô khuẩn.

- Đường kính vòng vô khuẩn (D-d) được xác định bằng đường kính vòng kháng ngoài trừ đi đường kính đĩa giấy.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Thành phần hóa học của tinh dầu sả Java

Tinh dầu sả Java thu được có màu vàng và mùi thơm nồng. Kết quả phân tích thành phần hóa học bằng phương pháp GC-MS của tinh dầu sả Java thể hiện ở hình 1 và bảng 1.



Hình 1. Sắc ký đồ GC-MS tinh dầu sả Java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt)

Bảng 1. Thành phần hóa học của tinh dầu sả Java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt)

TT	RT	Hợp chất	Loại	AI ^r	Hàm lượng (%)	ISO 3848:2016
1	7,01	α -Humulene	sh	1452	0,11	
2	8,18	3-Carene	mh	1008	4,25	
3	10,15	γ -Terpinene	mh	1054	0,09	
4	10,51	<i>cis</i> -Ocimene	mh	1032	0,66	
5	12,12	Isopulegol	mo	1145	0,58	
6	12,43	Citronellal	mo	1148	33,58	31,0
7	13,74	Camphene	mh	0946	0,07	
8	15,04	Myrtenol	mo	1194	6,09	
9	15,48	<i>trans</i> -Verbenol	mo	1140	0,27	
10	16	<i>trans</i>-Geraniol	mo	1249	16,24	20,0
11	16,51	<i>trans</i> -2-Carene-4-ol	mo	-	0,28	
12	18,68	p-Mentha-1,8-dien-7-ol	nt	-	0,08	
13	19,3	Limonene	mh	1024	2,31	2,0
14	19,5	<i>cis</i> -Isoeugenol	mo	1406	0,6	0,5
15	20,14	α -Amorphene	sh	1483	0,07	
16	20,34	δ -3-Carene	mh	1008	3,17	1,5
17	20,67	Calarene	sh	1431	2,94	
18	21,6	<i>trans</i> -Caryophyllene	sh	1417	0,17	
19	21,91	Copaene	sh	-	0,05	
20	22,47	Aglaiene	sh	1374	0,07	
21	22,71	β -Chamigrene	sh	1476	0,29	
22	23,01	Germacrene D	sh	1480	0,11	
23	23,44	γ -Murolene	sh	1478	0,64	
24	23,61	α -Cubebene	sh	1348	5,07	
25	23,77	Aristolen	sh	-	0,1	
26	24,03	<i>cis</i> -Murola-3,5-diene	sh	1448	0,43	
27	24,2	α -Murolene	sh	1500	1,3	
28	24,38	α -Guaiene	sh	1437	0,85	
29	24,64	<i>cis</i> -Murola-4(15),5-diene	sh	-	1,28	
30	24,92	δ-Cadinene	sh	1522	6,33	1,5
31	25,2	α -Copaene	sh	1374	0,1	
32	25,36	Torreyol	so	1644	0,26	
33	25,71	Valencene	sh	1496	4,46	
34	25,95	β -Guaiene	sh	-	0,08	
35	27,71	Junipene	sh	1407	0,14	
36	27,91	Caryophyllene-(I1)	sh	-	0,08	
37	28,24	β -Maaliene	sh	-	0,81	
38	28,53	isolekene	sh	1374	1,26	
39	28,9	Zonarene	sh	1528	2,14	
40	29,33	Alloaromadendrene	sh	-	0,08	
41	30,72	Ylangene	sh	-	0,06	
42		Các hợp chất khác			1,5	
		Tổng cộng			100	
		Hydrocarbon			40,78	
		Dẫn xuất chứa oxygen			57,72	

Ghi chú: mh: monoterpene hydrocarbons; mo: oxygenated monoterpenes; sh: sesquiterpene hydrocarbons; nt: non-terpenes; AI^r: Reported Arithmetic Index.

Nhận xét: Dựa trên kết quả phân tích cho thấy, tinh dầu sả Java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) có 42 cấu tử được xác định; trong đó, hydrocarbon chiếm 40,78% và dẫn xuất chứa oxygen chiếm 57,72%. Cấu tử chính của tinh dầu sả Java là citronellal (33,58%), *trans*-geraniol (16,24%), δ -cadinene (6,33%) và myrtenol (6,09%). So sánh thành phần chính tinh dầu sả Java ở

Đắk Lắk với tiêu chuẩn ISO 3848:2016 cho thấy hàm lượng Citronellal và δ -Cadinene đều cao hơn, trong khi đó thì Geraniol có hàm lượng thấp hơn. Đặc biệt, cấu tử Myrtenol chỉ có trong tinh dầu Java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) ở Đắk Lắk.

Kết quả nghiên cứu này có nét tương đồng với công bố của tác giả Nguyễn Thị Ngọc Lan và các cộng sự [8] (đã tìm thấy 20 hợp chất trong tinh dầu sả Java được thu hái ở huyện Lâm Hà, tỉnh Lâm Đồng). Trong đó cấu tử chính là (R)-(+)-citronellal (30,679%), geraniol (25,938%), elemol (11,253%), (R)-(+)- β -citronellol (10,617%) và isogermacrene D (5,610%). Trong nghiên cứu của chúng tôi, cấu tử geraniol lại có hàm lượng thấp hơn (16,24%) và cấu tử citronellal thì có hàm lượng cao hơn (33,58%).

Tác giả Klinger Antonio da F. Rodrigues và các cộng sự [9] đã khảo sát thành phần hóa học của tinh dầu loài *Cymbopogon winterianus* Jowitt ở Brazil phát hiện có 42 cấu tử. Trong đó, cấu tử chính của tinh dầu là: citronellal (26,5%), geraniol (16,2%), elemol (14,5%) và citronellol (7,3%), tương đồng với nghiên cứu của chúng tôi và tác giả Nguyễn Thị Ngọc Lan. Tuy nhiên, hai cấu tử citronellal và geraniol trong nghiên cứu của chúng tôi có hàm lượng cao hơn. Nhiều cấu tử khác cũng được tìm thấy như: α -Humulene, Germacrene D, α -Muuroylene, δ -Cadinene, γ -Muuroylene và Zonarene với hàm lượng thấp. Mặt khác, nghiên cứu của tác giả R. S. Malele và các cộng sự [10] về tinh dầu loài *Cymbopogon winterianus* Jowitt ở Tanzania lại chỉ ra sự khác biệt. Các cấu tử chính được tìm thấy là: linalool (27,4%), citronellol (10,9%), geraniol (8,5%), α -calacorene (6,0%), *cis*-calamenene (4,3%), β -elemene (3,9%) và longifolene (3,5%). Trong khi đó, các cấu tử trên không xuất hiện trong nghiên cứu của chúng tôi. Riêng cấu tử geraniol cũng được tìm thấy trong tinh dầu sả Java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) ở tỉnh Đắk Lắk nhưng với hàm lượng cao hơn rất nhiều.

3.2. Hoạt tính kháng khuẩn

Chúng tôi tiến hành thử hoạt tính kháng khuẩn của tinh dầu sả Java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) ở tỉnh Đắk Lắk trên chủng vi khuẩn gây bệnh đường ruột *E.coli*. Kết quả được trình bày ở bảng 2, bảng 3 và hình 2.

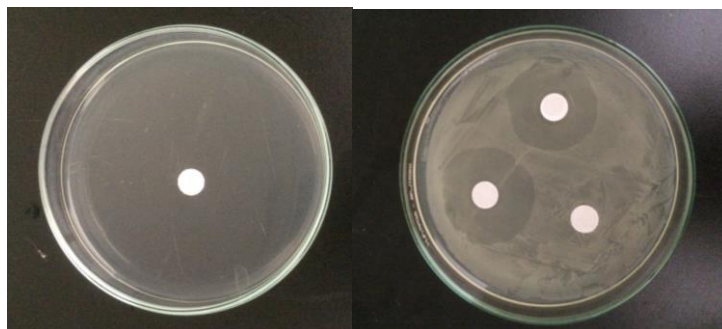
Bảng 2. Khả năng kháng khuẩn của chất đối chứng âm DMSO

Mật độ vi khuẩn	Nồng độ kháng sinh (mg/mL)	Đường kính vòng vô khuẩn (mm)	Khả năng kháng
10 ⁷ CFU	2,00	54 mm, 54 mm, 54 mm	100% (vi khuẩn không mọc trên toàn đĩa thạch)
10 ⁷ CFU	1,50	54 mm, 54 mm, 54 mm	100% (vi khuẩn không mọc trên toàn đĩa thạch)
10 ⁷ CFU	1,00	54 mm, 54 mm, 54 mm	100% (vi khuẩn không mọc trên toàn đĩa thạch)
10 ⁷ CFU	0,8	53,5 mm; 53,5 mm; 54 mm	99,38%
10 ⁷ CFU	0,6	52 mm; 52,5 mm; 52,5 mm	96,91%

Bảng 3. Kết quả thử hoạt tính kháng khuẩn của tinh dầu sả Java

Mật độ vi khuẩn	Nồng độ tinh dầu (mg/mL)	Đường kính vòng vô khuẩn (mm)	Khả năng kháng
10 ⁷ CFU	2,0	54 mm, 54 mm, 54 mm	100% (vi khuẩn không mọc trên toàn đĩa thạch)
10 ⁷ CFU	1,5	54 mm, 54 mm, 54 mm	100% (vi khuẩn không mọc trên toàn đĩa thạch)
10 ⁷ CFU	1,0	54 mm, 54 mm, 54 mm	100% (vi khuẩn không mọc trên toàn đĩa thạch)
10 ⁷ CFU	0,80	54 mm; 54 mm; 53,99 mm	99,9999997%
10 ⁷ CFU	0,60	53 mm; 53 mm; 53,1 mm	98,21%

Kết quả thử nghiệm cho thấy, tinh dầu sả Java có khả năng ức chế mạnh sự phát triển của vi khuẩn *E. coli*. Ở mật độ vi khuẩn là 10⁷ CFU với nồng độ tinh dầu là 1,0 mg/mL thì vi khuẩn không mọc trên toàn đĩa thạch (khả năng kháng 100%). Đặc biệt kháng sinh DMSO có hiệu quả kháng khuẩn thấp hơn tinh dầu Sả Java, ở nồng độ là 0,8 mg/ml khả năng kháng của DMSO là 99,38%; trong khi, tinh dầu cho khả năng kháng đến 99,99% gần như là tuyệt đối.



Hình 2. Khả năng kháng vi khuẩn *E. coli* của tinh dầu sả Java và chất đối chứng (-) DMSO (1. Nồng độ tinh dầu 2 mg/ml; 2,3. Nồng độ tinh dầu 0,2 mg/ml; 4. đối chứng (-) (DMSO 2%))

Kết quả này phù hợp với kết quả của A. Simic và các cộng sự [3] khi nghiên cứu khả năng kháng khuẩn của tinh dầu *Cymbopogon winterianus* ở Đức trên các chủng vi khuẩn *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Micrococcus luteus*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas tolaasii*, *Salmonella enteritidis* và *Staphylococcus aureus*. Tuy nhiên, tinh dầu sả Java ở Đức có khả năng ức chế vi khuẩn *E.coli* thấp hơn nhiều, với giá trị MIC = 6.0 μ L/mL.

Một báo cáo khác của R. S. Malele và các cộng sự [7] lại chỉ ra rằng, tinh dầu từ cây *Cymbopogon winterianus* từ Tanzania có hoạt tính kháng khuẩn thấp với các chủng vi khuẩn: *Bacillus cereus*, *Micrococcus luteus* và *Staphylococcus aureus*. Tuy nhiên, tinh dầu này lại không có khả năng kháng các vi khuẩn *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa* và *Staphylococcus epidermidis*.

4. Kết luận và đề xuất

Sả Java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) thu hái tại tỉnh Đắk Lắk chứa từ 0,12 - 0,48% hàm lượng tinh dầu. Thành phần hóa học chính của tinh dầu sả Java qua phân tích GC-MS là citronellal (33,58%), *trans*-geraniol (16,24%), δ -cadinene (6,33%) và myrtenol (6,09%).

Qua thử nghiệm hoạt tính sinh học cho thấy, tinh dầu sả Java có hoạt tính kháng khuẩn rất mạnh đối với chủng vi khuẩn *E.coli* đến 98,21%. Kết quả khả quan này cùng với các nghiên cứu sâu hơn sẽ góp phần mở ra tiềm năng khai thác cho cây sả Java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) vào thực phẩm chức năng và dược phẩm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] R. S. Vermaa, S. K. Vermab, S. Tandon, R. C. Padaliac, and M. P. Darokar, "Chemical composition and antimicrobial activity of Java citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt ex Bor) essential oil extracted by different methods," *Journal of Essential Oil Research*, vol. 32, no. 5, pp. 449-455, 2020, doi: 10.1080/10412905.2020.1787885.
- [2] R. Saikia, A. Sarma, T. C. Sarma, and P. K. Baruah, "Comparative Study of Essential Oils from Leaf and Inflorescence of Java Citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt)," *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, vol. 9, no. 1, pp. 85-87, 2006.
- [3] Vo, V. C., *Dictionary of Vietnamese Medicinal Plants*, vol. II. Medicine Publisher: Hanoi, Vietnam, 2012, 640-641.
- [4] Anon., "Medicinal Plants and Animals in Viet Nam", Ha Noi Science and Technology Publishing House. Volume I: 1.138 pages; Volume II: 1.255 pages.
- [5] P. S. Andila, I. P. A. Hendra, P. K. Wardani, I. G. Tirta, Sutomo, and D. Fardenan, "The phytochemistry of *Cymbopogon winterianus* essential oil from Lombok Island, Indonesia and its antifungal activity against phytopathogenic fungi," *Nusantara Bioscience*, vol. 10, no.4, pp. 232-239, 2018, doi: 10.13057/nusbiosci/n100406.
- [6] B. L. S. Leite, R. R. Bonfim, A. R. Antonioli, S. M. Thomazzi, A. A. S. Araújo, A. F. Blank, C. S. Estevam, E. V. F. Cambui, L. R. Bonjardim, R. L. C. Albuquerque Júnior, and L. J. Quintans-Júnior,

- "Assessment of antinociceptive, anti-inflammatory and antioxidant properties of *Cymbopogon winterianus* leaf essential oil," *Pharmaceutical Biology*, vol. 48, no. 10, pp. 1164-1169, 2010.
- [7] R. S. Malele, J. W. Mwangi, G. N. Thoithi, I. O. Kibwage, M. L. López, M. P. Zunino, A. G. López, J. A. Zygadlo, M. M. Oliva, and M. S. Demo, "Essential Oil of *Cymbopogon winterianus* Jowitt from Tanzania: Composition and Antimicrobial Activity," *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, vol. 10, no. 1, pp. 83-87, 2007.
- [8] L. T. N. Nguyen, D. Q. Nguyen, and N. T. T. Tran, "Obtaining essential oil of Javanese lemongrass (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) in Lam Dong province by direct distillation method," *Industry and Trade Journal*, vol. 21, 2020. [Online. Available: <https://tapchicongthuong.vn/bai-viet/thu-nhan-tinh-dau-sa-java-cymbopogon-winterianus-jowitt-tai-tinh-lam-dong-bang-phuong-phap-chung-cat-truc-tiep-74967.htm>. [Accessed May, 2021].
- [9] K. A. F. Rodrigues, C. N. Dias, F. M. Amaral, D. F. C. Moraes, V. r E. Mouchrek Filho, E. Helena, A. Andrade, and J. G. S. Maia, "Molluscicidal and larvicidal activities and essential oil composition of *Cymbopogon winterianus*," *Pharmaceutical Biology*, vol. 51, no. 10, pp. 1293-1297, 2013.
- [10] A. Wany, S. Jha, V. K. Nigam, and D. M. Pandey, "Chemical analysis and therapeutic uses of Citronella oil from *Cymbopogon winterianus*: a short review," *International Journal of Advanced Research*, vol. 6, no. 1, pp. 504-521, 2013.