CHEMICAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL ACTIVITIES OF BASIL ESSENTIAL OIL (*OCIMUM BASILICUM* L.) IN THAI NGUYEN

Pham Thanh Hue[1], Vu Thi Thu Le[1*], Vu Thanh Dat
[1]*TNU - University of Agriculture and Forestry*
[2]*Institute of Natural Products Chemistry – VAST*

ARTICLE INFO

Received: 03/02/2023
Revised: 23/5/2023
Published: 24/5/2023

KEYWORDS

Oil
α -Estragole
1,8-Cineole
3-Carene
Thai Nguyen

ABSTRACT

Basil essential oil (*Ocimum basilicum* L.) sampled in Huong Thuong commune Thai Nguyen city is distilled by steam attraction with reflux. The content of essential oil from basil is 0.56% (according to air-dried materials). Essential oils have a mild aroma, light yellow color, and are lighter than water. By chromatographic mass spectrometry (GC/MS), 24 components from Basil essential oil have been identified, accounting for 99.42% of the total essential oil, the main components in Basil essential oil include Estragole (89.91). %), Methyl chavicol (2.25%), 1,8-Cineole (1.69 %) and 3-Carene (0.99%). Basil essential oil has moderate ability to inhibit Escherichia coli bacteria and shows strong inhibition of DPPH free radical. The research results of basil essential oil contribute to elucidating the chemical composition and biological activities of Thai Nguyen basil essential oil, adding to the treasure trove of Vietnamese essential oils.

THÀNH PHẦN HÓA HỌC VÀ HOẠT TÍNH SINH HỌC CỦA TINH DẦU CÂY HÚNG QUẾ (*OCIMUM BASILICUM* L.) Ở THÁI NGUYÊN

Phạm Thanh Huế[1], Vũ Thị Thu Lê[1*], Vũ Thành Đạt[2]
[1]*Trường Đại học Nông Lâm – ĐH Thái Nguyên*
[2]*Viện Hóa học các Hợp chất thiên nhiên – Viện Hàn lâm Khoa học Công nghệ Việt Nam*

THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận bài: 03/02/2023
Ngày hoàn thiện: 23/5/2023
Ngày đăng: 24/5/2023

TỪ KHÓA

Tinh dầu
α -Estragole
1,8-Cineole
3-Carene
Thái Nguyên

TÓM TẮT

Tinh dầu Húng quế (*Ocimum basilicum L.)* thu mẫu tại xã Huống Thượng, thành phố Thái Nguyên được chưng cất bằng phương pháp lôi cuốn hơi nước có hồi lưu. Hàm lượng tinh dầu Húng quế đạt 0,56% (theo nguyên liệu khô không khí). Tinh dầu có mùi thơm nhẹ, màu vàng nhạt, nhẹ hơn nước. Bằng phương pháp sắc ký khí ghép khối phổ (GC/MS) xác định được 24 cấu tử từ tinh dầu Húng quế, chiếm 99,42% tổng lượng tinh dầu. Những thành phần chính trong tinh dầu Húng quế gồm Estragole (89,91%), Methyl chavicol (2,25%), 1,8-Cineole (1,69%) và 3-Carene (0,99%). Tinh dầu Húng quế có khả năng ức chế ở mức trung bình vi khuẩn *Escherichia coli* và thể hiện ức chế mạnh gốc tự do DPPH. Kết quả nghiên cứu tinh dầu Húng quế góp phần làm sáng tỏ hơn nữa về thành phần hóa học và hoạt tính sinh học của tinh dầu Húng quế ở Thái Nguyên, góp phần vào kho tàng dữ liệu tinh dầu ở Việt Nam.

DOI: https://doi.org/10.34238/tnu-jst.7278

[*] Corresponding author. *Email: vuthithule@tuaf.edu.vn*

1. Giới thiệu

Cây Húng quế (*Ocimum basilicum* L.) thuộc chi Húng quế (*Ocimum*), họ Hoa môi (Lamiaceae). Húng quế vừa là rau gia vị, vừa là thuốc chữa bệnh, đồng thời là cây nguyên liệu phục vụ cho công nghệ hương phẩm, tách chiết tinh dầu rất có giá trị [1], [2]. Húng quế là một loại cây mọc ở vùng nhiệt đới và ôn đới trên thế giới bao gồm châu Á, châu Phi, Trung và Nam Mỹ [3], [4]. Ở Việt Nam cây được phân bố rải rác từ Bắc vào Nam [5].

Húng quế là một loại thảo mộc phân nhánh mọc thẳng cao từ 0,3 m đến 1,3 m, với những chiếc lá mượt màu xanh lục nhạt, lá đơn, mọc đối, dài từ 3 cm đến 11 cm, rộng từ 1 cm đến 6 cm, hình trứng, nhọn và thường có răng chứa nhiều tuyến dầu dự trữ tinh dầu, hoa có màu trắng đến tím và được sắp xếp thành một cành ở cuối [6].

Trong y học cổ truyền, Húng quế như một dược liệu dân gian được sử dụng để điều trị nhiều loại bệnh như kháng viêm, tẩy giun, kiết lỵ, rối loạn tâm thần, sâu răng và viêm phế quản [7].

Nghiên cứu về hoạt tính sinh học của cây Húng quế cho thấy phổ hoạt tính rất rộng có khả chống ung thư, bảo vệ thần kinh, chống vi khuẩn, điều hòa miễn dịch, trị đái tháo đường, bảo vệ tim mạch, chống căng thẳng, chống ho, chống sốt, chống viêm khớp, chống oxi hóa [6], [7].

Hiện nay, trên thế giới đã có một số công bố về thành phần hóa học cũng như hoạt tính kháng vi sinh vật của tinh dầu Húng quế trồng ở một số quốc gia như Algeria, Cộng hòa Nam Phi, Serbia, Ai Cập, Ấn Độ [4], [8]-[10].

S. Rubab và cộng sự (2021) đã công bố thành phần hóa học của Húng quế (*Ocimum basilicum* L.*)* gồm các loại dầu dễ bay hơi (eugenol, methyl eugenol, methyl chavicol và linalool), saponin, coumarin, alkaloid, tannin, anthraquinone, anthocyanin, flavonoid, diterpenoid, triterpenoid, pyridine, pyrrolidine, polyphenol, iridoid, quinon, … [11].

Ngoài ra, các nghiên cứu còn cho thấy tinh dầu Húng quế ngoài khả năng kháng khuẩn (*Staphylococococcus epidermidis*, *Staphylococococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*), kháng nấm (*Candida albicans*, *Candida glabrata*), còn có khả năng chống oxi hóa, chống ung thư tử cung (Hela) và ung thư biểu mô thanh quản (Hep-2) [4], [8], [12].

Ở Việt Nam, đã có một số công trình nghiên cứu về thành phần hóa học và hoạt tính sinh học của Húng quế, qua phân tích GC-MS cho thấy, nhóm tác giả Trần Hiên Thiền và cộng sự (2018) ở Thành phố Hồ Chí Minh đã xác định thành phần chính của cây Húng quế gồm Estragole (87,869%), *α*-Bergamotene (2,922%), τ-Cadinol (2,770%) và Linalool (1,347%) [13]. Theo báo cáo của tác giả Trần Thanh Quỳnh Anh và cộng sự (2020), tinh dầu Húng quế ở Thừa Thiên Huế có thành phần hóa học chính là: *p*-Allylanisole (49,09%), Aromadendrene (8,27%) và *trans*-Ocimene (5,71%) [14]. Còn nhóm nghiên cứu của Võ Thị Thanh Tuyền và cộng sự (2020) ở Bình Định công bố thành phần chính gồm metyl chavicol (85,92%), $E-\beta$ ocimen (1,95%), 1,8 cineol (1,66%) [15]. So sánh thành phần chính của tinh dầu Húng quế ở thành phố Hồ Chí Minh, Thừa Thiên Huế và Bình Định có sự khác biệt do vùng nguyên liệu khác nhau, phương pháp chiết khác nhau cũng ảnh hưởng rất lớn đến hàm lượng các hợp chất có giá trị sinh học trong Húng quế. Chính vì vậy, nhóm nghiên cứu muốn tìm hiểu sâu hơn về thành phần hóa học và hoạt tính sinh học của tinh dầu Húng quế ở Thái Nguyên khác hay giống với tinh dầu Húng quế ở Huế, Bình Định và thành phố Hồ Chí Minh.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng

Cây Hứng quế *Ocimum basilicum* L.) được thu hái vào tháng 03/2022 tại xã Huống thượng, thành phố Thái Nguyên. Mẫu được kí hiệu là TNTV 35, được lưu giữ và giám định bởi TS. Đỗ Văn Hài Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp xác định thành phần hóa học

Hàm lượng tinh dầu (%) được tính theo nguyên liệu khô không khí (khô ngoài không khí) và nguyên liệu khô tuyệt đối (nguyên liệu đã trừ độ ẩm, được sấy ở 100 - 105^{o}C trong thời gian khoảng 30 phút cho đến khi khối lượng nguyên liệu không đổi), được tính theo công thức X= a.100/b [a: thể tích tinh dầu (ml), b: khối lượng nguyên liệu (g)] [11] và được xác định bằng phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước có hồi lưu trong thiết bị Clevenger. Định tính theo phương pháp sắc ký khí khối phổ (GC/MSD) và định lượng theo phương pháp sắc ký khí ion hóa ngọn lửa (GC/FID). Tinh dầu được làm khan bằng Na_2SO_4 và để trong tủ lạnh ở nhiệt độ < 5^{o}C. Thiết bị GC-MSD: Sắc ký khí Agilent 7890A ghép nối với Mass Selective Detector Agilent 5975C, cột HP-5MS có kích thước (60 m × 0,25 mm × 0,25 μm). Chương trình nhiệt độ với điều kiện 60^{o}C tăng nhiệt độ 4^{o}C/phút cho đến 240^{o}C. Khí mang He. Nhiệt độ buồng chuyển tiếp là 270^{o}C, phá mảnh hoàn toàn với hiệu điện thế đầu dò là 70 eV và dãy phổ 35-450Da ở 4 lần quét/giây. Các thành phần được xác định dựa trên hệ số lưu giữ của chúng (tính toán theo dãy đồng đẳng *n*-alkane) và so sánh phổ khối của chúng với dữ liệu phổ khối chất chuẩn lưu trong thư viện phổ (HPCH1607, NIST08, Wiley09). Hàm lượng tương đối của các thành phần được tính toán dựa trên diện tích píc thu được từ sắc ký đồ ion hóa ngọn lửa FID. Phần mềm xử lý dữ liệu được sử dụng là Chemstation và phần mềm xử lý phổ khối là Mass Finder 4.0 [16].

2.2.2. Phương pháp thử hoạt tính kháng khuẩn

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*.

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^{o}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 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 100μl 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, đè nhẹ để đĩa giấy cố định trên mặt thạch. Chuyển các đĩa petri vào tủ lạnh (10^{o}C) khoảng 4 - 8 giờ để tinh dầu khuếch tán ra thạch. Sau đó đem nuôi ở 37^{o}C trong 16 - 20 giờ. 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.

2.2.3. Phương pháp thử hoạt tính chống oxy hóa

Hoạt tính kháng khuẩn được thực hiện tại Viện Hóa học các Hợp chất Thiên nhiên.

Quá trình thử nghiệm được thực hiện theo phương pháp bắt gốc tự do DPPH là phương pháp nhằm xác định khả năng chống oxy hoá của hợp chất dựa trên khả năng bắt gốc tự do của nó. DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) có khả năng tạo ra các gốc tự do bền trong methanol và có độ hấp thu cực đại tại bước sóng 517 nm. Khi cho các mẫu thử ngiệm vào hỗn hợp này, nếu chất có khả năng làm trung hoà hoặc bao vây các gốc tự do sẽ làm DPPH chuyển từ màu tím sang vàng. Tín hiệu này được đo bằng máy ELISA reader. Hoạt tính chống oxy hoá của chất thử nghiệm được đánh giá thông qua phần trăm làm giảm giá trị hấp thụ ánh sáng của mẫu thử nghiệm so với đối chứng.

Kết quả thử hoạt tính chống oxy hóa được báo cáo bởi giá trị IC_{50} là nồng độ của dịch chiết khử được 50% gốc tự do DPPH ở điều kiện xác định. Giá trị IC_{50} càng thấp thì hoạt tính khử gốc tự do DPPH càng cao.

Khả năng ức chế DPPH được tính theo công thức sau:

$$IC_{50} = \frac{OD_{chứng} - OD_{thử}}{OD_{chứng} - OD_{trắng}} \times 100\%$$

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).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Xác định thành phần hóa học

Thành phần hóa học của tinh dầu Húng quế (*Ocimum basilicum* L.) được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. *Thành phần hóa học của tinh dầu Húng quế (Ocimum basilicum* L.)

TT	Thời gian lưu (phút)	AI^r	Hợp chất	Hàm lượng (%)
1	5,52	924	*α*-Thujene	0,13
2	5,92	1025	*β*-Phellandrene	0,09
3	6,69	969	Sabinene	0,17
4	7,04	-	*β*-Terpinene	0,28
5	8,09	1020	*p*-Cymene	0,07
6	8,32	1026	1,8-Cineole	1,69
7	8,83	1054	*γ*-Terpinene	0,62
8	10,21	-	3-*ρ*-Menthen-7-al	0,17
9	10,55	-	3-Carene	0,99
10	11,06	974	2-*β*-Pinene	0,36
11	12,16	1141	(+)-2-Bornanone	0,41
12	12,91	946	Camphene	0,27
13	13,31	-	*ι*-Phellandrene	0,07
14	13,78	1008	*δ*-3-Carene	0,22
15	14,14	1195	Estragole	89,91
16	14,37	1003	*ρ*-Mentha-1,8-dien-7-ol	0,06
17	14,81	1235	*(Z)*-Citral	0,23
18	16,00	-	unknow	0,05
19	17,11	-	Endobornyl acetate	0,37
20	20,19	1348	*α*-Cubebene	0,05
21	20,72	-	(-)-Sinularene	0,17
22	21,12	1451	*cis*-Methyl isoeugenol	0,2
23	21,65	1417	*trans*-Caryophyllene	0,12
24	22,13	1432	*trans*-*α*-Bergamotene	0,52
25	22,38	1436	Methyl chavicol	2,25
26	-	-	Các hợp chất khác	0,53
		Tổng cộng		99,42
		Hydrocarbon		98,39
		Dẫn xuất chứa oxygen		1,03

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

Bằng phương pháp sắc ký khí ghép khối phổ (GC-MS), 24 cấu tử của tinh dầu Húng quế (*Ocimum basilicum*) đã được xác định, chiếm 99,42% tổng lượng tinh dầu. Những thành phần chính trong tinh dầu Húng quế (*Ocimum basilicum*) gồm Estragole (89,91%), Methyl chavicol (2,25%), 1,8-Cineole (1,69%), 3-Carene (0,99%) và *trans*-*α*-Bergamotene (0,52%). Trong đó,

cấu tử thuộc monoterpen và sesquiterpen hydrocacbon chiếm 98,39% và dẫn xuất chứa oxy của hydrocacbon chiếm 1,03%. Như vậy, thành phần chính chủ đạo của tinh dầu Húng quế ở Thái Nguyên [Estragole (89,91%)] cũng giống với tinh dầu ở Thừa Thiên Huế [Estragole (49,09%)] nhưng khác về thành phần chính của tinh dầu Hứng quế ở Bình Định [metyl chavicol (85,92%)] [15], [17].

3.2.1. Đánh giá hoạt tính kháng khuẩn

Kết quả thử nghiệm hoạt tính kháng khuẩn của tinh dầu Húng quế (*Ocimum basilicum*.L) được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. *Kết quả thử nghiệm hoạt tính kháng khuẩn của tinh dầu Húng quế (Ocimum basilicum.* L*)*

Mật độ vi khuẩn	Nồng độ tinh dầu (mg/ml)	Đường kính vòng vô khuẩn (mm)			Khả năng kháng khuẩn (%)
10^7 CFU	14	54	54	54	100
10^7 CFU	**12**	**48**	**48**	**48,5**	**89,20**
10^7 CFU	10	41,5	41,5	41	76,54
10^7 CFU	8	32,5	32,5	32,5	60,19
10^7 CFU	6	24,5	24	24	44,75
10^7 CFU	4	14	14	14,5	26,23
10^7 CFU	2	6,5	6	6	11,42

Tinh dầu Húng quế (*Ocimum basilicum*) có tác dụng ức chế ở mức trung bình vi khuẩn *Escherichia coli*. Khi nồng độ tinh dầu thay đổi dẫn đến sự giảm dần khả năng kháng khuẩn bởi sự biến đổi của đường kính vòng vô khuẩn. Đặc biệt, khả năng kháng khuẩn tốt nhất đạt 89,20% khi nồng độ tinh dầu Húng quế dùng 12 mg/ml, vẫn thấp hơn so với khả năng kháng khuẩn của đối chứng dương kháng sinh Ampicillin là 92,90% ứng với nồng độ sử dùng 0,5 mg/ml.

3.2.2. Đánh giá hoạt tính chống oxy hóa

Kết quả thử nghiệm hoạt tính chống oxy hóa của tinh dầu Húng quế *(Ocimum basilicum)* được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. *Kết quả thử nghiệm hoạt tính chống oxy hóa của tinh dầu Húng quế (Ocimum basilicum)*

Nồng độ tinh dầu (mg/ml)	% Ức chế			IC_{50} (mg/ml)
	1	2	3	
2,5	96,93	96,11	96,16	**1,08**
2,0	80,28	80,76	80,45	
1,5	62,24	62,15	62,17	
1,0	47,15	47,18	47,23	
0,5	32,17	31,98	32,06	
0,25	22,76	22,78	22,86	

Tinh dầu Húng quế (*Ocimum basilicum*) biểu hiện khả năng chống oxy hóa mạnh. Khi nồng độ tinh dầu thay đổi dẫn đến khả năng chống oxy hóa giảm dần. Với giá trị IC_{50} = 1,08 mg/ml cho khả năng chống oxy hóa ức chế gốc tự do DPPH tốt hơn hơn so với khả năng chống oxy hóa của chất đối chứng dương axit ascorbic (IC_{50} = 34,99 mg/ml).

4. Kết luận

Thành phần hóa học của tinh dầu Húng quế (*Ocimum basilicum*) thu hái tại Thái Nguyên, chiếm 99,42% tổng lượng tinh dầu. Những thành phần chính trong tinh dầu Húng quế gồm Estragole (89,91%), Methyl chavicol (2,25%), 1,8-Cineole (1,69%), 3-Carene (0,99%) và *trans*-*α*-Bergamotene (0,52%).

Tinh dầu Hứng quế (*Ocimum basilicum*) đã thử hoạt tính sinh học trên 2 dòng tế bào kháng khuẩn và chống oxy hóa. Tinh dầu Húng quế (*Ocimum basilicum*) có biểu hiện ức chế ở mức trung bình vi khuẩn *Escherichia coli* và thể hiện ức chế mạnh gốc tự do DPPH.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

[1] D. W. Al Abbasy, N. Pathare, J. N. Al-Sabahi, and S. A. Khan, "Chemical composition and antibacterial activity of essential oil isolated from Omani basil (Ocimum basilicum Linn.)," *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, vol. 5, no. 8, pp. 645-649, 2015.

[2] L. T. Do, *Vietnamese Essential oil.* Medicine Publishing House, Hanoi, 1985

[3] N. Helmy, A. EI-Soud, M. Deabes, L. A. EI-Kassem, and M. Khalil, "Chemical Composition and Antifungal Activity of Ocimum basilicum L.. Open Access," *Macedonian of Medical Sciences*, vol. 3, no. 3, pp. 374-379, 2015.

[4] A. B. Falowo, F. E. Mukumbo, E. M. Idamokoro, A. J. Afolayan, and V. Muchenje, "Phytochemical Constituents and Antioxidant Activity of Sweet Basil (Ocimum basilicum L.) Essential Oil on Ground Beef from Boran and Nguni Cattle," *International Journal of Food Science*, vol. 9, pp. 1-8, 2019.

[5] B. T. Nguyen, C. V. Vo, D. V. Vu, Q. V. Le, and T. D. Trinh, *The families of flowering plants: Sea-leaf plants - volume 1*. Science and Technology Publishing House, Hanoi, 1975.

[6] M. H. Shahrajabian, W. Sun, and Q. Cheng, "Chemical components and pharmacological benefits of Basil (Ocimum basilicum): a review," *International Journal of Food Properties?*, vol. 23, no. 1, pp. 1961-1970, 2020.

[7] H. R. Nadeem, S. Akhatr, P. Sestili, T. Ismail, S. Neugart, M. Qamar, and T. Esatbeyoglu, "Toxicity, Antioxidant Activity, and Phytochemicals of Basil (Ocimum basilicum L.) Leaves Cultivated in Southern Punjab, Pakistan," *Foods?*, vol. 11, no. 9, pp. 1-13, 2022.

[8] M. Rezzoug, B. Bakchiche, A. Gherib, A. Roberta, F. Guido, O. Kilinçarslan, R. Mammadov, and S. K. Bardaweel, "Chemical composition and bioactivity of essential oils and Ethanolic extracts of Ocimum basilicum L. and Thymus algeriensis Boiss. & Reut. from the Algerian Saharan Atlas," *BMC Complementary and Alternative Medicine*, vol. 19, no. 1, 2019, Art. no. 146.

[10] R. C. Padalia, R. S. Verma, A. Chauhan, P. Goswami, V. R. Singh, S. K. Verma, M. P. Darokar, A. Kurmi, N. Singh, D. Saikia, and C. S. Chanotiya, "Essential Oils Composition and Antimicrobial Activity of Methyl cinnamate-Linalool Chemovariant of Ocimum basilicum L. from India," *Rec. Nat. Prod.*, vol. 11, no. 2, pp. 193-204, 2017.

[11] S. Rubab, S. Bahadur, U. Hanif, A. I. Durrani, A. Sadiqa, S. Shafique, U. Zafar, M. Shuaib, Z. Urooj, M. M. Nizamani, and S. Iqbal, "Phytochemical and antimicrobial investigation of methanolic extract/fraction of Ocimum basilicum L.," *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, vol. 31, no. 4, 2021.

[12] K. Poonkodi and S. Ravi "Chemical composition of the essential oil from basil (Ocimum basilicum Linn.) and its in vitro cytotoxicity against HeLa and HEp-2 human cancer cell lines and NIH 3T3 mouse embryonic fibroblasts," *Nat Prod Res*, vol. 26, no. 12, pp. 112-1118, 2012.

[13] T. H. Tran, H. H. H. Nguyen, D. C. Nguyen, T. Q. Nguyen, H. Tan, L. T. H. Nhan, D. H. Nguyen, L. D. Tran, S. T. Do, and T. D. Nguyen, "Optimization of Microwave - Assisted Extraction of Essential Oil from Vietnamese Basil (Ocimum Basilicum L.) Using Response Surface Methodology," *Processes*, vol. 6, no. 11, 2018, Art. no. 206.

[14] A.Q.T. Tran, T. B. T. Do, H. T. T. Vo, and A. V. T. Nguyen, "Actors affecting in the extraction process, Antioxidant and antibactic resistance of essential oil Basil (ocimum basilicum L.) in Thua Thien Hue," Nationwide biotechnology conference, 2020, pp. 238-24.

[15] T. T. T. Vo and Q. N. T. Le, "Survey on chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of basil (Ocimum basilicum L.) grown in Binh Dinh," *Journal of Science - Quy Nhon University*, vol. 56, no. 3, pp.83-90, pp. 2020.

[16] R. P. Adams, *Identification of essential oil components by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy*. Allured Publishing Corporation, 2004.

[17] T. T. Q. Anh, D. T. B. Thuy, V. T. T. Hang, and N. T. V. Anh, "Influencing factors in the extraction process, antioxidant and antibacterial capacity of Cinnamon essential oil (Ocimum basilicum L.) in Thua Thien Hue," *Biochemistry and Protein Technology, National Biotechnology Conference 2020*, 2020, pp. 238-243.