

NGHIÊN CỨU THÀNH PHẦN BAY HƠI TRONG CÁC CƠ QUAN HOA SEN (*Nelumbo nucifera* 'LSt') BẰNG PHƯƠNG PHÁP HEADSPACE TRỰC TIẾP KẾT HỢP VỚI SẮC KÝ KHÍ - KHỐI PHỔ (HS-GCMS)

Nguyễn Ngọc Thùy Dương^{1,2}, Lê Văn Dũng³, Hoàng Việt^{1,2}

¹ Bộ Môn Sinh thái - Sinh học Tiến hóa,
Trường Đại học Khoa học tự nhiên - Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

² Khoa Sinh học và Công nghệ Sinh học,
Trường Đại học Khoa học tự nhiên - Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

³ Viện Hàn Lâm Khoa Học Và Công Nghệ, Thành phố Hồ Chí Minh

* Email: tdnguyen318@gmail.com

TÓM TẮT

Nghiên cứu này tập trung vào các thành phần bay hơi của búp hoa Sen ngó (*Nelumbo nucifera* 'LSt') - là phụ phẩm nông nghiệp tại tỉnh Tây Ninh, như vật liệu chính để phân tích các thành phần bay hơi của hoa Sen tại Việt Nam. Nghiên cứu cũng cung cấp cái nhìn tổng quan về giống Sen ngó thông qua quá trình định danh phân loại. Thành phần bay hơi trong các cơ quan khác nhau của búp hoa từ giống Sen ngó được phân tích thông qua phương pháp Headspace trực tiếp kết hợp với sắc ký khí khối phổ (GCMS). Nghiên cứu đã xác định được 59 hợp chất bay hơi từ các cơ quan hoa khác nhau. Các thành phần hương thơm chính của bao hoa (cánh và đài hoa) gồm heptadecane; 3-heptadecene và 5-heptadecene, 1-bromo-; trong khi mùi hương từ nhị và đế hoa Sen có sự tương đồng về thành phần chính là caryophyllene; 1,4-dimethoxybenzene và pentadecane. Bên cạnh đó, hoạt tính kháng vi sinh vật trong tinh dầu tuyệt đối được ly trích từ búp hoa Sen ngó cũng được thử nghiệm trên một số chủng vi sinh vật bị hạn chế trong mỹ phẩm theo TCVN 13634:2023. Kết quả cho thấy tinh dầu tuyệt đối của búp hoa Sen ngó có hoạt tính kháng lại *Staphylococcus aureus* và *Candida albicans*.

Từ khóa: Chất bay hơi, Headspace, kháng vi sinh vật, *Nelumbo nucifera* 'LSt', Tây Ninh.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây Sen (*Nelumbo nucifera*) được công nhận rộng rãi như một loài cây cảnh nhờ mùi hương hấp dẫn [1]. Cây Sen thuộc họ Nelumbonaceae với một chi gồm hai loài là *Nelumbo nucifera* Gaertn. và *Nelumbo lutea* Pear. [2]. *Nelumbo nucifera* (*N. nucifera*) có nguồn gốc từ các nước châu Á nhiệt đới [3]. Tại Việt Nam, cây Sen được trồng ở nhiều nơi như: Thành phố Hà Nội, các tỉnh Bắc Ninh, Thanh Hóa, Nghệ An và vùng Đồng bằng sông Cửu Long [4]. Hoa Sen ngoài giá trị kinh tế còn nhiều chất dinh dưỡng và còn có lợi trong hỗ trợ điều trị các chứng rối loạn về tim mạch, gan, tiết niệu và sinh dục [2]. Hoa Sen cũng được dùng để sản xuất các sản phẩm chăm sóc sức khỏe cá nhân hoặc được dùng như chất tạo hương cho trà xanh [5].

Nhiều nghiên cứu trên thế giới đã khám phá về hương thơm của hoa Sen như việc so sánh những điểm khác biệt chính về thành phần bay hơi của Sen tươi và Sen đã hái (*N. nucifera*) thông qua phương pháp Headspace vào năm 2008 [6]. Tại Hàn Quốc, nghiên cứu của Choi (2011) đã phát hiện 70 thành phần mùi hương trong các cơ quan hoa Sen tươi gồm cánh, nhị và nhụy hoa thông qua phương pháp chiết pha rắn vi lượng Solid-Phase Microextraction (SPME) sử dụng sợi polydimethylsiloxane-divinylbenzene [7]. Ngoài ra, nghiên cứu của Baek và cs (2016) đã xác định được 39 thành phần bay hơi từ các cơ quan khác nhau của hoa Sen *N. nucifera* bao gồm cánh, đài, nhụy và nhị hoa Sen thông qua phương pháp chiết pha rắn vi lượng Headspace kết hợp sắc ký khí

khối phổ Headspace Solid-Phase Microextraction Gas Chromatography-Mass Spectrometry (HS-SPME-GC-MS) [8]. Tuy nhiên cho đến nay, các nghiên cứu về thành phần mùi hương trong các cơ quan hoa Sen ở Việt Nam vẫn còn hạn chế. Nghiên cứu này sử dụng phương pháp Headspace trực tiếp kết hợp với phân tích sắc ký khí khối phổ (GCMS) nhằm mục đích khám phá các thành phần bay hơi tồn tại trong các cơ quan khác nhau của búp hoa Sen *N. nucifera* thuộc giống Sen ngó được trồng ở Việt Nam.

Headspace là kỹ thuật tiên tiến để phân tích các hợp chất bay hơi tạo mùi trong thực vật. Thông qua hệ thống sắc ký khí với đầu nạp mẫu chuyên dụng, các hợp chất bay hơi từ nguyên liệu hoặc ống hấp thụ được nạp trực tiếp vào máy phân tích [9]. Trong nghiên cứu này, phương pháp Headspace trực tiếp được ứng dụng để phân tích các hợp chất bay hơi của các cơ quan hoa Sen khác nhau. Mẫu được gia nhiệt trong bình kín để đẩy các hợp chất có khối lượng phân tử cao vào pha hơi trước khi đưa vào hệ thống sắc ký khí khối phổ GC-MS [10]. Phương pháp Headspace trực tiếp được ứng dụng để hấp thụ các hợp chất bay hơi từ các cơ quan của búp hoa Sen ngó gồm bao hoa (cánh và đài), nhị và đế hoa, sau đó phân tích bằng sắc ký khí-khối phổ (GCMS).

Chiết xuất hoa Sen thu hút nhiều sự quan tâm trên thế giới nhờ vào các hoạt tính sinh học đa dạng, tạo tiền đề ứng dụng trong lĩnh vực mỹ phẩm. Jeon và cs (2009) đã cho thấy tinh dầu từ bột hoa Sen có thể tổng hợp melanin trong tế bào hắc tố ở người [11]. Nghiên cứu của Morikawa và cs (2016) chứng minh các alkaloid trong hoa Sen có tác dụng ức chế hắc tố, hỗ trợ làm trắng da [12]. Tuy nhiên, các nghiên cứu về hoạt tính kháng vi sinh vật của tinh dầu tuyệt đối từ hoa Sen ngó tại Việt Nam còn hạn chế. Do đó, nghiên cứu này đánh giá khả năng kháng vi sinh vật của tinh dầu tuyệt đối từ búp hoa Sen ngó thông qua thử nghiệm sàng lọc trên các chủng vi sinh vật bị hạn chế trong mỹ phẩm theo TCVN 13634:2023 bao gồm *Escherichia coli* (*E. coli*), *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*), *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) và *Candida albicans* (*C. albicans*) [13]. Đây là nghiên cứu đầu tiên phân

tích toàn diện thành phần bay hơi trong từng các cơ quan của búp hoa Sen ngó, cung cấp những hiểu biết sâu sắc về hương hoa của giống Sen ngó thuộc loài *N. nucifera* tại Việt Nam. Những phát hiện này góp phần vào các ứng dụng đổi mới trong nhiều lĩnh vực, bao gồm mỹ phẩm, nông nghiệp, dược phẩm và công nghiệp.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

2.1.1. Dụng cụ thí nghiệm

Các dụng cụ thí nghiệm được sử dụng trong nghiên cứu được cung cấp bởi phòng thí nghiệm Thực vật, khoa Sinh học - Công nghệ sinh học, Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia - Thành phố Hồ Chí Minh.

2.1.2. Mẫu thực vật



Hình 1. Hoạt động thu hoạch ngó Sen



Hình 2. Môi trường sống tự nhiên của giống Sen ngó *N. nucifera* 'LS'.

Sen ngó là một giống Sen thuộc loài *N. nucifera* được thu hái tại khu vực ấp Cà Nhíp, xã Tân Thạnh, tỉnh Tây Ninh và được sử dụng làm nguyên liệu chính trong nghiên cứu này. Đây là khu vực có địa hình đất trũng, ngập nước [14], phần lớn người dân chủ yếu tập trung trồng ngó Sen dẫn đến hoa Sen bị bỏ đi. Hoạt động thu hoạch ngó Sen của người dân

địa phương và môi trường sống của giống Sen ngó được thể hiện lần lượt ở hình 1 và hình 2.

Mẫu định danh thực vật được bảo quản lạnh ở 4°C sau khi thu hái. Mẫu phân tích thành phần bay hơi được bảo quản kín trong lọ chuyên dụng ở 4°C và tiến hành phân tích ngay khi chuyển đến Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Tiêu chuẩn thu mẫu phân tích thành phần bay hơi là búp hoa có kích thước 8 - 10 × 2 - 5 cm với khối lượng là 30 - 35 g, số lượng một mẫu cho một lần phân tích. Mẫu Sen tươi được thu thập để định danh có đầy đủ các cơ quan sinh dưỡng và cơ quan sinh sản.

2.1.3. Môi trường nuôi cấy

Để chuẩn bị môi trường nuôi cấy, 21 g bột Mueller Hinton được hòa tan trong 1 L nước cất. Hỗn hợp sau đó được thêm vào 20 g bột agar, khuấy đều, và hấp tiệt trùng hỗn hợp ở 121°C trong thời gian 15 phút. Cuối cùng, hỗn hợp đã tiệt trùng được đổ vào các đĩa petri và để thạch đông đặc lại, tạo thành môi trường thạch Mueller Hinton (MHA). Các đĩa môi trường sẽ được quan sát sau 24 giờ để đảm bảo tính vô trùng trước khi được đưa vào sử dụng.

2.1.4. Vật liệu kháng vi sinh vật

Nghiên cứu thu nhận tinh dầu tuyệt đối từ búp hoa Sen ngó thông qua quá trình tẩm trích toàn bộ búp hoa Sen tươi với dung môi n-hexane 99,9% kết hợp với các giai đoạn ly tâm và lọc lạnh để loại bỏ thành phần sáp.

Các chủng vi sinh vật bao gồm *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 28753, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 và *Candida albicans* ATCC 10231 được cung cấp bởi phòng thí nghiệm Vi sinh, Khoa Sinh học - Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia - Thành phố Hồ Chí Minh cho thử nghiệm sàng lọc hoạt tính kháng vi sinh vật của tinh dầu tuyệt đối búp hoa Sen ngó. Vi sinh vật được nuôi cấy trong môi trường Mueller Hinton lỏng ở 37°C trên máy lắc qua đêm để tăng sinh khối đến mật độ cần thiết.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phân loại thực vật

Hình thái của các cơ quan sinh dưỡng và cơ quan sinh sản của cây Sen được quan sát dưới kính

hiển vi soi nổi. Phần mềm ImageJ là một công cụ xử lý và phân tích hình ảnh khoa học, được sử dụng để đo kích thước các bộ phận của mẫu thực vật. Tên khoa học về loài của cây Sen được xác định dựa trên khóa phân loại của Cullen (2006) [15] và sách "Cây cỏ Việt Nam" của Phạm Hoàng Hộ (1999) [16].

2.2.2. Phân tích thành phần bay hơi của các cơ quan búp hoa Sen ngó

Chương trình nhiệt Headspace: Thiết bị Headspace HS-20 (Shimadzu, Nhật Bản). Mẫu được cho vào vial 20 ml, sau đó, mẫu đưa được đưa vào buồng ủ ở 90°C, thời gian cân bằng 20 phút. Nhiệt độ tiêm mẫu (sample line temp) là 150°C và nhiệt độ chuyển mẫu (transfer line temp) là 150°C. Áp suất khí nén 50 kPa.

Chương trình nhiệt của GC-MS: Sắc ký khí GC-2030 (Shimadzu, Nhật Bản) được ghép với GCMS-QP2020 (Shimadzu, Nhật Bản). Một cột mao quản Rxi-5MS (dài 30 m, đường kính trong 0,25 mm, độ dày phim: 0,25 μ m, Shimadzu, Nhật Bản) đã được sử dụng để phân tích. Nhiệt độ đầu cột: 40°C giữ trong 2 phút, tăng lên 80°C với tốc độ 2°C /phút, tăng lên 150°C với tốc độ 5°C /phút, tiếp tục tăng lên 200°C với tốc độ 10°C /phút, tiếp tục tăng lên 280°C với tốc độ 20°C /phút và giữ trong 3 phút, tiếp tục tăng lên 300°C với tốc độ 20°C /phút và giữ trong 3 phút. Nhiệt độ buồng ion là 230°C. Khí He được sử dụng làm khí mang với tốc độ dòng là 1.78 mL/phút. Chia dòng với tỉ lệ 1:5 (split) và áp suất đầu cột: 100 Kpa [17].

2.2.3. Sàng lọc hoạt tính kháng vi sinh vật của tinh dầu tuyệt đối hoa Sen ngó

Mục tiêu chính của việc sàng lọc ban đầu là khảo sát khả năng kháng vi sinh vật của tinh dầu tuyệt đối từ búp hoa Sen ngó đối với các chủng vi sinh vật bị hạn chế trong sản phẩm mỹ phẩm theo TCVN 13634:2023 [13]. Thí nghiệm được tiến hành theo phương pháp khuếch tán giếng thạch [18], [19] đã được điều chỉnh sao cho phù hợp với phạm vi nghiên cứu:

Bước 1: Các chủng vi sinh vật thí nghiệm được pha loãng trong dung dịch nước muối sinh lý để đạt mật độ $1,5 \times 10^8$ CFU/mL đối với vi khuẩn và $2,5 \times 10^6$ CFU/mL đối với nấm men.

Bước 2: Vi sinh vật được trải đều lên đĩa MHA theo bốn hướng bằng tăm bông vô trùng.

Bước 3: Đĩa thạch được đục lỗ để tạo ra các giếng thạch bằng dụng cụ có mũi khoan 8 mm trong điều kiện vô trùng. Sau đó, các mẫu thử nghiệm được đưa vào các giếng thạch như sau:

- Giếng mẫu (L): 200 μ L tinh dầu tuyệt đối búp hoa Sen ngó (100 μ g/ μ L trong DMSO).
- Giếng đối chứng âm (-): 200 μ L DMSO.
- Giếng đối chứng dương (+): 40 μ L Nystatin (65 μ g/ μ L) cho *C. albicans* và 50 μ L Streptomycin (35 μ g/ μ L) cho các chủng vi khuẩn.

Bước 4: Các đĩa thạch được ủ ở 37°C, trong 24 giờ đối với vi khuẩn và 48 giờ đối với nấm men.

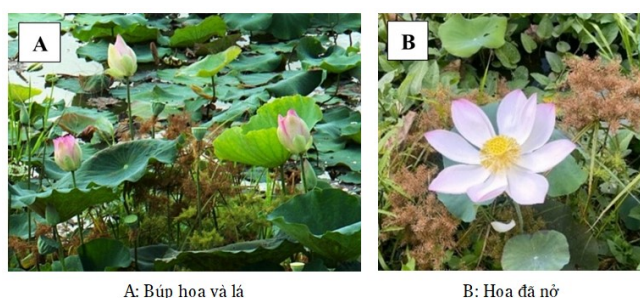
Khảo sát sàng lọc trên mỗi chủng vi sinh vật được lặp lại ba lần trên các đĩa môi trường riêng biệt (n = 3).

Hoạt tính kháng vi sinh vật được xác định thông qua sự xuất hiện của vòng ức chế xung quanh giếng thạch với đường kính vòng ức chế được đo bằng millimet. Kích thước của vòng ức chế phụ thuộc vào tốc độ khuếch tán của mẫu thử nghiệm và mức độ nhạy cảm của vi sinh vật. Ngược lại, các chủng kháng lại mẫu thử nghiệm sẽ phát triển đến sát mép đĩa. Kết quả được trình bày dưới dạng giá trị trung bình $\pm$ sai số chuẩn và xử lý thống kê để so sánh hiệu quả giữa các chủng.

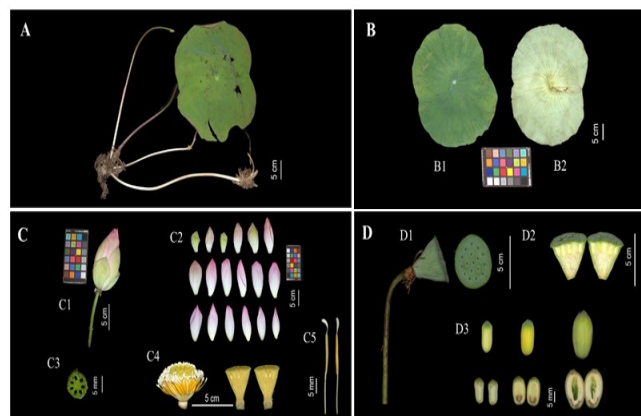
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân loại thực vật

Cây Sen sinh trưởng trong môi trường thủy sinh như hồ nước ngọt và ao đầm lầy. Ở những vùng nước nông, thân rễ của cây Sen phát triển trong lớp bùn. Hình ảnh giống Sen ngó trong môi trường sống tự nhiên được ghi lại tại hình 3. Lá Sen có cuống lá gắn ở trung tâm, lá vươn lên cao khỏi mặt nước (Hình A). Hoa nở lớn có màu hồng trắng đến hồng nhạt (Hình B).



Hình 3. Hình thái của Sen ngó *N. nucifera* 'LS' trong môi trường tự nhiên



Hình 4. Hình thái của Sen *N. nucifera* 'LS'
A. Cây Sen; B. Lá: B1. Mặt trên của lá, B2. Mặt dưới của lá; C. Hoa: C1. Nụ hoa, C2. Bao hoa (đài và cánh hoa), C3. Mặt cắt ngang cuống hoa, C4. Đế hoa và mặt cắt dọc đế hoa, C5. Nhị hoa; D. Gương Sen và quả: D1. Gương Sen, D2. Mặt cắt dọc gương Sen, D3. Quả từ non đến chín và mặt cắt dọc của quả với tim Sen

Đặc điểm hình thái cấu trúc của giống Sen ngó ở Việt Nam được minh họa trong hình 4. Các chồi, lá và hoa Sen mọc ra từ các đốt trên thân rễ. Đốt là những khoảng hẹp giữa các đoạn thân rễ, có nhiều nhánh đâm ra trong bùn. Phần ngó Sen cứng, màu từ tím nhạt đến trắng. Lá nổi có hình tròn hoặc hình khiên, kích thước 18 - 28 $\times$ 23 - 36 cm, mép lá hơi cong. Mặt trên của lá nhẵn, có màu xanh đậm và không thấm nước; mặt dưới màu xanh nhạt và thô ráp. Cuống lá hình trụ, nhiều gai nhọn. Nụ hoa mọc đơn độc, hình bầu dục, màu hồng trắng đến hồng nhạt, kích thước 10 - 12 $\times$ 5 - 7 cm. Cuống hoa màu xanh lục, 7 - 8 mm, có nhiều gai. Bao hoa gồm các đài hoa bên ngoài, màu xanh nhạt, 6 - 8 $\times$ 2-3 cm, và các cánh hoa bên trong, hình trứng ngược, thuôn dài, kích thước 8 - 10 $\times$ 2 - 5 cm đối với lớp cánh ngoài cùng. Đế hoa hình chóp ngược, màu vàng, có nhiều lỗ, mỗi lỗ chứa một bầu nhụy. Đế hoa trưởng thành phát triển thành một cấu trúc lớn, kích thước 5 - 8 cm, xanh lục đậm, gọi là gương Sen. Nhị hoa có số lượng nhiều, dài khoảng 30 - 32 mm; phụ bộ (hạt gạo) cong vào trong, 5 - 7 $\times$ 0,7 - 1 mm; bao phấn hướng ra ngoài, đường khai bao phấn dọc; chỉ nhị mảnh, màu trắng. Quả có hình thuôn dài đến hình trứng, với lớp vỏ quả ngoài màu vàng đến xanh nhạt, hạt bên trong màu trắng, khi quả chín có tâm phôi màu xanh lục.

Mẫu Sen ngó được xác định thuộc nhóm phân loại sau:

Họ: Nelumbonaceae

Chi: *Nelumbo* Adans

Loài: *nucifera* Gaertn.

Tên khoa học: *Nelumbo nucifera* Gaertn.

Tên tiếng Anh thông thường: Lotus, Sacred Lotus

Tên tiếng Việt thông thường: Sen

Tên địa phương: Sen ngó, Sen lấy ngó 'LSt' (Lotus cultivar for stolon) là tên gọi được đề xuất

cho giống Sen ngó trong các khảo sát tiếp theo của nghiên cứu này.

3.2. Thành phần bay hơi của các cơ quan hoa từ *N. nucifera* 'LSt'

Búp hoa Sen (*N. nucifera* 'LSt') được tách thành ba cơ quan riêng biệt, gồm bao hoa (đài hoa và cánh hoa), nhị hoa và đế hoa để phân tích các hợp chất bay hơi. Các thành phần bay hơi cùng hàm lượng của chúng trong các cơ quan của búp hoa Sen ngó được mô tả trong bảng 1.

Bảng 1. Thành phần bay hơi của ba cơ quan hoa khác nhau từ giống Sen ngó *N. nucifera* 'LSt'

Thứ tự	Thành phần hóa học	Hàm lượng (% GC)		
		Bao hoa (Cánh và đài)	Nhị hoa	Đế hoa
1	isoamyl alcohol	0,64	1,82	2,04
2	2,3-butanediol	0,24	1,96	0,58
3	α -pinene	0,14	0,72	0,17
4	sabinene	0,45	2,15	0,59
5	eucalyptol	0,75	2,67	4,25
6	1,4-dimethoxybenzene	4,96	16,56	20,61
7	4-terpineol	0,81	1,11	-
8	α -terpineol	0,50	0,34	1,10
9	tetradecane	0,20	0,16	0,22
10	caryophyllene	5,05	16,86	13,82
11	humulene	0,81	2,75	2,06
12	germacrene D	0,20	0,66	0,46
13	9-octadecene	6,94	5,16	6,14
14	heptadecane	22,83	2,13	2,87
15	caryophyllene oxide	0,44	1,44	0,78
16	hexadecane	0,48	0,17	0,19
17	globulol	0,20	-	-
18	5-heptadecene, 1-bromo-	15,93	-	6,50
19	aplotaxene	1,78	0,48	0,58
20	3-heptadecene	19,70	7,98	9,62
21	dichloroacetic acid, 4-hexadecyl ester	10,99	0,09	-
22	1-nonadecene	0,24	-	-
23	hencosene	0,65	-	-
24	heneicosane	4,10	0,67	0,28
25	butyl palmitate	0,36	0,22	0,45
26	butyl stearate	0,35	-	0,30
27	1-iodoicosane	0,11	-	-
28	acetoin	-	0,21	0,15
29	limonene	-	-	0,26
30	γ -terpinene	-	0,86	0,40
31	L-4-terpineneol	-	-	2,86
32	α -cyclogeraniol	-	-	0,42
33	jasmone	-	0,27	0,26

Thứ tự	Thành phần hóa học	Hàm lượng (% GC)		
		Bao hoa (Cánh và đài)	Nhị hoa	Đế hoa
34	pentadecane	-	16,09	14,12
35	δ -cadinene	-	0,34	0,25
36	ledol	-	-	0,39
37	9-eicosene, (<i>E</i>)-	-	4,30	5,17
38	pentadecanol	-	-	0,09
39	<i>Z</i> 5-nonadecene	-	0,13	0,28
40	nonadecane	-	-	1,12
41	ethyl palmitate	-	0,35	0,12
42	pentacosane	-	-	0,27
43	tetracosane	-	-	0,07
44	α -thujene	-	0,11	-
45	β -pinene	-	0,34	-
46	linalyl acetate	-	0,44	-
47	l-limonene	-	0,71	-
48	<i>trans</i> -menth-2-en-7-ol	-	2,14	-
49	bicyclogermacrene	-	0,11	-
50	(+)- γ -cadinene	-	0,11	-
51	7-tetradecyne	-	5,33	-
52	ethyl 9-hexadecenoate	-	0,15	-
53	ethyl linoleate	-	0,18	-
54	ethyl linolenate	-	0,16	-
55	phytane	-	0,14	-
56	α -terpinene	-	0,34	-
57	terpinolene	-	0,19	-
58	10- <i>epi</i> - α -muurolol	-	0,18	-
59	<i>T</i> -muurolol	-	0,72	-
60	Chưa xác định	0,15	0	0,15

Ghi chú: “-”: là ký hiệu các hợp chất không có trong bảng thành phần hóa học của cơ quan hoa. Các giá trị báo cáo là phần trăm diện tích đỉnh tương đối thu được từ một lần đo duy nhất ($n = 1$).

Các hợp chất này được liệt kê theo thứ tự thời nhóm chất hóa học của các hợp chất bay hơi từ các gian lưu trên cột sắc ký khí (GC). Ngoài ra, các bộ phận búp hoa được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Các nhóm hợp chất trong thành phần bay hơi của ba cơ quan hoa khác nhau từ giống Sen ngó *N. nucifera* ‘LS’

Nhóm hợp chất hóa học	Hàm lượng (% GC)		
	Bao hoa (Cánh và đài)	Nhị hoa	Đế hoa
Aliphatic	-	5,33	-
Alkanes	27,61	19,22	19,14
Alkenes	43,46	17,57	27,71
Benzenoids	4,96	16,56	20,61
Alcohols	0,64	1,82	2,13
Glycol	0,24	1,96	0,58
Ketones	-	0,48	0,41
Esters	11,70	1,15	0,87
Monoterpenes	2,65	12,12	10,05
Sesquiterpenes	6,70	23,17	17,76

Nhóm hợp chất hóa học	Hàm lượng (% GC)		
	Bao hoa (Cánh và đài)	Nhị hoa	Đế hoa
Diterpenes	-	0,14	-
Thành phần khác	1,89	0,48	0,58
Tổng	99,85	100,00	99,84

Kết quả phân tích thành phần bay hơi của các cơ quan hoa đã xác định được tổng cộng 59 hợp chất từ các bộ phận của búp hoa Sen *N. nucifera* 'LSt'. Trong một lần phân tích GC - MS duy nhất (n = 1), dựa trên phần trăm diện tích đỉnh tương đối, các hợp chất bay hơi được xác định chiếm 99,85% tổng lượng chất bay hơi phát hiện được trong bao hoa, 100% trong nhị hoa và 99,84% trong đế hoa. Đáng chú ý, 19 hợp chất chung đã được tìm thấy ở cả ba cơ quan hoa khác nhau. Một trong số đó, bao gồm hai hợp chất chính là 1,4 - dimethoxybenzene và caryophyllene, được cho là góp phần tạo nên mùi hương đặc trưng của búp hoa Sen. Hợp chất 1,4-dimethoxybenzene có mùi thơm ngọt đặc trưng, hơi thảo mộc và giống với mùi hương từ hạt [20], trong khi caryophyllene lại có mùi tương tự giữa đỉnh hương và nhựa thông [21].

Phân tích hợp chất bay hơi của hoa Sen cho thấy, có 27 hợp chất trong bao hoa (đài và cánh hoa), trong đó heptadecane (22,83%), 3-heptadecene (19,70%) và 1-bromo-5-heptadecene (15,93%) là các thành phần chính. Alkane (27,61%) và alkene (43,46%) là hai nhóm hợp chất dồi dào nhất, lần lượt chiếm bốn và năm hợp chất bay hơi. Heptadecane là một hydrocarbon no giúp tăng cường tính ổn định của sản phẩm, tạo độ mịn và cảm giác mượt mà cho các mặt hàng như kem dưỡng ẩm hay dầu gội đầu. Do đó, thành phần hương thơm từ bao hoa Sen có thể được sử dụng như một thành phần tự nhiên để cải thiện độ bền của các hoạt chất trong sản phẩm mỹ phẩm. Ngoài ra, 3-heptadecene có thể được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực liên quan đến hương liệu và tạo mùi, đặc biệt trong sản xuất các hợp chất có đặc tính mùi hương dễ chịu. Thành phần 1-bromo-5-heptadecene cũng có thể được nghiên cứu để phát triển các chất mới trong ngành dược phẩm, đặc biệt là trong quá trình tổng hợp các hợp chất có hoạt tính sinh học.

Phân tích các thành phần bay hơi từ nhị hoa Sen có sự đa dạng cao hơn so với bao hoa, nhị hoa

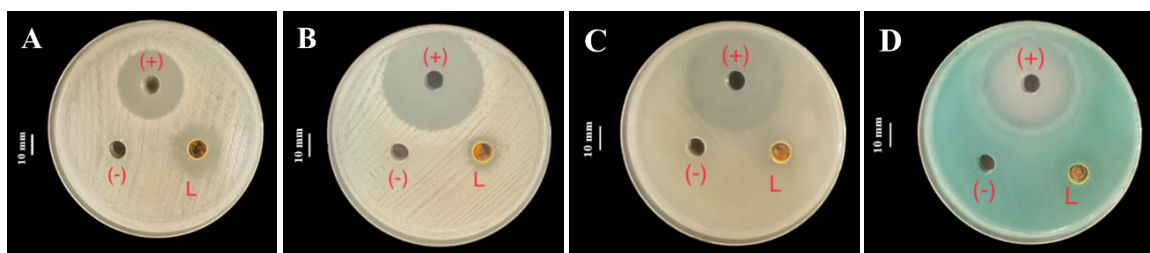
chứa 45 hợp chất bay hơi đã được xác định. Các hợp chất có hàm lượng chiếm ưu thế là caryophyllene (16,86%); 1,4 - dimethoxybenzene (16,56%) và pentadecane (16,09%). Trong đó, hai nhóm hợp chất chiếm tỷ lệ lớn nhất là alkane (19,22%) và sesquiterpene (23,17%).

Caryophyllene là một hợp chất terpene có mặt trong nhiều loài thực vật, đặc biệt là các loại gia vị như tiêu đen, húng quế và các loài trong họ cúc. Hợp chất này có nhiều ứng dụng quan trọng bao gồm: làm chất tạo hương trong nước hoa và mỹ phẩm, chất chống viêm, chống oxy hóa, thuốc trừ sâu tự nhiên và trong nghiên cứu y học. Caryophyllene cũng đang được nghiên cứu về các ứng dụng tiềm năng trong y học, đặc biệt là đánh giá tác động của nó đối với các bệnh như viêm khớp, tiểu đường và ung thư, nhờ khả năng tương tác với các thụ thể cannabinoid. Trong khi đó, 1,4 - dimethoxybenzene (*p* - dimethoxybenzene) được sử dụng làm nguyên liệu đầu vào trong nhiều phản ứng tổng hợp hữu cơ, chẳng hạn như sản xuất thuốc nhuộm, chất chống oxy hóa và các hợp chất hữu cơ khác.

Cuối cùng, cơ quan đế hoa Sen chứa 37 hợp chất bay hơi đã được xác định, với các thành phần chính bao gồm 1,4-dimethoxybenzene (20,61%); pentadecane (14,12%) và caryophyllene (13,82%). Các nhóm hợp chất có hàm lượng dồi dào nhất trong đế hoa là alkene (27,71%) và benzenoid (20,61%). Có một điều thú vị là phần nhị và đế hoa Sen có chung ba thành phần chính chiếm hàm lượng cao nhất, mặc dù vẫn có sự khác biệt về nhóm hợp chất chiếm ưu thế.

3.3. Hoạt tính kháng vi sinh vật của tinh dầu tuyệt đối hoa Sen ngó *N. nucifera* 'LSt'

Hoạt tính kháng vi sinh vật của tinh dầu tuyệt đối từ búp hoa Sen ngó *N. nucifera* 'LSt' đã được khảo sát trên một số chủng vi sinh vật thông qua kỹ thuật khuếch tán giếng thạch. Kết quả khảo sát các chủng vi sinh vật trên giếng thạch được cung cấp trong hình 5 và kích thước vòng ức chế được cung cấp trong bảng 3.



Hình 5. Hoạt tính kháng khuẩn của tinh dầu tuyệt đối búp hoa Sen ngó *N. nucifera* 'LS' trên bốn chủng vi sinh vật

A. *Candida albicans*, B. *Staphylococcus aureus*, C. *Escherichia coli*,
D. *Pseudomonas aeruginosa*.

Bảng 3. Hoạt tính kháng khuẩn (vùng ức chế, mm) của tinh dầu tuyệt đối từ búp hoa Sen ngó *N. nucifera* 'LS'

Chủng vi sinh vật Mẫu thử nghiệm	<i>C. albicans</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
L	25,60 ± 1,62	14,21 ± 1,16	NI	NI
(+)	31,66 ± 1,00	43,17 ± 0,83	41,49 ± 0,75	37,28 ± 1,75
(-)	NI	NI	NI	NI

Ghi chú: NI: không có vùng ức chế; L: tinh dầu tuyệt đối búp hoa Sen ngó được pha trong DMSO; (+) đối chứng dương - Nystatin đối với chủng *C. albicans* và Streptomycin đối với các chủng vi sinh vật khác; (-) đối chứng âm - DMSO; mỗi giá trị báo cáo được biểu thị bằng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn với n = 3 (số lần lặp lại thử nghiệm).

Hiệu quả kháng vi sinh vật của tinh dầu tuyệt đối từ hoa Sen ngó đã được đánh giá trên bốn chủng vi sinh vật bao gồm *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* và *C. albicans*. Kết quả cho thấy tinh dầu tuyệt đối ở nồng độ 100 µg/µL, có hoạt tính hiệu quả chống lại chủng *C. albicans* với đường kính vòng vô khuẩn là 25,60 ± 1,62 mm. Ở cùng nồng độ, loại tinh dầu tuyệt đối này cũng thể hiện hoạt tính kháng khuẩn trung bình đối với *S. aureus*, với đường kính vòng vô khuẩn là 14,21 ± 1,16 mm. Tuy nhiên, không quan sát thấy hoạt tính kháng khuẩn nào đối với hai chủng *P. aeruginosa* và *E. coli*. Ngoài ra, kết quả cũng chỉ ra rằng dung môi DMSO không ức chế sự sinh trưởng của các vi sinh vật được thử nghiệm trên môi trường thạch MHA.

Nghiên cứu của Phạm Hữu Điển và cộng sự (2019) đã phân lập nuciferine từ lá Sen và xác định hoạt tính kháng vi sinh vật yếu của hợp chất này đối với bốn chủng vi sinh vật gồm *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* và *C. Albicans* với nồng độ nuciferine cần để ức chế 50% sự phát triển các chủng vi sinh vật này là lớn hơn 128 mg/ml [22]. Trong nghiên cứu này, thành phần nuciferine

(8,91%) được xác định trong tinh dầu tuyệt đối búp hoa Sen ngó, được dự đoán là một trong những thành phần chính kháng lại *S. aureus* và *C. albicans*. Tuy nhiên, nồng độ của nó trong nghiên cứu có thể không đủ để ức chế sự phát triển của *E. coli* và *P. aeruginosa*.

Nghiên cứu cho thấy tinh dầu tuyệt đối từ búp hoa Sen ngó có hoạt tính kháng khuẩn mức độ trung bình trên chủng vi khuẩn *S. aureus* - một tác nhân gây bệnh ở da và vòm họng [23]. Kết quả này cung cấp dữ liệu tiền đề cho các nghiên cứu trong tương lai. Bên cạnh đó, hiệu quả về hoạt tính kháng nấm của tinh dầu tuyệt đối trên vi nấm *C. albicans*, kết hợp với các nghiên cứu trước đây về hoạt tính kháng nấm của chiết xuất từ lá Sen [22], [24] cho thấy tiềm năng của *N. nucifera* 'LS' như một tác nhân kháng nấm hiệu quả chống lại *C. albicans* - nguyên nhân chính gây nhiễm nấm ở khoang miệng hoặc da [25].

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã làm rõ thêm các chi tiết về hình thái của giống Sen ngó 'LS' tại Việt Nam thông qua quá trình định danh thực vật cũng như phân tích các hợp chất mùi hương trong các cơ

quan khác nhau của búp hoa Sen thuộc giống Sen này. Nhị Sen là bộ phận chứa nhiều hợp chất bay hơi nhất, trong đó caryophyllene, 1,4-dimethoxybenzene và pentadecane là các hợp chất dồi dào được xác định bằng phương pháp Headspace trực tiếp kết hợp với sắc ký khí khối phổ (GCMS). Những hợp chất này có hoạt tính sinh học cao và được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực như y tế, mỹ phẩm, nước hoa, nông nghiệp và dược phẩm. Ngoài ra, tinh dầu tuyệt đối của Sen (ở nồng độ 100 µg/µL) còn có hoạt tính kháng lại *C. albicans* và *S. aureus* - hai chủng vi sinh vật gây bệnh cần phải được kiểm soát trong ngành mỹ phẩm. Do đó, búp hoa Sen *N. nucifera* 'LSt' có tiềm năng trở thành nguyên liệu thô để sản xuất hương liệu hoặc chiết xuất tinh dầu, mở ra nhiều ứng dụng tiềm năng trong tương lai.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tài trợ bởi Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM trong khuôn khổ Đề tài mã số UM2024-29.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chen, L., Song, H., Xin, J., Cheng, W., Yang, M., and Sun, H., (2025), Unraveling the floral aroma of Lotus (*Nelumbo nucifera*): Insights from volatile metabolomics and transcriptomics, *Industrial Crops and Products*, 227, 120782.
2. Sharma, S. C. and Goel, A. K., (2000), Philosophy and Science of the Indian Lotus (*Nelumbo nucifera*), International Society of Environment Botanists, 6(1).
3. Trần Hợp, (2000), Cây cảnh, hoa Việt Nam (trừ họ Phong Lan: Orchidaceae), Nhà Xuất bản Nông nghiệp, 476-477.
4. Hoàng Thị Nga, (2016), Nghiên cứu đa dạng nguồn gen cây Sen (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) phục vụ công tác bảo tồn và chọn tạo giống - Luận án tiến sĩ Nông nghiệp, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam, 7-8.
5. Zhang, C. Y., and Guo, M., (2020), Comparing Three Different Extraction Techniques on Essential Oil Profiles of Cultivated and Wild Lotus (*Nelumbo nucifera*) Flower, *Life*, 10(9): 209.
6. Harlalka, R., (2008), Chapter 9. Solid Phase Micro-extraction and Headspace Trapping Extraction. Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants, International Centre For Science And High Technology, 156.
7. Choi, H. S., (2011), Headspace Flavor Composition of Pink-Flowered Lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertner), *Analytical Chemistry Letters*, 1(3): 194-201.
8. Baek, Y. S., Park, P. H., An, H. R., Reddy, R. M., Park, P. M., Baek, N. I., and Kwon, O. K., (2016), Headspace Solid-Phase Microextraction Analysis of Volatiles in Floral Organs of *Nelumbo nucifera*, *Flower Research Journal*, 24(4): 248-254.
9. Lê Ngọc Thạch, (2003), Tinh Dầu, Đại Học Quốc Gia - Thành Phố Hồ Chí Minh, 171-174.
10. Stauffer, E., Dolan, J. A., and Newman, R., (2008), Gas chromatography and gas chromatography-mass spectrometry, Fire debris analysis, 235-293.
11. Jeon, S., Kim, N. H., Koo, B. S., Kim, J. Y., and Lee, A. Y., (2009), Lotus (*Nelumbo nucifera*) flower essential oil increased melanogenesis in normal human melanocytes, *Experimental and Molecular Medicine*, 41(7): 517-524.
12. Morikawa, T., Kitagawa, N., Tanabe, G., Ninomiya, K., Okugawa, S., Motai, C., and Muraoka, O., (2016), Quantitative determination of alkaloids in Lotus flower (flower buds of *Nelumbo nucifera*) and their melanogenesis inhibitory activity, *Molecules*, 21(7): 930.
13. Tiêu chuẩn Quốc Gia. TCVN 13634:2023. ISO 17516:2014. Mỹ phẩm - Vi sinh vật - Giới hạn vi sinh vật. Bộ Khoa Học Và Công Nghệ.
14. Ngọc Diệu và Chí Tâm, (2023), Tàn Thanh phát triển kinh tế nhờ trồng Sen, *Long An Online - Cơ Quan Của Đảng Bộ Đảng Cộng Sản Việt Nam Tỉnh Tây Ninh*.
15. Cullen, J., (2006), Practical Plant identification: including a key to native and cultivated flowering plants in north temperate regions, Cambridge University Press, 1-146.
16. Phạm Hoàng Hộ (1999). *Cây cỏ Việt Nam*. Nxb Trẻ, Việt Nam, 1, 312.
17. Adams, R. P., (2007), Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry, Allured publishing corporation, Carol Stream, IL, 6-29.
18. Chen, X., Wang, C., Chen, J., Onivogui, G., and Song, Y., (2015), Antibacterial activity of Lotus

leaves (*Nelumbo nucifera*) against food-borne pathogens, *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 11(1): 11-16.

19. Adenola. O. J., Olalemi. A. O., and Ogundare. A. O., (2021), Antibacterial Effect of *Nymphaea Lotus* (Linn) Extracts on Enteric Bacteria Isolated from River Ogbese, Nigeria, *Journal of Advances in Microbiology*, 21(11): 65 -87.

20. Fahlbusch, K.-G., Hammerschmidt, F.-J., Panten, J., Pickenhagen, W., Schatkowski, D., Bauer, K., Surburg, H., (2003), Flavors and Fragrances, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, *Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim*, 134–135.

21. PubChem Compound Summary for CID 5281515 - Caryophyllene, National Library of Medicine.

22. Pham, H. D., Ta, T. N., Nguyen, T. T. D., and Ha, T. B., (2019), Studying chemical constituents of *Nelumbo nucifera* plants, cultivated in Hanoi, *HCMUE Journal of Science*, 24(21): 21-25.

23. Foster, T. J., (2002), *Staphylococcus aureus*, *Molecular Medical Microbiology*, 2, 839-888.

24. Arjun, P., Priya, S. M., Sivan, P. S., Krishnamoorthy, M., and Balasubramanian, K., (2012), Antioxidant and antimicrobial activity of *Nelumbo nucifera* Gaertn. leaf extracts, *Journal of Academia and Industrial Research*, 1(1): 15–18.

Talapko, J., Juzbašić, M., Matijević, T., Pustijanac, E., Bekić, S., Kotris, I., and Škrlec, I., (2021), *Candida Albicans*-The Virulence Factors and Clinical Manifestations of Infection, *Journal of Fungi*, 7(2): 79.

STUDY ON THE VOLATILE COMPONENT IN LOTUS FLORAL ORGANS (*Nelumbo nucifera* 'LST') BY THE DIRECT HEADSPACE COUPLED WITH GAS CHROMATOGRAPHY-MASS SPECTROMETRY (HS-GCMS)

Nguyen Ngoc Thuy Duong^{1,2}, Le Van Dung³, Hoang Viet^{1,2}

¹ Department of Ecology - Evolution Biology, University of Science, Viet Nam National University Ho Chi Minh City.

² Faculty of Biology and Biotechnology, University of Science, Viet Nam National University Ho Chi Minh City.

³ Institute of Advanced Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, Ho Chi Minh City, Vietnam.

Abstract

This research used the flower buds of Lotus cultivar for stolons (*Nelumbo nucifera* 'LSt') which are agricultural by-products in Tay Ninh province, as the main material to survey the volatile constituents of Lotus flower in Vietnam. The study also supplied an overview of the Lotus cultivar for stolons through taxonomic identification. The volatile compositions in different organs of flower bud from Lotus cultivar for stolons, were analyzed through the direct Headspace coupled with Gas chromatography-Mass spectrometry (GCMS). The research identified 59 volatile compounds from the different floral organs. The major aromatic components of the perianth (sepals and petals) are heptadecane; 3-heptadecene and 5-heptadecene, 1-bromo-; whereas the aroma from Lotus flower's stamens and receptacles have similarity on the main components are caryophyllene; 1,4-dimethoxybenzene and pentadecane. Besides, the antimicrobial activity in the absolute that was extracted from Lotus cultivar for stolon's flower bud was also tested on a few microbial strains which are restricted for use in cosmetics under TCVN 13634:2023. As a result, the absolute of Lotus cultivar for stolon's flower bud has the activity against *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*.

Keywords: Volatiles, Headspace, antimicrobial, *Nelumbo nucifera* 'LSt', Tay Ninh.

Ngày nhận bài: 1/8/2025

Ngày chuyển phản biện: 13/10/2025

Ngày thông qua phản biện: 3/2/2026

Ngày duyệt đăng: 24/2/2026