

KHẢ NĂNG ỨC CHẾ VI KHUẨN VÒM HỌNG (*Streptococcus pyogenes*), VI KHUẨN HÔ HẤP (*Streptococcus pneumoniae*) VÀ NẤM VIÊM DA (*Candida albicans*) CỦA TINH DẦU THIÊN NIÊN KIỆN (*Homalomena occulta*) VÀ BÀO CHẾ SẢN PHẨM CHĂM SÓC SỨC KHỎE

Nguyễn Thị Ái Nhung^{1,5}, Nguyễn Trần Thiên Phú², Nguyễn Vũ Bảo Ngọc², Trần Quang Huy¹, Nguyễn Đại Châu¹, Nguyễn Công Kính³, Tôn Thất Hữu Đạt⁴, Nguyễn Thị Thanh Hải^{1,5*}

¹ Viện Nghiên cứu và Ứng dụng Khoa học Công nghệ, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế, Huế, Việt Nam

² Trường Trung học Phổ thông Chuyên Khoa học Huế, Huế, Việt Nam

³ Khoa Dược, Trường Đại học Duy Tân, Đà Nẵng, Việt Nam

⁴ Viện Nghiên cứu Khoa học miền Trung, Huế, Việt Nam

⁵ Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế, Huế, Việt Nam

* Tác giả liên hệ Nguyễn Thị Thanh Hải <ntthai@hueuni.edu.vn>

(Ngày nhận bài: 15-10-2025; Hoàn thành phản biện: 11-12-2025; Ngày chấp nhận đăng: 12-12-2025)

Tóm tắt. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tách chiết tinh dầu từ cây Thiên niên kiện (*Homalomena occulta*) và đánh giá khả năng ức chế vi sinh vật của các hoạt chất trong tinh dầu. Tinh dầu được tách chiết bằng phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước và phân tích thành phần hóa học bằng phương pháp GC-MS. Chúng tôi đã xác định được 40 hợp chất, trong đó linalool, terpinen-4-ol, 3-carene và α -terpineol là các thành phần chính, chiếm tỉ lệ lần lượt là 25,15, 6,68, 3,60 và 3,55%. Kết quả thử nghiệm *in vitro* cho thấy, tinh dầu Thiên niên kiện có khả năng ức chế tốt đối với vi khuẩn vòm họng (*Streptococcus pyogenes*) và vi khuẩn gây bệnh hô hấp (*Streptococcus pneumoniae*) với MIC = 400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ và MBC tương ứng lần lượt là 400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ và 800 $\mu\text{g.mL}^{-1}$. Ngoài ra, tinh dầu Thiên niên kiện cũng ức chế tốt đối với nấm men gây bệnh nhiễm trùng da, niêm mạc (*Candida albicans*) với MIC = 200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ và MFC = 400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$. Chúng tôi đã bào chế thử nghiệm các sản phẩm ứng dụng với thành phần chính là tinh dầu Thiên niên kiện, như dầu cù là, để hỗ trợ điều trị viêm da, giảm ngứa, đau nhức cơ bắp, làm ấm cơ thể và sản phẩm nến thơm với tác dụng khử mùi và tạo cảm giác thư giãn. Các kết quả nghiên cứu khẳng định khả năng ứng dụng của tinh dầu Thiên niên kiện trong bào chế sản phẩm chăm sóc sức khỏe từ nguồn dược liệu tự nhiên, bảo đảm tính an toàn và phù hợp định hướng phát triển bền vững.

Từ khóa: Homalomena occulta, tinh dầu, in vitro, dầu cù là, nến thơm

Inhibitory effects of *Homalomena occulta* essential oil against *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus pneumoniae*, and *Candida albicans* and formulation of health care products

Nguyen Thi Ai Nhung^{1,5}, Nguyễn Trần Thiên Phú², Nguyễn Vũ Bảo Ngọc², Trần Quang Huy¹, Nguyễn Đại Châu¹, Nguyễn Công Kính³, Tôn Thất Hữu Đạt⁴, Nguyễn Thị Thanh Hải^{1,5*}

¹Institute for Research and Application of Science and Technology, University of Sciences, Hue University, Hue, Vietnam

²Khoa Hoc – Hue High School for the Gifted, Hue, Vietnam

³Department of Pharmacy, Duy Tan University, Da Nang, Viet Nam

⁴Mien Trung Institute for Scientific Research, Hue, Vietnam

⁵Department of Chemistry, University of Sciences, Hue University, Hue, Vietnam

* Correspondence to Nguyen Thi Thanh Hai <ntthai@hueuni.edu.vn>

(Received: 11 May 2025; Revised: 18 June 2025; Accepted: 01 July 2025)

Abstract. In this study, essential oil was extracted from *Homalomena occulta* and evaluated for its antimicrobial potential. The essential oil was obtained by means of steam distillation, and its chemical constituents were analysed by using GC–MS. Forty compounds were identified, with linalool, terpinen-4-ol, 3-carene, and α -terpineol being the predominant components, accounting for 25.15, 6.68, 3.60, and 3.55%, respectively. *In vitro* assays demonstrated that *H. occulta* essential oil exhibited significant inhibitory activity against the throat pathogen *Streptococcus pyogenes* and the respiratory pathogen *Streptococcus pneumoniae*, with MIC values of 400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ and corresponding MBC values of 400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ and 800 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, respectively. Additionally, the oil showed strong antifungal activity against *Candida albicans*, a yeast responsible for mucocutaneous infections, with MIC being 200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ and MFC being 400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$. Furthermore, preliminary formulation trials were conducted to develop value-added products incorporating *H. occulta* essential oil, including a medicated balm for alleviating dermatitis, itching, muscle pain, and body warming, as well as aromatic candles with deodorising and relaxation effects. These findings highlight the promising potential of *H. occulta* essential oil for application in natural health-care product development, ensuring safety and aligning with sustainable development goals.

Keywords: *Homalomena occulta*, essential oil, *in vitro*, medicated balm, aromatic candle

1 Mở đầu

Nhiễm khuẩn đường hô hấp trên, đặc biệt là viêm họng do vi khuẩn *Streptococcus pyogenes*, là một trong những nguyên nhân phổ biến gây bệnh ở người. Vi khuẩn này có khả năng xâm nhập và bám dính mạnh vào niêm mạc vòm họng, đồng thời tiết ra nhiều yếu tố độc lực như streptolysin, streptokinase và các protein M, góp phần làm tổn thương mô và gây viêm cấp tính [1,2]. Nếu không được điều trị kịp thời, nhiễm khuẩn *S. pyogenes* có thể dẫn đến biến chứng nguy hiểm như thấp khớp cấp hoặc viêm cầu thận sau nhiễm [1]. Bên cạnh đó, *S. pneumoniae* cũng là một trong những tác nhân chính gây nhiễm khuẩn đường hô hấp trên. Vi khuẩn này thường cư trú ở vùng hầu họng và có thể gây ra viêm xoang, viêm tai giữa, viêm phế quản và đặc biệt là viêm phổi cộng đồng. Cơ chế gây bệnh của *S. pneumoniae*

liên quan đến khả năng tạo vỏ polysaccharide giúp vi khuẩn tránh được thực bào, cùng với việc tiết ra pneumolysin và các enzyme phá hủy mô, làm suy giảm hàng rào miễn dịch của ký chủ [3]. Đáng chú ý, nhiễm khuẩn do *S. pneumoniae* nếu không kiểm soát tốt có thể tiến triển nặng, gây biến chứng như viêm màng não mủ hoặc nhiễm khuẩn huyết [4].

Mặt khác, *Candida albicans* là loài nấm cơ hội, thường trú ở da, niêm mạc và đường tiêu hóa, ở điều kiện suy giảm miễn dịch hoặc mất cân bằng hệ vi sinh, chúng có thể phát triển quá mức, gây nhiễm trùng da và niêm mạc miệng [5,6]. *C. albicans* có cơ chế gây bệnh đa dạng, bao gồm khả năng chuyển dạng hình thái, hình thành biofilm và tiết enzyme phá hủy mô, khiến chúng trở thành một trong những tác nhân quan trọng trong nhiễm trùng cơ hội [5–7]. Việc lạm dụng kháng

sinh và thuốc kháng nấm trong điều trị các bệnh nhiễm khuẩn và nhiễm nấm đã và đang dẫn đến tình trạng kháng thuốc gia tăng, gây khó khăn trong kiểm soát bệnh. Do đó, nhu cầu tìm kiếm các nguồn hợp chất tự nhiên có hoạt tính kháng khuẩn, kháng nấm để thay thế hoặc hỗ trợ liệu pháp điều trị hiện tại là hết sức cần thiết.

Trong bối cảnh hiện nay, các hợp chất từ dược liệu, đặc biệt là tinh dầu và các chiết xuất thiên nhiên, đã nổi lên như một giải pháp tiềm năng cho vấn đề này. Việc ứng dụng các liệu pháp hỗ trợ phòng bệnh từ thảo dược không chỉ giúp giảm tác dụng phụ mà còn đáp ứng nhu cầu về các phương pháp điều trị an toàn, hiệu quả và bền vững. Các sản phẩm dược liệu từ thiên nhiên được nghiên cứu và ứng dụng ngày càng trở nên phổ biến, với khả năng hỗ trợ điều trị các bệnh lý mà không gây nguy hại cho sức khỏe người sử dụng. Cây Thiên niên kiện (*Homalomena occulta*), đã được các nghiên cứu trước đây chỉ ra có các hợp chất với khả năng ức chế sự phát triển của vi sinh vật, đặc biệt là các vi khuẩn và nấm gây bệnh ngoài da và các bệnh lý hô hấp [8]. Các nghiên cứu về tinh dầu của *H. occulta* đã chỉ ra rằng các hợp chất có trong tinh dầu của cây này có tác dụng kháng khuẩn, kháng viêm và chống oxy hóa mạnh mẽ [9]. Nghiên cứu trước đây đã khẳng định các thành phần chủ yếu trong tinh dầu bao gồm linalool, terpinene-4-ol, geraniol và nhiều hợp chất khác có tác dụng bảo vệ sức khỏe, hỗ trợ điều trị các bệnh đường hô hấp như viêm họng, ho, cũng như các bệnh ngoài da do vi nấm [10].

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành tách chiết tinh dầu từ lá cây Thiên niên kiện (*Homalomena occulta*), phân tích thành phần hóa học, đồng thời đánh giá hoạt tính ức chế đối với hai chủng vi khuẩn *S. pyogenes*, *S. pneumoniae* và nấm *C. albicans* trong điều kiện *in vitro*. Bên cạnh đó, sản phẩm ứng dụng từ tinh dầu Thiên niên kiện như dầu cù là và nến thơm được phát triển, nhằm khai thác tiềm năng của loài cây này trong hỗ trợ chăm sóc sức khỏe. Kết quả nghiên cứu

không chỉ góp phần bổ sung dữ liệu khoa học về giá trị sinh học của loài *H. occulta*, mà còn mở ra triển vọng phát triển các sản phẩm tự nhiên an toàn, chi phí hợp lý, đồng thời thúc đẩy việc bảo tồn và khai thác bền vững nguồn dược liệu bản địa tại Việt Nam.

2 Thực nghiệm

2.1 Nguyên liệu và hóa chất

Nguyên liệu

Cây Thiên niên kiện được thu thập tại xã Lộc An, thành phố Huế vào tháng 03/2025 (Hình 1). Mẫu thực vật đã được định danh bằng cách so sánh với mô tả từ tài liệu tham khảo bởi ThS. KS. Nguyễn Đại Châu và lưu mẫu tại Viện Nghiên cứu và Ứng dụng Khoa học Công nghệ, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế, với mã số TNK-03/2025. Thân rễ cây Thiên niên kiện sau khi thu hái được rửa sạch, để ráo nước, sau đó cắt thành từng đoạn 3 – 5 cm để tiến hành chiết xuất tinh dầu. Quá trình tách chiết được thực hiện ngay sau khi xử lý mẫu nhằm hạn chế sự thất thoát tinh dầu.

Chủng vi khuẩn kiểm định: Chủng vi khuẩn *Streptococcus pyogenes* (ATCC 19615) và *Streptococcus pneumoniae* (ATCC 49619) được cung cấp bởi hãng Oxoid, Anh và lưu giữ tại Viện Nghiên cứu Khoa học Miền Trung. Các chủng vi khuẩn thử nghiệm được nuôi cấy trong môi trường Brain Heart Infusion (BHI) được bổ sung 5 % máu cừu đã khử sợi huyết trong 24 giờ tại nhiệt độ 37 °C và 5 % CO₂. Chủng nấm *Candida albicans* được nuôi cấy trong môi trường Roswell Park Memorial Institute 1640 có bổ sung 2 % glucose (RPMI 2 % G) trong 24 giờ tại nhiệt độ 35 °C.



Hình 1. Cây Thiên niên kiện (*Homalomena occulta*) được thu hái tại xã Lộc An, thành phố Huế vào tháng 3/2025

Hóa chất và dụng cụ, thiết bị

Dụng cụ: cân phân tích; ethanol kế; tủ sấy; bếp cách thủy; máy khuấy từ; máy xay; cốc becher loại 100 mL và 300 mL; bình đong loại 100 mL; đĩa petri và một số dụng cụ thường quy ở phòng thí nghiệm.

Hóa chất: Nước cất, các môi trường BHI (Brain Heart Infusion), MHA (Mueller-Hinton Agar), MHB (Mueller-Hinton Broth), RPMI 1640, thuốc kháng sinh Ampicillin, thuốc kháng nấm Miconazole của hãng Thermo Scientific, Mỹ; các hóa chất natrisulfat (Na_2SO_4), menthol, camphor, methyl salicylate của hãng Merck – Đức; tinh dầu Bạc hà, tinh dầu Sả chanh và tinh dầu Tràm (Viện Nghiên cứu và Ứng dụng Khoa học Công nghệ, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế); sáp ong (Forever Living Products (FLP), Mỹ); sáp đậu nành (UNILAB, Việt Nam); vaseline (Unilever, Mỹ).

2.2 Tách chiết tinh dầu Thiên niên kiện

Tinh dầu từ thân rễ cây Thiên niên kiện được tách chiết bằng phương pháp chưng cất hơi nước. Phần tinh dầu thô sau khi tách chiết sẽ được làm khan hoàn toàn bằng natri sulfat khan, nhằm thu được tinh dầu tinh khiết.

2.3 Xác định thành phần hóa học của tinh dầu Thiên niên kiện

Thành phần hóa học của tinh dầu Thiên niên kiện được phân tích bằng kỹ thuật sắc ký khí ghép nối khối phổ (GC-MS) sử dụng hệ thống Agilent GC 7890B kết nối với đầu dò khối phổ 5975C. Quá trình phân tích được thực hiện trên cột mao quản HP-5MS (30 m \times 250 μm \times 0,25 μm). Dữ liệu sắc ký và phổ khối được thu thập và xử lý bằng phần mềm đi kèm hệ thống. Các hợp chất trong tinh dầu Thiên niên kiện được định danh dựa trên thời gian lưu (RT) và sự so khớp phổ khối với thư viện dữ liệu chuẩn (NIST14). Kết quả định danh được lựa chọn khi mức độ tương đồng (match quality) $\geq 85\%$.

2.4 Phương pháp đánh giá khả năng ức chế vi khuẩn *S. pyogenes* và *S. pneumoniae* và nấm *C. albicans* của tinh dầu Thiên niên kiện bằng thực nghiệm *in vitro*

Phương pháp khuếch tán đĩa thạch

Thử nghiệm kháng khuẩn

Huyền dịch vi khuẩn được chuẩn hóa đến nồng độ $1-2 \times 10^8$ CFU.mL⁻¹. Từ mỗi mẫu, lấy 100 μL dịch cấy trải đều trên bề mặt đĩa thạch Mueller-Hinton Agar (MHA) có bổ sung 5 % máu cừu đã khử sợi huyết. Các giếng thạch đường kính 6 mm được tạo trên bề mặt thạch, sau đó bổ sung 50 μL tinh dầu Thiên niên kiện vào từng giếng thử và 10 μg Ampicillin vào giếng đối chứng dương. Các đĩa được ủ ở 37 °C trong điều kiện 5 % CO₂ trong 24 giờ. Hoạt tính kháng khuẩn được đánh giá bằng cách đo đường kính vòng vô khuẩn (Inhibition zone diameter, IZD) quanh các giếng thạch.

Thử nghiệm kháng nấm

Quy trình tương tự được áp dụng cho thử nghiệm kháng nấm, với môi trường nuôi cấy thay thế bằng thạch RPMI 2 % G. Các đĩa được ủ ở

35 °C trong 24 giờ. Miconazole (30 µg) được sử dụng làm đối chứng dương.

Thiết kế thí nghiệm

Mỗi thí nghiệm được thực hiện tối thiểu ba lần độc lập (n = 3). Kết quả được biểu diễn dưới dạng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn (mean ± SD).

Xác định nồng độ ức chế tối thiểu (MIC)

Nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) của tinh dầu đối với các chủng vi khuẩn kiểm định được xác định bằng phương pháp pha loãng trên đĩa 96 giếng, theo khuyến cáo của Viện Tiêu chuẩn Lâm sàng và Xét nghiệm (Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)) [11].

Tinh dầu được hòa tan trong tween 80 (0,05 %) và pha loãng bằng môi trường Mueller-Hinton Broth (MHB) bổ sung 5 % máu cừu đã khử sợi huyết. Mỗi giếng thử nghiệm chứa 100 µL dịch vi khuẩn (1×10^5 CFU.mL⁻¹) và 100 µL tinh dầu ở các nồng độ 400, 200, 100, 50, 25 và 12,5 µL.mL⁻¹. Ampicillin được sử dụng làm đối chứng dương, với dãy nồng độ 16, 8, 4, 2, 1 và 0,5 µL.mL⁻¹. Các giếng chỉ chứa dịch vi khuẩn và môi trường được dùng làm đối chứng âm.

Các đĩa thử nghiệm được ủ 24 giờ ở 37 °C trong điều kiện 5 % CO₂. Sự phát triển của vi khuẩn được ghi nhận bằng máy Elisa ELx800 tại bước sóng 630 nm (BioTek Instruments, Winooski, VT, USA). MIC của tinh dầu và ampicillin được xác định tại nồng độ thấp nhất mà vi khuẩn không phát triển.

Đối với nấm, quy trình được tiến hành tương tự, nhưng sử dụng môi trường RPMI 2 % G, ủ 24 giờ ở 35 °C và đo quang tại bước sóng 530 nm [12]. Miconazole được chọn làm đối chứng dương, với dãy nồng độ 32, 16, 8, 4, 2 và 1 µL.mL⁻¹.

Nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC)/nồng độ diệt nấm tối thiểu (MFC)

Nồng độ diệt khuẩn tối thiểu được xác định dựa theo phương pháp được khuyến cáo bởi CLSI, M26-A [12]. Cây trái 100 µL dịch thử nghiệm tại các nồng độ MIC, 2×MIC, 4×MIC lên các đĩa thạch Mueller-Hinton (MHA) có bổ sung 5 % máu cừu đã khử sợi huyết, ủ trong 24 giờ tại 37 °C và 5 % CO₂. Nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC) của tinh dầu được xác định tại nồng độ thấp nhất của tinh dầu mà tại đó tiêu diệt toàn bộ vi khuẩn (không xuất hiện vi khuẩn mọc trên đĩa thạch).

Nồng độ diệt nấm tối thiểu (MFC) được tiến hành tương tự vi khuẩn nhưng được thử nghiệm trên đĩa thạch Potato Dextrose Agar (PDA) và ủ trong 24 giờ tại nhiệt độ 35°C.

2.5 Bào chế các sản phẩm ứng dụng

Dầu cù là

Thành phần: tinh dầu Thiên niên kiện, tinh dầu Bạc hà, tinh dầu Sả chanh, tinh dầu Tràm, menthol, camphor, methyl salicylate, sáp ong, vaseline.

Quy trình bào chế [13]:

- Bước 1: Cân các loại tá dược: sáp ong, vaseline. Đun chảy hỗn hợp tá dược ở 100 °C trong 10 - 15 phút để khử nước. Sau đó để hỗn hợp tá dược nguội bớt còn 60 °C thì thu được hỗn hợp (1).

- Bước 2: Cân menthol và camphor trong bình nón có nút mài dùng thìa thủy tinh để khuấy trộn đều đến khi tan đều tạo hỗn hợp (2).

- Bước 3: Nhỏ từ từ tinh dầu Thiên niên kiện, tinh dầu Bạc hà, tinh dầu Sả chanh, tinh dầu Tràm vào bình nón, trộn đều và đập nút kỹ. Thêm methyl salicylate vào bình nón trên, tiếp tục trộn đều thu được hỗn hợp (3) và đập nút kỹ.

- Bước 4: Lọc nóng hỗn hợp tá dược (1) qua vải gạc y tế vô trùng vào bình nón chứa hỗn hợp

(3). Khuấy đều. Đun cách thủy khoảng 8 - 10 phút. Để nguội đến 60 °C. Đổ hỗn hợp vào vỏ hộp.

- Bước 5: Đóng hộp, dán nhãn.

Nến thơm

Thành phần: tinh dầu Thiên niên kiện, tinh dầu Sả chanh, tinh dầu Bạc hà, sáp đậu nành, parafin rắn.

Quy trình bào chế [14]:

- Bước 1: Cân sáp đậu nành và parafin rắn cho vào cốc thủy tinh. Đun trên bếp từ ở nhiệt độ khoảng 100 – 120 °C cho đến khi tan hoàn toàn tạo dung dịch đồng nhất (1).

- Bước 2: Cân tinh dầu Thiên niên kiện, tinh dầu Sả chanh, tinh dầu Bạc hà cho vào cốc thủy tinh. Khuấy đều đến khi tạo dung dịch đồng nhất (2).

- Bước 3: Để dung dịch (1) nguội dần đến khoảng 60 - 70 °C, sau đó tiến hành phối trộn dung dịch (2) vào cốc chứa dung dịch (1).

- Bước 4: Để bắc nến vào trong cốc nến thơm sao cho cố định thẳng đứng.

- Bước 5: Đổ dung dịch trên vào cốc nến thơm và để nguội ở nhiệt độ phòng khoảng 3 – 4 giờ để đạt thể chất tốt nhất trước khi sử dụng.

- Bước 6: Dán nhãn, đóng gói.

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Thành phần hóa học của tinh dầu thân rễ Thiên niên kiện

Mẫu tinh dầu từ thân rễ Thiên niên kiện có màu vàng nhạt, trong suốt, nhẹ hơn nước và mùi thơm cay ấm đặc trưng. Kết quả phân tích GC-MS ở Bảng 1 và Hình 2 cho thấy tinh dầu thân rễ Thiên niên kiện gồm 40 hợp chất, chiếm xấp xỉ 90,5 % tổng hàm lượng định danh. Trong đó linalool (E18) là thành phần chiếm tỷ lệ cao nhất

(25,15 %), tiếp theo là terpinen-4-ol (E19) (6,68 %), 3-carene (E9) (3,60 %) và α -terpineol (E20) (3,55 %). Nhiều nghiên cứu đã chứng minh linalool có tác dụng an thần, kháng viêm, giảm đau và kháng khuẩn [15]. Trong khi đó, terpinen-4-ol, 3-carene và α -terpineol cũng được báo cáo có khả năng ức chế vi sinh vật gây bệnh và tăng cường hoạt tính chống oxy hóa [15,16]. Bên cạnh đó, kết quả phân tích thành phần hóa học của tinh dầu Thiên niên kiện cho thấy sự hiện diện của nhiều monoterpene hydrocarbon như α -pinene (E3) (1,79 %), β -pinene (E6) (0,84 %), sabinene (E5) (1,17 %), limonene (E13) (2,14 %) và myrcene (E7) (1,56 %). Các hợp chất này được biết đến với đặc tính kháng viêm, kháng oxy hóa và kháng khuẩn mạnh [17,18]. Ngoài ra, nhóm sesquiterpene hydrocarbon như β -caryophyllene (E28) (1,58 %), α -caryophyllene (E29) (1,72 %), và delta-cadinene (E35) (1,96 %) có tác dụng giảm đau, chống viêm và bảo vệ thần kinh [19]. Hợp chất caryophyllene oxide (E37) (0,97 %) và α -cadinol (E37) (2,13 %) thuộc nhóm sesquiterpene oxygen hóa, đã được chứng minh có hoạt tính kháng nấm và kháng khuẩn mạnh [17,20]. Một số ester như geranyl acetate (E25) (0,90 %) và terpinyl acetate (E24) (0,50 %) ngoài vai trò tạo hương thơm còn góp phần vào hoạt tính kháng viêm và chống oxy hóa [21]. Kết quả này có sự tương đồng đáng kể với các nghiên cứu đã công bố. Một nghiên cứu trước đó đã phân tích tinh dầu *Homalomena occulta* thu thập tại khu vực miền Bắc Việt Nam cũng ghi nhận linalool là thành phần chủ đạo (26,3 %), bên cạnh terpinen-4-ol (5,8 %) và α -terpineol (3,2 %) [22]. Nghiên cứu của Li và cs. (2014) cho thấy trong tinh dầu thân rễ *H. occulta*, linalool chiếm 47,7 %, cùng với 4-terpineol (16,5 %) và α -terpineol (11,2 %) là các hợp chất chủ yếu, ngoài ra tinh dầu còn chứa β -caryophyllene (2,8 %), α -humulene (1,6 %) và spathulenol (1,2 %) [23]. Sự biến động về thành phần hóa học có thể liên quan đến yếu tố sinh thái, vùng địa lý và điều kiện thu hái mẫu [22].

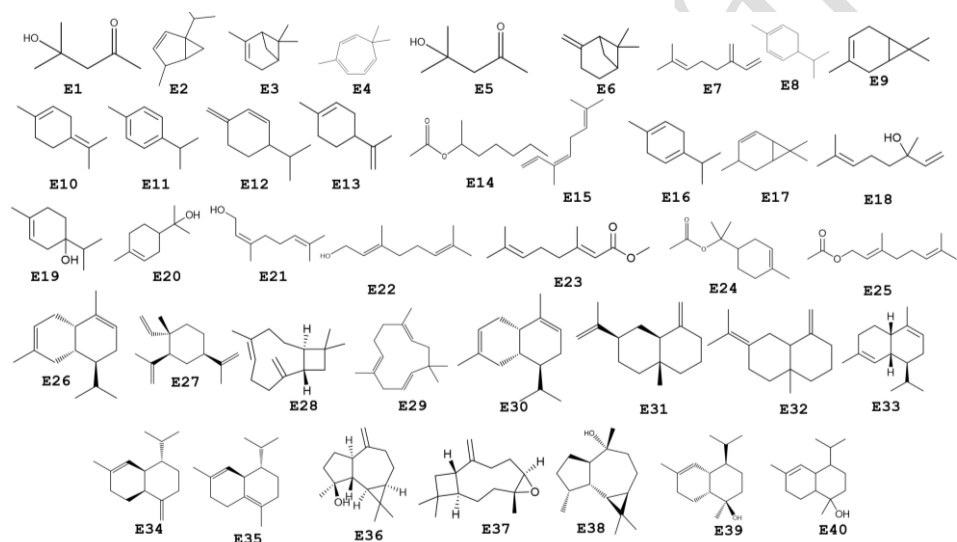
Như vậy, thành phần hóa học phong phú của tinh dầu Thiên niên kiện không chỉ quyết định đến mùi hương và đặc tính cảm quan mà còn cho thấy giá trị tiềm năng trong ứng dụng

được liệu và phát triển sản phẩm chăm sóc sức khỏe có tính kháng khuẩn, kháng nấm và kháng viêm từ nguồn dược liệu tự nhiên.

Bảng 1. Thành phần hóa học tinh dầu Thiên niên kiện

STT	Thời gian lưu	Tỉ lệ (%)	Tên hợp chất	CTPT	Độ tương hợp (SI)	Ký hiệu
1	4,837	0,35	2-pentanone, 4-hydroxy-4-methyl-	C ₆ H ₁₂ O ₂	85	E1
2	7,810	1,03	beta-thujene	C ₁₀ H ₁₆	95	E2
3	7,991	1,79	alpha.-pinene	C ₁₀ H ₁₆	96	E3
4	8,910	0,15	1,3,5-cycloheptatriene, 3,7,7-trimethyl-	C ₁₀ H ₁₄	97	E4
5	9,072	1,17	sabinene	C ₁₀ H ₁₆	96	E5
6	9,158	0,84	beta. pinene	C ₁₀ H ₁₆	97	E6
7	9,689	1,56	beta.-myrcene	C ₁₀ H ₁₆	96	E7
8	10,016	0,72	alpha.-phellandrene	C ₁₀ H ₁₆	91	E8
9	10,288	3,60	3-carene	C ₁₀ H ₁₆	96	E9
10	10,423	1,49	terpinolene	C ₁₀ H ₁₆	92	E10
11	10,526	2,52	p-cymene	C ₁₀ H ₁₄	94	E11
12	10,738	2,73	beta-phellandrene	C ₁₀ H ₁₆	85	E12
13	10,816	2,14	d-limonene	C ₁₀ H ₁₆	99	E13
14	11,108	0,92	2-heptyl acetate	C ₉ H ₁₈ O ₂	85	E14
15	11,393	0,40	beta.-ocimene	C ₁₀ H ₁₆	98	E15
16	11,677	1,88	gamma.-terpinene	C ₁₀ H ₁₆	97	E16
17	12,560	1,23	4-carene	C ₁₀ H ₁₆	98	E17
18	13,301	25,15	linalool	C ₁₀ H ₁₈ O	97	E18
19	15,097	6,68	terpinen-4-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	96	E19
20	15,424	3,55	alpha.-terpineol	C ₁₀ H ₁₈ O	90	E20
21	16,517	1,39	cis-geraniol	C ₁₀ H ₁₈ O	96	E21
22	17,237	2,34	trans-geraniol	C ₁₀ H ₁₈ O	93	E22
23	19,014	0,29	methyl geranate	C ₁₁ H ₁₈ O ₂	96	E23
24	19,748	0,50	terpinyl acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	91	E24
25	20,567	0,90	geranyl acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	91	E25
26	20,783	0,23	copaene	C ₁₅ H ₂₄	99	E26
27	21,134	1,51	beta-elemen	C ₁₅ H ₂₄	91	E27
28	21,809	1,58	beta-caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄	99	E28

29	22,615	1,72	alpha-caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄	97	E29
30	23,156	0,83	beta. muurolene	C ₁₅ H ₂₄	98	E30
31	23,369	0,87	beta-selinene	C ₁₅ H ₂₄	99	E31
32	23,620	0,94	gamma-selinene	C ₁₅ H ₂₄	96	E32
33	23,728	1,04	alpha.-muurolene	C ₁₅ H ₂₄	99	E33
34	24,012	1,02	gamma. muurolene	C ₁₅ H ₂₄	99	E34
35	24,235	1,96	delta-cadinene	C ₁₅ H ₂₄	97	E35
36	24,902	1,08	spathulenol	C ₁₅ H ₂₆ O	93	E36
37	24,963	0,97	caryophyllene oxide	C ₁₅ H ₂₄ O	98	E37
38	25,219	1,00	globulol	C ₁₅ H ₂₆ O	86	E38
39	25,550	2,47	tau.-muurolol	C ₁₅ H ₂₆ O	96	E39
40	25,648	2,13	alpha.-cadinol	C ₁₅ H ₂₆ O	99	E40



Hình 2. Các hợp chất có trong tinh dầu Thiên niên kiện

3.2 Đánh giá khả năng ức chế vi khuẩn *Streptococcus pyogenes* và *Streptococcus pneumoniae* và nấm *Candida albicans* của tinh dầu Thiên niên kiện bằng thực nghiệm *in vitro*

Kết quả thử nghiệm hoạt tính kháng khuẩn và kháng nấm bằng phương pháp khuếch tán trên đĩa thạch (Bảng 2) cho thấy tinh dầu Thiên niên kiện thể hiện khả năng ức chế rõ rệt đối với *S. pyogenes*, *S. pneumoniae* và nấm *C. albicans* với đường kính vòng vô khuẩn lần lượt là 20 ± 1 mm, 19 ± 2 mm và 22 ± 2 mm. Các chủng vi sinh vật

thử nghiệm cũng nhạy cảm với thuốc đối chứng dương (Ampicillin đối với vi khuẩn, Miconazole đối với nấm), với IZD = 37 ± 2 mm và 36 ± 1 mm lần lượt đối với *S. pyogenes* và *S. pneumoniae*, và IZD = 39 ± 2 mm đối với *C. albicans*.

Ngoài ra, các kết quả thử nghiệm nồng độ ức chế tối thiểu và nồng độ diệt khuẩn/nấm tối thiểu (Bảng 3 và Hình 3, 4) cũng cho thấy tinh dầu Thiên niên kiện ức chế hai chủng vi khuẩn *S. pyogenes* và *S. pneumoniae* với MIC = 400 µg.mL⁻¹ và ức chế nấm *C. albicans* với MIC = 200 µg.mL⁻¹. Kháng sinh đối chứng dương Ampicillin ức chế

hai chủng vi khuẩn với MIC = 2 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ và Miconazole ức chế nấm với MIC = 4 $\mu\text{g.mL}^{-1}$. Nồng độ diệt khuẩn tối thiểu của tinh dầu Thiên niên kiện đối với hai chủng vi khuẩn là 400 và 800 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, tương ứng với tỷ lệ MBC/MIC = 1-2 và nồng độ diệt nấm tối thiểu của tinh dầu đối với nấm là 400 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, tương ứng với tỷ lệ MFC/MIC

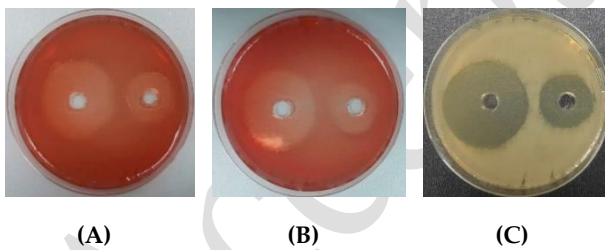
= 2. Theo các nghiên cứu, tỷ lệ MBC/MIC và MFC/MIC < 4 được xem là có tác dụng diệt khuẩn và diệt nấm, trong khi đó tỷ lệ MBC/MIC và MFC/MIC \geq 4 được xem là chỉ có tác dụng ức chế [24]. Với tỷ lệ MBC/MIC và MFC/MIC < 4, tinh dầu Thiên niên kiện trong nghiên cứu này được đánh giá là có tác dụng diệt khuẩn và diệt nấm.

Bảng 2. Đường kính vòng kháng khuẩn và kháng nấm của tinh dầu Thiên niên kiện (mm)

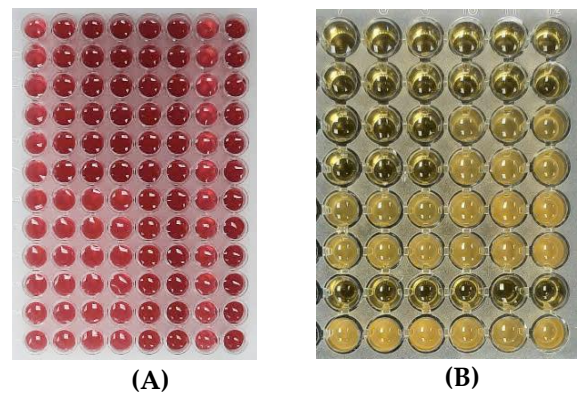
Tác nhân thử nghiệm	<i>S. pyogenes</i>	<i>S. pneumoniae</i>	<i>C. albicans</i>
Tinh dầu	20 \pm 1	19 \pm 2	22 \pm 2
Ampicillin	37 \pm 2	36 \pm 1	-
Miconazole	-	-	39 \pm 2

Bảng 3. Nồng độ ức chế tối thiểu và nồng độ diệt khuẩn/điệt nấm tối thiểu ($\mu\text{g.mL}^{-1}$) của tinh dầu Thiên niên kiện

MIC/MBC/MFC	Nồng độ ức chế tối thiểu ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)		
	<i>S. pyogenes</i>	<i>S. pneumoniae</i>	<i>C. albicans</i>
MIC- tinh dầu	400	400	200
MBC - tinh dầu	400	800	-
MFC - tinh dầu	-	-	400
MIC - Ampicillin	2	2	-
MIC - Miconazole	-	-	4



Hình 3. Vòng kháng khuẩn và kháng nấm: (A) *S. pyogenes*; (B) *S. pneumoniae*; (C) *C. albicans*; AM: Ampicillin; MC: Miconazole; EO: tinh dầu Thiên niên kiện



Hình 4. Thử nghiệm khả năng kháng khuẩn của tinh dầu Thiên niên kiện đối với vi khuẩn *S. pyogenes* và *S. pneumoniae* (A) và nấm *C. albicans* (B)

Cho đến nay, có rất ít nghiên cứu về hoạt tính kháng khuẩn của tinh dầu Thiên niên kiện (*Homalomena occulta*) và các loài thuộc chi *Homalomena*. Tinh dầu thiên niên kiện được báo

cáo là có hoạt tính kháng khuẩn đối với *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* với IZD = 7-10 mm [25]. Các nghiên cứu khác cho thấy, tinh dầu chiết xuất từ thân và rễ của Thiên niên kiện Nam bộ (*Homalomena cochinchinensis*) ức chế các vi khuẩn *B. cereus*, *S. aureus*, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enteritidis* và *S. typhimurium* với IZD trong khoảng $12,3 \pm 1,5$ mm đến $22,6 \pm 0,6$ mm [26]; tinh dầu được chiết xuất từ rễ và lá Thiên niên kiện PI-E (*Homalomena pierreana*) cũng thể hiện hoạt tính ức chế vi khuẩn *S. aureus*, *E. coli* và *P. aeruginosa* với IZD = $7,6 \pm 0,1 - 15,0 \pm 2,5$ mm [27]. Trong một nghiên cứu khác, tinh dầu chiết xuất từ rễ của loài Thiên niên kiện *Homalomena aromatica* được báo cáo là có hoạt tính kháng vi sinh vật tốt đối với *Trichophyton rubrum*, *T. mentagrophytes*, *T. beigelii*, *Microsporum fulvum*, *M. gypseum* và *Candida albicans* với IZD = 32-40 mm và MIC = 8 – 16 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ [28]. Tương tự, tinh dầu chiết xuất từ loài Thần phục (*Homalomena vietnamensis*) cũng được báo cáo có hoạt tính kháng khuẩn và kháng nấm đối với *B. subtilis*, *Lactobacillus fermentum*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. enterica* và *C. albicans* với MIC = 5,65-90,30 mg.mL^{-1} [29]. Sự khác nhau về hoạt tính kháng khuẩn giữa các loài của chi *Homalomena* được cho là do sự khác nhau về thành phần cũng như hàm lượng các hoạt chất trong tinh dầu được chiết xuất. Các hoạt chất kháng khuẩn và kháng nấm chính được tìm thấy chiếm chủ yếu từ tinh dầu các loài của chi *Homalomena* là linalool và terpinen-4-ol. Linalool kháng khuẩn mạnh thông qua việc gây tổn thương màng, rối loạn chuyển hóa và hô hấp oxy hóa của vi khuẩn [30], trong khi đó terpinen-4-ol kháng khuẩn thông qua thông qua các cơ chế như phá vỡ màng và ức chế enzym chuyển hóa của vi khuẩn [31].

3.3 Bào chế các sản phẩm dầu cù là và nền thơm từ tinh dầu Thiên niên kiện

Dầu cù là Thiên niên kiện - PN

Dầu cù là chứa tinh dầu Thiên niên kiện kết hợp cùng tinh dầu tạo mùi (Bạc hà, Sả chanh, Tràm), menthol, camphor và methyl salicylate trong nền tá dược bán rắn sáp ong và vaseline (Hình 5). Các thành phần trong sản phẩm phối hợp theo cơ chế hỗ trợ lẫn nhau, giúp tăng cường hiệu quả giảm đau – kháng viêm – lưu thông máu và kháng khuẩn tự nhiên. Tinh dầu Thiên niên kiện (*Homalomena occulta*) chứa các hợp chất như linalool, α -terpineol và sabinene có tác dụng kháng khuẩn, kháng nấm và giảm viêm nhẹ [10]. Tinh dầu Bạc hà (*Mentha arvensis*) và menthol kích hoạt thụ thể cảm nhận lạnh TRPM8, tạo cảm giác mát, giúp giảm đau cơ tại chỗ và làm dịu căng cơ [32]. Camphor và methyl salicylate là các hoạt chất giảm đau ngoại vi thường dùng trong cao xoa bóp, có tác dụng giãn mạch, tăng lưu thông máu và tạo hiệu ứng “ấm – lạnh” đặc trưng, giúp làm dịu đau cơ và khớp [32,33]. Bên cạnh đó, tinh dầu Sả chanh (*Cymbopogon citratus*) và Tràm (*Melaleuca cajuputi*) mang đặc tính kháng khuẩn, kháng viêm và hỗ trợ hô hấp, giúp giảm nghẹt mũi, ho nhẹ và cảm cúm [34,35]. Nền tá dược sáp ong – vaseline đóng vai trò làm mềm, bảo vệ da và giữ ẩm, đồng thời giúp duy trì mùi hương và kéo dài thời gian hấp thu hoạt chất [36]. Sự phối hợp hài hòa giữa các tinh dầu và tá dược này mang lại tác dụng đa hướng: giảm đau – chống viêm – thư giãn thần kinh – thông khí huyết, phù hợp sử dụng trong chăm sóc sức khỏe cơ – xương – khớp và giảm triệu chứng cảm cúm thông thường. Sản phẩm có mùi hương đặc trưng, tự nhiên, dễ chịu, thẩm nhanh qua da, mang lại hiệu quả hỗ trợ giảm đau nhức cơ, đau khớp, say tàu xe, cảm cúm, nghẹt mũi, đồng thời tạo cảm giác thư giãn và lưu thông khí huyết.

Kết quả thử nghiệm khả năng kháng khuẩn, kháng nấm *in vitro* của tinh dầu Thiên

niên kiện – là thành phần trong sản phẩm dầu cù là Thiên niên kiện – PN cho thấy sản phẩm có khả năng ức chế sự phát triển của nấm *Candida albicans*, gợi mở tiềm năng ứng dụng sản phẩm không chỉ trong hỗ trợ giảm triệu chứng cảm mạo, xoa bóp trị liệu mà còn trong chăm sóc da và dự phòng một số bệnh nấm ngoài da. Sản phẩm an toàn, không chứa phụ gia độc hại, có thể sử dụng cho trẻ em từ 5 tuổi trở lên, được đánh giá tốt về cảm quan, độ ổn định hương thơm và hiệu quả sau thời gian bảo quản dài. Sản phẩm Dầu cù là Thiên niên kiện – PN: đã được kiểm nghiệm các chỉ tiêu cảm quan, pH, hàm lượng kim loại nặng, vi sinh vật và khả năng kích ứng da. Kết quả cho thấy sản phẩm đạt các yêu cầu về độ an toàn, đáp ứng tiêu chuẩn sử dụng cho người tiêu dùng. Với thiết kế nhỏ gọn, tiện dụng và thân thiện, Dầu cù là Thiên niên kiện - PN không chỉ mang ý nghĩa khoa học công nghệ mà còn có tiềm năng phát triển thương mại, góp phần khai thác giá trị dược liệu bản địa trong chăm sóc sức khỏe cộng đồng.



Hình 5. Hình ảnh sản phẩm dầu cù là bào chế từ tinh dầu Thiên niên kiện

Nến thơm Thiên niên kiện – PN

Nến thơm Thiên niên kiện – PN là sản phẩm nghiên cứu và phát triển từ tinh dầu Thiên niên kiện (*Homalomena occulta*) phối hợp cùng tinh dầu sả chanh (*Cymbopogon citratus*) và bạc hà (*Mentha arvensis*) trong nền tá dược sáp đậu nành

và parafin thân thiện với môi trường. Ngoài các tác dụng kháng khuẩn, kháng nấm của tinh dầu Thiên niên kiện, Tinh dầu Sả chanh chứa citral, geraniol, limonene, được chứng minh có tác dụng khử mùi, xua muỗi, kháng vi sinh vật và chống oxy hóa mạnh [35]. Trong khi đó, Bạc hà với hoạt chất chính menthol và menthone giúp làm mát, sáng khoái và thông thoáng đường hô hấp, đồng thời có tác dụng giảm căng thẳng thần kinh, mang lại cảm giác tỉnh táo và phục hồi tinh thần [32].

Nền sáp đậu nành – parafin được lựa chọn nhờ đặc tính cháy ổn định, không sinh khói độc, thân thiện môi trường, đồng thời giúp khuếch tán tinh dầu đều trong không gian, duy trì tác dụng thư giãn – kháng khuẩn – cân bằng cảm xúc một cách an toàn và bền vững.

Kết quả thử nghiệm khả năng kháng khuẩn, kháng nấm *in vitro* của tinh dầu Thiên niên kiện – là thành phần trong sản phẩm Nến thơm Thiên niên kiện – PN cho thấy sản phẩm có khả năng kháng khuẩn, góp phần làm sạch không khí, đồng thời mang lại hương thơm tự nhiên, dễ chịu, giúp thư giãn tinh thần và nâng cao chất lượng không gian sống. Sản phẩm Nến thơm Thiên niên kiện – PN đã được kiểm nghiệm các chỉ tiêu cảm quan. Kết quả cho thấy sản phẩm có đặc tính cảm quan ổn định, hương thơm dễ chịu, màu sắc đồng nhất và đạt yêu cầu về chất lượng cảm quan.

Khảo sát độ ổn định trong 12 tháng bảo quản ở điều kiện thường bằng phương pháp đánh giá cảm quan về hình thái, màu sắc, mùi cho thấy sản phẩm giữ nguyên hình thái, không biến màu, duy trì cường độ hương thơm ổn định và đảm bảo tính an toàn khi sử dụng. Với thiết kế tối giản nhưng tinh tế, Nến thơm Thiên niên kiện – PN phù hợp cho nhiều không gian như gia đình, văn phòng hoặc có thể dùng làm quà tặng. Thành phần hoàn toàn từ nguồn gốc thiên nhiên, không chứa phụ gia độc hại, kết hợp cùng công nghệ bào chế thân thiện với môi trường, đã khẳng định ưu thế nổi bật của sản phẩm. Nhờ đó, sản phẩm

không chỉ đáp ứng nhu cầu tạo hương thơm mà còn thể hiện tiềm năng ứng dụng trong chăm sóc sức khỏe tinh thần, góp phần nâng cao chất lượng đời sống và mở ra cơ hội phát triển thương mại bền vững.



Hình 6. Hình ảnh sản phẩm nến thơm bao chế từ tinh dầu Thiên niên kiện

4 Kết luận

Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng tinh dầu Thiên niên kiện (*Homalomena occulta*) chứa 40 hợp chất, trong đó linalool, terpinen-4-ol, 3-carene và α -terpineol là các thành phần chính, đóng vai trò quan trọng trong hoạt tính sinh học. Tinh dầu thể hiện khả năng ức chế đáng kể đối với vi khuẩn gây bệnh đường hô hấp *S. pyogenes* và *S. pneumoniae* cũng như nấm gây bệnh *C. albicans*, với giá trị MIC và MBC/MFC trong khoảng 400–800 $\mu\text{g.mL}^{-1}$. Đồng thời, việc bao chế thử nghiệm các sản phẩm ứng dụng như đầu cù là và nến thơm đã chứng minh tiềm năng phát triển các sản phẩm chăm sóc sức khỏe có nguồn gốc tự nhiên. Nhìn chung, nghiên cứu khẳng định tinh dầu Thiên niên kiện không chỉ có giá trị dược liệu mà còn mở ra triển vọng ứng dụng trong lĩnh vực sản phẩm hỗ trợ điều trị và chăm sóc sức khỏe, góp phần định hướng khai thác bền vững nguồn tài nguyên dược liệu trong nước.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này là kết quả của đề tài nghiên cứu khoa học học sinh (Mã số: ĐHKH2025C-02) và được sự tài trợ kinh phí từ

nhóm Nghiên cứu tiêu biểu cấp Đại học Huế (mã số: NCTB.DHH.2024.04).

Tài liệu tham khảo

- Walker MJ, Barnett TC, McArthur JD, Cole JN, Gillen CM, Henningham A, et al. Disease manifestations and pathogenic mechanisms of group A Streptococcus. *Clin Microbiol Rev.* 2014;27(2):264–301.
- Cunningham MW. Pathogenesis of group A streptococcal infections. *Clin Microbiol Rev.* 2000;13(3):470–511.
- Kadioglu A, Weiser JN, Paton JC, Andrew PW. The role of Streptococcus pneumoniae virulence factors in host respiratory colonization and disease. *Nat Rev Microbiol.* 2008;6(4):288–301.
- Weiser JN, Ferreira DM, Paton JC. Streptococcus pneumoniae: transmission, colonization and invasion. *Nat Rev Microbiol.* 2018;16(6):355–67.
- Mayer FL, Wilson D, Hube B. Candida albicans pathogenicity mechanisms. *Virulence.* 2013;4(2):119–28.
- Calderone RA, Clancy CJ. Candida and candidiasis. American Society for Microbiology Press; 2011.
- Pappas PG, Lionakis MS, Arendrup MC, Ostrosky-Zeichner L, Kullberg BJ. Invasive candidiasis. *Nat Rev Dis Prim.* 2018;4(1):1–20.
- Le Thuy T, Le Lam S, Van DN, Xuan AVH, Quang MN, Thanh MT, et al. In vitro antioxidant activity and content of bioactive compounds from Homalomena occulta. *Hue Univ J Sci Nat Sci.* 2024;133(1B):79–87.
- Sao Mai Dam HT Van. Chemical profiles and biological activities of essential oils of Arisaema and Homalomena species (Araceae)–A. *J Phytol.* 2022;14:41–9.
- Ngan TTK, Hien TT, Tien LX, Toan TQ. Chemical compositions and stability of Vietnamese Homalomena occulta essential oil under the influence of storage conditions. *Egypt J Chem.* 2022;65(7):23–31.
- Institute C and LS. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. Clinical and laboratory standards institute Wayne, PA; 2020.
- Clinical Laboratory Standards Institute. Reference Method for Broth Dilution Antifungal

- susceptibility testing of yeast. *Clin Lab Stand Inst.* 2017;32(December):1–23.
13. Cahyaningrum PL, Suta IBP, Sudiartawan IP, Saraswati IAAD, Dirgayasa PNS. Formulation of the Balm Aromatherapy Combination Using the Essential Oils *Ocimum basilicum* L. and *Cymbopogon citratus* DC. *J Trop Pharm Chem.* 2024;8(1):48–57.
 14. Husnayanti A, Sinulingga SR, Sudirman MS. Aromatherapy candle formulation from *Citrus microcarpa* peel. *Pharm Reports.* 2022;2(2):49.
 15. Miguel MG. Antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils: a short review. *Molecules.* 2010;15(12):9252–87.
 16. Tongnuanchan P, Benjakul S. Essential oils: extraction, bioactivities, and their uses for food preservation. *J Food Sci.* 2014;79(7):R1231–49.
 17. Dorman H, Deans SG. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J Appl Microbiol.* 2000;88(2):308–16.
 18. Salehi B, Upadhyay S, Erdogan Orhan I, Kumar Jugran A, LD Jayaweera S, A. Dias D, et al. Therapeutic potential of α - and β -pinene: A miracle gift of nature. *Biomolecules.* 2019;9(11):738.
 19. Fidyk K, Fiedorowicz A, Strz̄adała L, Szumny A. β -caryophyllene and β -caryophyllene oxide—natural compounds of anticancer and analgesic properties. *Cancer Med.* 2016;5(10):3007–17.
 20. Pavela R. Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: a review. *Ind Crops Prod.* 2015;76:174–87.
 21. Sharifi-Rad J, Sureda A, Tenore GC, Daglia M, Sharifi-Rad M, Valussi M, et al. Biological activities of essential oils: From plant chemoecology to traditional healing systems. *Molecules.* 2017;22(1):70.
 22. Anh LĐN, Minh NT, Liên TH, Linh HT, Hương BV. HOMALOMENA OCCULTA (LOUR.) SCHOTT-TRI THỨC THỰC VẬT DÂN TỘC HỌC VÀ HOẠT TÍNH SINH HỌC CHỦ YẾU TỪ TINH DẦU. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Trường Đại học Hùng Vương.* 2025;11(2):104–12.
 23. Liu XC, Bai CQ, Liu QZ, Liu ZL. Evaluation of nematicidal activity of the essential oil of *Homalomena occulta* (Lour.) Schott rhizome and its major constituents against *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood. *J Entomol Zool Stud.* 2014;2(4):182–6.
 24. Dudiuk C, Berrio I, Leonardelli F, Morales-Lopez S, Theill L, Macedo D, et al. Antifungal activity and killing kinetics of anidulafungin, caspofungin and amphotericin B against *Candida auris*. *J Antimicrob Chemother.* 2019;74(8):2295–302.
 25. Do DN, Nguyen DP, Tran TTA, Nguyen DQ, Lai NMT, Huynh TH, et al. Evaluation of antibacterial properties of some essential oils from Vietnam. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* IOP Publishing; 2021. p. 12040.
 26. Van HT, Le NT, Huynh NTA, Vo HS, Le TT, Van Chu H, et al. Chemical composition and antibacterial activities of essential oils from rhizomes and aerial parts of *Homalomena cochinchinensis* (Araceae). *Nat Prod Res.* 2022;36(12):3129–32.
 27. Van TH, Le BT, Nguyen TL, Trinh NN, Pham TV, Nguyen NT, et al. Chemical composition and antibacterial activities of essential oils from *Homalomena pierreana* (Araceae). *Indian J Nat Prod Resour (IJNPR)[Formerly Nat Prod Radiance (NPR)].* 2020;11(1):30–7.
 28. Policegoudra RS, Goswami S, Aradhya SM, Chatterjee S, Datta S, Sivaswamy R, et al. Bioactive constituents of *Homalomena aromatica* essential oil and its antifungal activity against dermatophytes and yeasts. *J Mycol Med.* 2012;22(1):83–7.
 29. Quỳnh TT, Đạo HM. XÁC ĐỊNH THÀNH PHẦN HOÁ HỌC VÀ HOẠT TÍNH SINH HỌC CỦA THẦN PHỤC ((HOMALOMENA VIETNAMENSIS J. BOGNER ET VD NGUYEN), HỌ RÁY (ARACEAE)). *Tạp chí Y Dược học Quân sự.* 2023;48(1):5–16.
 30. Guo F, Chen Q, Liang Q, Zhang M, Chen W, Chen H, et al. Antimicrobial activity and proposed action mechanism of linalool against *Pseudomonas fluorescens*. *Front Microbiol.* 2021;12:562094.
 31. Nikolic I, Aleksic Sabo V, Gavric D, Knezevic P. Anti-Staphylococcus aureus activity of volatile phytochemicals and their combinations with conventional antibiotics against methicillin-susceptible *S. aureus* (MSSA) and methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA) strains. *Antibiotics.* 2024;13(11):1030.
 32. Eccles R. Menthol and related cooling compounds. *J Pharm Pharmacol.* 1994;46(8):618–30.
 33. Wang G, Zhang T, Wang A, Hurr C. Topical analgesic containing methyl salicylate and l-menthol accelerates heat loss during skin cooling

- for exercise-induced hyperthermia. *Front Physiol.* 2022;13:945969.
34. Isah M, Rosdi RA, Abdullah H, Sul'ain MD, Ishak WRW. Phytoconstituents and biological activities of *Melaleuca cajuputi* Powell: A scoping review. *J Appl Pharm Sci.* 2023;13(1):10–23.
35. Negrelle RRB, Gomes EC. *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf: chemical composition and biological activities. *Rev Bras Plantas Med.* 2007;9(1):80–92.
36. Gaikwad V V, Chavan RS, Shinde J V, Mane RU, Chandankhede A V, Patil GA. A review on herbal ointment. *World J Pharm Res.* 2024;13(12):406–15.

Accepted paper