



TẠP CHÍ KHOA HỌC ĐẠI HỌC ĐỒNG THÁP

Dong Thap University Journal of Science

Số Đặc biệt Hội nghị Khoa học tự nhiên

Đồng bằng sông Cửu Long lần IV

ISSN 0866-7675 | e-ISSN 2815-567X



DOI: <https://doi.org/10.52714/dthu.14.04S.2025.1560>

## ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG THƯƠNG MẠI HÓA CỦA CHẾ PHẨM DƯỠNG TÓC CHỨA TINH DẦU THÔNG QUA PHÂN TÍCH CẢM QUAN, THÀNH PHẦN HÓA HỌC VÀ HOẠT TÍNH KHÁNG KHUẨN

Cao Thị Thúy<sup>1</sup>, Ngô Vương Nghi<sup>2</sup>, Trần Thị Linh<sup>3</sup> và Bùi Thị Phương Thúy<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Khoa Thương mại, Trường Đại học Văn Lang, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

<sup>2</sup>Khoa Công nghệ Ứng dụng, Trường Đại học Văn Lang, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

<sup>3</sup>Khoa Quan hệ Công chúng – Truyền Thông, Trường Đại học Văn Lang, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

<sup>4</sup>Khoa Khoa học Cơ bản, Trường Đại học Văn Lang, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

\*Tác giả liên hệ, Email: [thuy.btp@vlu.edu.vn](mailto:thuy.btp@vlu.edu.vn)

Lịch sử bài báo

Ngày nhận: 10/5/2025; Ngày nhận chỉnh sửa: 05/6/2025; Ngày duyệt đăng: 11/6/2025

### Tóm tắt

Nghiên cứu này nhằm đánh giá thành phần hóa học và hoạt tính kháng khuẩn của chế phẩm dưỡng tóc chứa hỗn hợp tinh dầu thiên nhiên, bao gồm: vỏ bưởi (*Citrus maxima*), sả chanh (*Cymbopogon citratus*), hoắc hương (*Pogostemon cablin*) và hương nhu trắng (*Ocimum gratissimum*). Tinh dầu được chiết xuất bằng phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước và phối trộn với dầu nền (dầu dừa, dầu olive) để tạo thành sản phẩm dưỡng tóc ở nồng độ 3%. Phân tích GC-MS cho thấy công thức chứa các hợp chất dễ bay hơi có hoạt tính sinh học cao như D-limonene (54,06%), citral, eugenol và patchouli alcohol. Hoạt tính kháng khuẩn được đánh giá trên chủng *Escherichia coli* ATCC 25922 bằng phương pháp khuếch tán trên thạch, xác định MIC và MBC. Kết quả cho thấy sản phẩm tạo vòng kháng khuẩn trung bình 5,11 mm; MIC đạt 3,91  $\mu\text{L}/\text{mL}$  và MBC đạt 15,63  $\mu\text{L}/\text{mL}$ , với tỷ lệ  $\text{MBC}/\text{MIC} = 4$  cho thấy đặc tính kìm khuẩn đặc trưng của tinh dầu. Sự kết hợp giữa các loại tinh dầu có khả năng tạo hiệu ứng hiệp đồng, đồng thời đáp ứng yêu cầu an toàn và cảm quan của sản phẩm chăm sóc tóc. Đây là hướng tiếp cận tiềm năng trong việc phát triển dòng mỹ phẩm xanh có giá trị ứng dụng cao từ nguồn tài nguyên bản địa Việt Nam.

**Từ khóa:** Chế phẩm dưỡng tóc, hoạt tính kháng khuẩn, *Escherichia Coli*, phân tích GC-MS, tinh dầu thiên nhiên.

Trích dẫn: Cao, T. T., Ngô, V. N., Trần, T. L., & Bùi, T. P. T. (2025). Đánh giá tiềm năng thương mại hóa của chế phẩm dưỡng tóc chứa tinh dầu thông qua phân tích cảm quan, thành phần hóa học và hoạt tính kháng khuẩn. *Tap chí Khoa học Đại học Đồng Tháp*, 14(04S), 51-64. <https://doi.org/10.52714/dthu.14.04S.2025.1560>.

Copyright © 2025 The author(s). This work is licensed under a CC BY-NC 4.0 License.

## **EVALUATING COMMERCIALIZATION POTENTIAL OF ESSENTIAL OIL-BASED HAIR CARE FORMULATION THROUGH SENSORY ANALYSIS, CHEMICAL COMPOSITION, AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY**

**Cao Thi Thuy<sup>1</sup>, Ngo Vuong Nghi<sup>2</sup>, Tran Thi Linh<sup>3</sup>, and Bui Thi Phuong Thuy<sup>4\*</sup>**

<sup>1</sup>*Faculty of Commerce, Van Lang University, Ho Chi Minh City, Vietnam*

<sup>2</sup>*Faculty of Applied Technology, Van Lang University, Ho Chi Minh City, Vietnam*

<sup>3</sup>*Faculty of Public Relations and Communications, Van Lang University, Ho Chi Minh City, Vietnam*

<sup>4</sup>*Faculty of Fundamental Sciences, Van Lang University, Ho Chi Minh City, Vietnam*

*\*Corresponding author, Email: thuy.btp@vlu.edu.vn*

*Article history*

*Received: 10/5/2025; Received in revised form: 05/6/2025; Accepted: 11/6/2025*

### **Abstract**

This study aimed to analyze the chemical composition and evaluate the antibacterial activity of a natural essential oil-based hair care formulation containing *Citrus maxima* (grapefruit peel), *Cymbopogon citratus* (lemongrass), *Pogostemon cablin* (patchouli), and *Ocimum gratissimum* (white basil). The essential oils were extracted via steam distillation and blended with carrier oils (coconut oil and olive oil) to create a 3% hair care formulation. GC-MS analysis revealed a rich profile of bioactive volatile compounds, with D-limonene (54.06%), citral, eugenol, and patchouli alcohol being the major constituents. The antibacterial activity was assessed against *Escherichia coli* ATCC 25922 using the agar well diffusion method, **also** by determining the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Bactericidal Concentration (MBC). Results indicated an average inhibition zone diameter of 5.11 mm, with a MIC of 3.91  $\mu\text{L}/\text{mL}$  and an MBC of 15.63  $\mu\text{L}/\text{mL}$ . The MBC/MIC ratio of 4 suggests a bacteriostatic effect, typical of essential oils. The synergistic interaction among the essential oil components enhances biological efficacy while maintaining cosmetic appeal and safety. This approach demonstrates a promising pathway **to developing** sustainable, value-added green cosmetic products derived from local Vietnamese plant resources.

**Keywords:** *Antibacterial activity, Escherichia coli, GC-MS analysis, haircare, natural essential oils.*

## 1. Giới thiệu

Trong những năm gần đây, xu hướng quay trở lại với các sản phẩm có nguồn gốc tự nhiên trong chăm sóc cá nhân ngày càng gia tăng, đặc biệt trong lĩnh vực mỹ phẩm và chăm sóc tóc. Điều này phản ánh mối quan tâm sâu sắc của người tiêu dùng đối với tính an toàn, thân thiện với môi trường và tác dụng hỗ trợ sức khỏe từ các hợp chất có nguồn gốc thực vật. Trong số đó, tinh dầu thiên nhiên – với đặc tính đa dạng như kháng khuẩn, chống oxy hóa, dưỡng ẩm – đã chứng minh tiềm năng ứng dụng rộng rãi trong các chế phẩm chăm sóc tóc, không chỉ ở vai trò tái tạo và bảo vệ cấu trúc sợi tóc, mà còn trong việc duy trì cân bằng vi sinh vùng da đầu (Maddheshiya & cs., 2022).

Mặc dù nhiều nghiên cứu đã ghi nhận hoạt tính sinh học của từng loại tinh dầu riêng lẻ, các công trình đánh giá hiệu quả phối hợp giữa các loại tinh dầu này trong nền dầu dưỡng tóc vẫn còn hạn chế. Việc phối hợp tinh dầu sao cho vừa đảm bảo hiệu quả sinh học, vừa đạt các tiêu chí cảm quan và ổn định hóa lý của sản phẩm vẫn còn là thách thức đáng kể. Các nguyên liệu được lựa chọn trong công thức dưỡng tóc trên cơ sở các dược liệu truyền thống có hoạt tính sinh học cao và được sử dụng phổ biến trong chăm sóc tóc tự nhiên qua nhiều thế hệ ở Việt Nam. Vỏ bưởi (*Citrus maxima*) chứa hàm lượng cao limonene và flavonoid, giúp kích thích mọc tóc, giảm gãy rụng và chống oxy hóa. Sả chanh (*Cymbopogon citratus*) giàu citral và citronellal, có tác dụng kháng khuẩn, kháng nấm và khử mùi, rất phù hợp cho các sản phẩm chăm sóc da đầu (Karakaya & cs., 2022). Hoắc hương (*Pogostemon cablin*) là nguồn cung cấp patchoulol có khả năng kháng viêm và làm dịu da, thường được ứng dụng trong các sản phẩm phục hồi tóc hư tổn (Aswandi & cs., 2024). Hương nhu trắng (*Ocimum gratissimum*) chứa eugenol, một chất có hoạt tính kháng khuẩn mạnh, hỗ trợ cải thiện tình trạng viêm da đầu và ngăn ngừa gàu (Wang & cs., 2023). Bên cạnh đó, các loại dầu nền như dầu dừa và dầu olive không chỉ giúp hòa tan và ổn định tinh dầu, mà còn cung cấp dưỡng chất thiết yếu cho tóc, cải thiện độ ẩm, độ bóng và độ đàn hồi của sợi tóc (Abdalla & cs., 2024). Nhờ sự kết hợp đồng thời giữa các tinh dầu hoạt tính sinh học và dầu nền giàu dinh dưỡng, sản phẩm dưỡng tóc không chỉ có tác dụng nuôi dưỡng mà còn góp phần bảo vệ tóc và da đầu khỏi tác nhân gây hại từ vi sinh vật.

Bên cạnh đó, lựa chọn *Escherichia coli* (*E. coli*) để đánh giá hoạt tính kháng khuẩn của mẫu dưỡng tóc được dựa trên các tiêu chí khoa học và thực tiễn. *E. coli* là một vi khuẩn Gram âm điển hình, thường được sử dụng làm chủng đại diện trong các phép thử in vitro do dễ nuôi cấy, sinh trưởng nhanh và có tính phản ứng rõ ràng với các chất kháng khuẩn (Denamur & cs., 2021). Ngoài ra, sự hiện diện của *E. coli* trên da đầu có thể gây mất cân bằng hệ vi sinh và liên quan đến các tình trạng viêm nhiễm, đặc biệt trong môi trường ẩm ướt. Do đó, đánh giá khả năng ức chế hoặc tiêu diệt *E. coli* giúp chứng minh tiềm năng kháng khuẩn phổ rộng và tính ứng dụng của sản phẩm dưỡng tóc trong chăm sóc và bảo vệ da đầu.

Một số vi sinh vật như *Malassezia spp.* – nấm men gây viêm da tiết bã, gàu và rụng tóc – hay *Cutibacterium acnes* (trước đây gọi là *Propionibacterium acnes*) – vi khuẩn liên quan đến viêm nang lông và rối loạn tuyến bã – thường được xem là các tác nhân chính trong mất cân bằng hệ vi sinh da đầu (Cros & cs., 2023; Vijaya Chandra & cs., 2020). Việc bổ sung thử nghiệm trên các chủng vi sinh vật này trong các nghiên cứu tiếp theo sẽ giúp tăng tính thực tiễn và khả năng ứng dụng của sản phẩm trong chăm sóc tóc.

Ngoài ra, nhiều công trình gần đây đã tập trung so sánh hiệu quả kháng khuẩn giữa các loại tinh dầu và ghi nhận hiệu ứng hiệp đồng khi phối hợp nhiều loại tinh dầu trong cùng công thức. Nghiên cứu của Bunrathep cho thấy sự sả chanh và hoắc hương làm tăng khả năng ức chế vi khuẩn *P. acnes* và *S. epidermidis* (Bunrathep, 2020). Tương tự, nhóm Jain và cộng sự đã chứng minh rằng việc phối trộn cây trà, dầu chanh, dầu hương thảo giúp tăng hiệu quả kháng nấm gây gàu trên da đầu *Malassezia*, *Candida* (Jain & cs., 2022). Do đó, việc kết hợp tinh dầu trong công

thức dưỡng tóc không chỉ tối ưu về mặt cảm quan mà còn giúp tăng hiệu quả sinh học nhờ tương tác hiệp lực.

Điều này đặt ra nhu cầu thực hiện các nghiên cứu bài bản nhằm phân tích, đánh giá và kiểm nghiệm hiệu quả thực tế của những công thức dưỡng tóc có nguồn gốc từ tinh dầu thiên nhiên. Kết hợp giữa các loại tinh dầu bản địa tạo thành một công thức có hiệu ứng hiệp đồng là điểm mới của nghiên cứu. Trên cơ sở đó, nghiên cứu này được tiến hành nhằm: (i) xây dựng công thức chế phẩm dưỡng tóc có chứa hỗn hợp các tinh dầu hoắc hương, vỏ bưởi, sả chanh và hương nhu trắng; (ii) đánh giá hoạt tính kháng khuẩn của chế phẩm thu được đối với *Escherichia coli*; (iii) Đánh giá một số chỉ tiêu cảm quan của mẫu dưỡng tóc. Nghiên cứu còn mở ra hướng tiếp cận bền vững trong việc phát triển sản phẩm chăm sóc cá nhân có giá trị gia tăng cao tại Việt Nam.

## **2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu**

### **2.1. Nguyên liệu và hóa chất**

Nguyên liệu thực vật chứa tinh dầu được sử dụng bao gồm vỏ bưởi (*Citrus maxima*), sả chanh (*Cymbopogon citratus*), hoắc hương (*Pogostemon cablin*), và hương nhu trắng (*Ocimum gratissimum*). Tinh dầu được chiết xuất bằng phương pháp lôi cuốn hơi nước. Dầu nền bao gồm dầu dừa (*Cocos nucifera*) và dầu olive (*Olea europaea*), được sử dụng để pha chế dung dịch dưỡng tóc. Các hóa chất và dung môi sử dụng trong thí nghiệm bao gồm: nước cất vô trùng, dung môi ethanol 50% (dùng để hòa tan chloramphenicol làm chứng dương), môi trường thạch Mueller-Hinton Agar (MHA), môi trường thạch dinh dưỡng Tryptic Soy Agar (TSA), dung dịch Salt Peptone Water (SPW), môi trường Mueller-Hinton Broth (MHB) dùng trong thử nghiệm MIC và MBC, và chỉ thị sinh hóa resazurin (HiMedia) sử dụng trong phép thử MIC.

### **2.2. Phương pháp chiết xuất tinh dầu**

Tinh dầu từ các nguyên liệu thực vật bao gồm vỏ bưởi (*Citrus maxima*), hoắc hương (*Pogostemon cablin*), sả chanh (*Cymbopogon citratus*) và hương nhu trắng (*Ocimum gratissimum*) được chiết xuất bằng phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước (Xiao & cs., 2021). Nguyên liệu được làm khô tự nhiên trong bóng râm đến khi đạt độ ẩm ổn định, sau đó cắt nhỏ để tăng diện tích tiếp xúc. Quá trình chưng cất được tiến hành trong hệ thống kín, sử dụng nồi đun có gắn bộ sinh hàn để ngưng tụ hơi nước mang tinh dầu. Hỗn hợp tinh dầu và nước thu được sau chưng cất được để lắng, tách lớp, sau đó thu riêng phần tinh dầu nổi phía trên. Tinh dầu sau khi thu được làm khan và bảo quản trong lọ thủy tinh tối màu, đặt ở nhiệt độ 4°C để tránh phân hủy do ánh sáng và nhiệt độ, nhằm duy trì ổn định thành phần hóa học cho các phân tích tiếp theo.

### **2.3. Bào chế chế phẩm dưỡng tóc và đánh giá cảm quan trên tóc mẫu**

Chế phẩm dưỡng tóc được bào chế từ hỗn hợp tinh dầu thiên nhiên (3%) và ba loại dầu nền (Abelan & cs., 2022). Cụ thể, mỗi loại tinh dầu (hoắc hương, vỏ bưởi, sả chanh, hương nhu trắng) được lấy 0.75 mL và cho vào bình định mức 100 mL. Sau đó, bổ sung dầu dừa (*Cocos nucifera*) và dầu olive (*Olea europaea*) theo tỷ lệ thể tích 1:1 cho đến khi đạt tổng thể tích 100 mL. Hỗn hợp được khuấy trộn bằng máy khuấy đồng hóa tốc độ cao nhằm đảm bảo độ đồng nhất và ổn định nhũ tương. Giá trị pH của chế phẩm được đo bằng máy đo pH và điều chỉnh trong khoảng 4.5–5.5 – đây là khoảng pH phù hợp với sinh lý tóc và da đầu (Okole & cs., 2022). Sản phẩm sau khi hoàn tất được đóng gói vào chai thủy tinh tối màu và bảo quản ở nhiệt độ thường nhằm duy trì chất lượng cảm quan và độ ổn định hóa học trong quá trình lưu trữ. Các tiêu chí cảm quan ban đầu được đánh giá bao gồm: màu sắc, mùi hương, độ trong/đục, độ nhớt, cảm giác khi thoa, độ bám dính, khả năng rửa sạch, độ tương thích với tóc mẫu. Đánh giá cảm quan trong nghiên cứu này được thực hiện dưới dạng khảo sát nội bộ, không thu thập

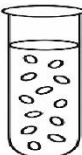
dữ liệu cá nhân hay liên quan đến thử nghiệm trên người, do đó không yêu cầu sự chấp thuận từ hội đồng đạo đức nghiên cứu.

#### 2.4. Phân tích thành phần hóa học (GC-MS)


Thành phần hóa học của các loại tinh dầu nguyên chất bao gồm hoắc hương, vỏ bưởi, sả chanh và hương nhu trắng được phân tích bằng phương pháp sắc ký khí khối phổ (GC-MS) (Zhang & cs., 2021). Thiết bị sử dụng là máy GC-MS Agilent 7890B kết hợp đầu dò khối phổ Agilent 5977A (Agilent Technologies, Hoa Kỳ), sử dụng cột mao quản HP-5MS (30 m × 0,25 mm ID, độ dày màng 0,25 μm).

Các điều kiện phân tích được thiết lập như sau: nhiệt độ buồng tiêm là 250°C, chế độ tiêm không chia dòng (splitless mode), thể tích tiêm mẫu 1 μL. Khí mang là helium với lưu lượng 1,0 mL/phút. Chương trình nhiệt của lò được cài đặt khởi đầu từ 60°C, giữ trong 2 phút, sau đó tăng 4°C/phút đến 280°C và giữ tại nhiệt độ này trong 10 phút. Nhiệt độ nguồn ion hóa được đặt ở 230°C, với năng lượng ion hóa 70 eV. Thời gian phân tích mỗi mẫu khoảng 45 phút. Phân tích phổ khối được tiến hành ở chế độ quét toàn phần (full scan mode), dải khối lượng từ 40 đến 550 m/z. Các hợp chất được xác định dựa trên so sánh phổ thu được với thư viện dữ liệu chuẩn NIST (National Institute of Standards and Technology) (Zhang & cs., 2021).


#### 2.5. Đánh giá hoạt tính kháng khuẩn đối với *Escherichia coli*



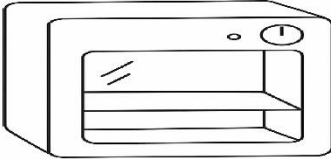
**1. Chuẩn bị chủng vi sinh vật**  
Nuôi cấy chủng vi khuẩn trên môi trường TSA, 37°C, 24h.  
Thu sinh khối & hòa tan vào SPW.  
Độ đục = 0.5 McFarland (~1,0–1,5 × 10<sup>8</sup> CFU/mL).



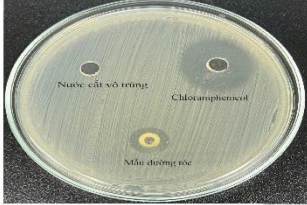
**2. Chuẩn bị môi trường thử mẫu**  
Rót 20–25 mL môi trường MHA vào đĩa Petri.  
Trải 0,1 mL dung dịch vi khuẩn trên bề mặt.



**3. Tạo giếng thạch và bơm mẫu**  
Đục các giếng 6 mm trên thạch.  
Bơm vào mỗi giếng:  
+ 50 μL mẫu thử nghiệm  
+ 50 μL chứng dương  
+ 50 μL chứng âm



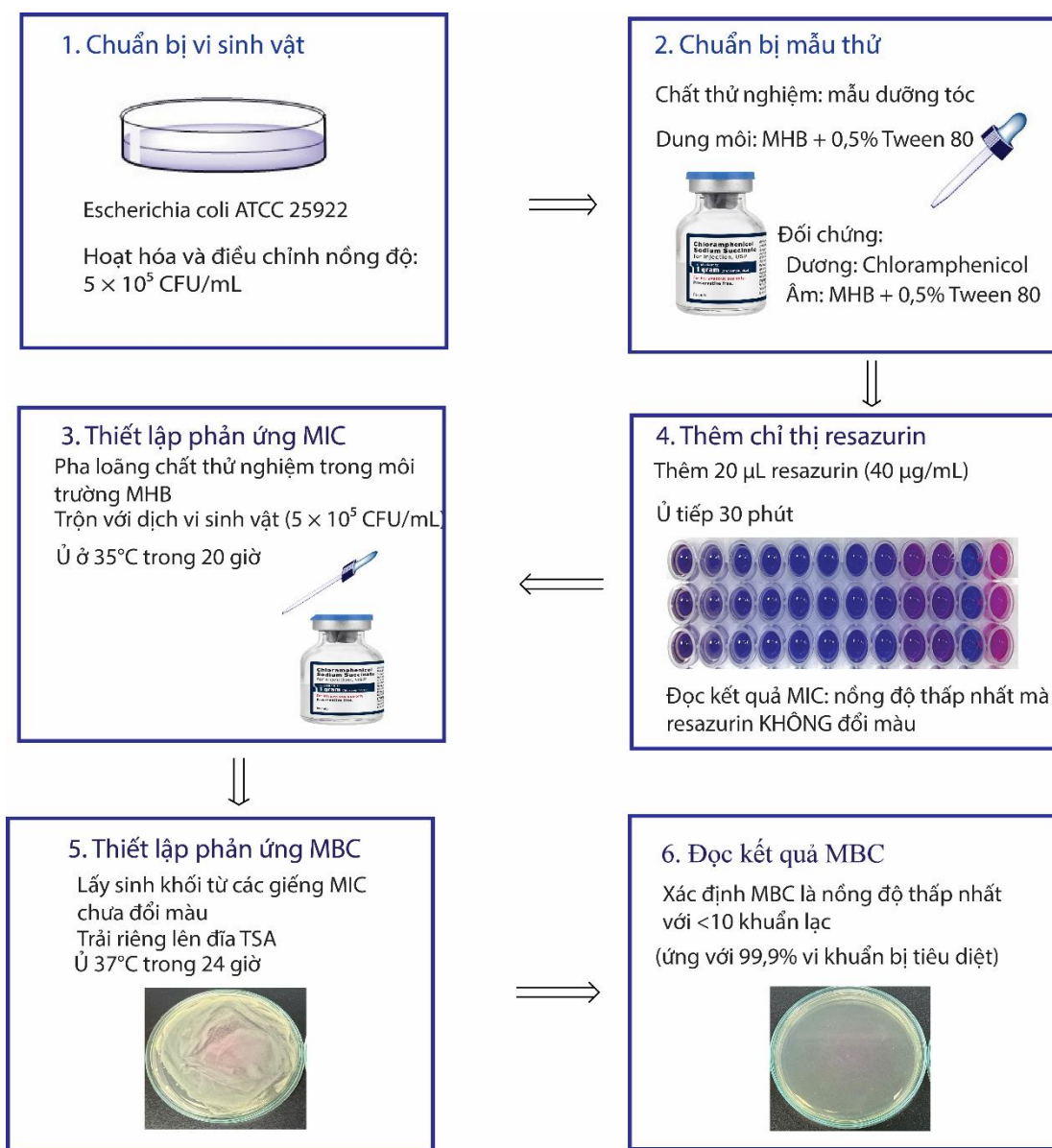
**4. Ủ và quan sát**  
Ủ ở 37°C trong 16–20 giờ.



**5. Đọc kết quả**

**Hình 1. Sơ đồ xác định vòng kháng khuẩn của mẫu dương tính bằng phương pháp khuếch tán đĩa thạch**

Xác định hoạt tính kháng khuẩn bằng phương pháp đục lỗ thạch, theo trình tự 6 bước: (1) chuẩn bị chủng vi sinh vật, (2) cấy vi khuẩn lên bề mặt thạch, (3) tạo giếng và nhỏ mẫu thử vào, (4) ủ ở 37°C trong tủ ấm, và (5) quan sát vòng kháng khuẩn (**Hình 1**) (Ali & cs., 2024; Chandran & cs., 2024). Xác định nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC) (**Hình 2**) (Goli & cs., 2024).



**Hình 2. Quy trình xác định nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC) của mẫu dưỡng tóc**

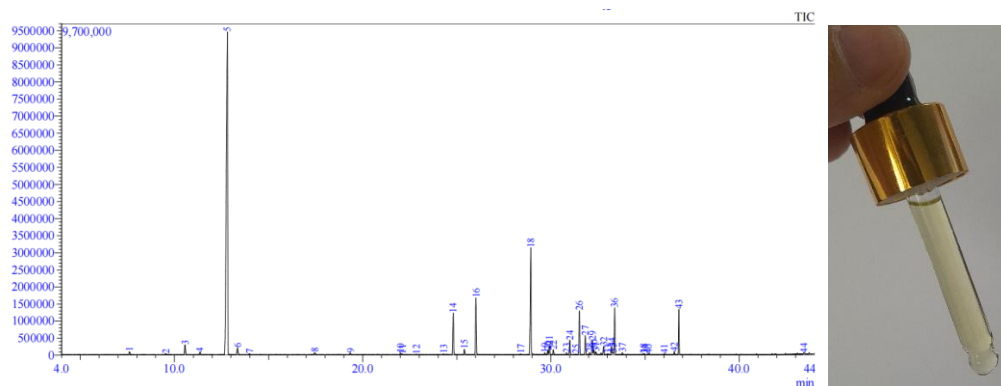
### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Phân tích thành phần hóa học của mẫu dưỡng thành phẩm

Đánh giá cảm quan được tiến hành nhằm xác định mức độ chấp nhận của người dùng đối với chế phẩm dưỡng tóc chứa tinh dầu thiên nhiên. Kết quả cho thấy sản phẩm đạt chất lượng cảm quan tốt với tổng điểm trung bình 91/100. Mẫu có màu vàng nhạt trong suốt, không lắng cặn hay tách lớp sau bảo quản. Mùi hương tự nhiên, dịu nhẹ đặc trưng của các loại tinh dầu như vỏ bưởi, hoắc hương, hương nhu trắng và sả chanh được ghi nhận là dễ chịu, không gây kích ứng. Khi thoa lên tóc mẫu, sản phẩm tạo cảm giác mềm mịn, không bết dính và dễ dàng rửa sạch. Các yếu tố như độ thấm, khả năng giữ mùi và độ ổn định cảm quan sau hai tuần bảo quản ở nhiệt độ phòng đều đạt mức đánh giá cao. Kết quả này cho thấy sản phẩm đáp ứng



tốt các tiêu chí cảm quan cơ bản và phù hợp với kỳ vọng của người tiêu dùng đối với dòng mỹ phẩm có nguồn gốc thiên nhiên. Tinh dầu thiên nhiên có xu hướng bay hơi và bị oxy hóa trong điều kiện nhiệt độ, ánh sáng không phù hợp, dẫn đến giảm hiệu quả sinh học. Do đó, hướng đến áp dụng các hệ dẫn vi nhũ, nanoemulsion có cải tiến nhằm nâng cao độ ổn định và hiệu quả của sản phẩm trong thực tế thương mại.



**Hình 3. Phổ GC-MS của các hợp chất trong mẫu dưỡng tóc chứa hỗn hợp tinh dầu vỏ bưởi, sả chanh, hoắc hương và hương nhu trắng**

**Bảng 1. Thành phần hóa học chính trong mẫu dưỡng tóc chứa hỗn hợp tinh dầu**

STT	Thời gian lưu	Diện tích đỉnh	Phần trăm diện tích, %	Chiều cao	Phần trăm chiều cao, %	Tên hợp chất
1	7614	250894	0.28	88699	0.37	Alpha.-Pinene, (-)-
2	9541	112985	0.13	35639	0.15	Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-
3	10560	989769	1.12	288957	1.22	beta.-Myrcene
4	11351	241847	0.27	67104	0.28	1-Phellandrene
5	12808	477992 97	54.06	9448682	39.85	D-Limonene
6	13346	737331	0.83	197502	0.83	trans-.beta.-Ocimene
7	13977	105529	0.12	27293	0.12	1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (Z)-
8	17451	270189	0.31	61623	0.26	Linalool
9	19344	166522	0.19	39948	0.17	2,4,6-Octatriene, 2,6-dimethyl-, (E,Z)-
10	22006	149854	0.17	45601	0.19	Cyclohexanol, 5-methyl-2-(1-methylethyl)-
11	22100	91758	0.1	19477	0.08	3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)-
12	22848	83596	0.09	22002	0.09	L-.alpha.-Terpineol
13	24291	51335	0.06	19060	0.08	Nerol
14	24810	368016 7	4.16	1225215	5.17	Z-Citral
15	25400	465466	0.53	156798	0.66	trans-Geraniol

16	26014	482909 3	5.46	1659612	7	Citral
17	28388	63217	0.07	21136	0.09	Cyclohexene, 4-ethenyl-4-methyl-3-(1-methylethenyl)-1-(1-methylethyl)-, (3R-trans)-
18	28932	975083 1	11.03	3125311	13.18	Eugenol
19	29676	149608	0.17	55726	0.24	.alpha.-Copaene
20	29829	332082	0.38	121312	0.51	Geranyl acetate
21	29915	755201	0.85	271892	1.15	4,7-Methanoazulene, 1,2,3,4,5,6,7,8-octahydro-1,4,9,9-tetramethyl-, [1S-(1.alpha., 4.alpha.,7.alpha.)]-
22	30129	386297	0.44	141751	0.6	(-)-.beta.-Elemene
23	30832	148646	0.17	54631	0.23	(1S,1aS, 1bR,4S,5S,5aS, 6aR)-1a, 1b,4,5a-Tetramethyldecahydro-1,5-methanocyclopropa[a]indene
24	31003	122088 4	1.38	424595	1.79	Trans(.Beta.)-Caryophyllene
25	31322	64629	0.07	21009	0.09	beta.-copaene
26	31514	341286 7	3.86	1286669	5.43	alpha.-Guaiene
27	31828	157785 6	1.78	557025	2.35	Seychellene
28	32054	168995	0.19	61881	0.26	.alpha.-Humulene
29	32202	118131 8	1.34	409570	1.73	1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,6,7,8,8a-hexahydro-1,4,9,9-tetramethyl-, (1.alpha., 3a.alpha.,7.alpha., 8a.beta.)-
30	32285	415820	0.47	153701	0.65	Azulene, 1,2,3,3a,4,5,6,7-octahydro-1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-, [1R-(1.alpha., 3a.beta., 4.alpha.,7.beta.)]-
31	32386	308735	0.35	82734	0.35	1H-3a,7-Methanoazulene, octahydro-1,9,9-trimethyl-4-methylene-, (1.alpha., 3a.alpha.,7.alpha., 8a.beta.)-
32	32793	662783	0.75	238954	1.01	Germacrene-D
33	33012	99454	0.11	26708	0.11	Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethenyl)-, [4aR-(4a.alpha.,7.alpha.,8a.beta.)]-



34	33229	633311	0.72	218658	0.92	Aciphyllene
35	33300	136275	0.15	55324	0.23	Bicyclo [5.2.0]Nonan, 4-Methylen-2,8,8-Trimethyl-2-Vinyl- (Isocaryophyllen-"V1")
36	33384	348985 7	3.95	1375124	5.8	Azulene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha., 7.alpha., 8a.beta.)]-
37	33794	140144	0.16	58689	0.25	delta.-Cadinene
38	34912	88366	0.1	35375	0.15	(1R,4aS,6R,8aS)-8a,9,9-Trimethyl-1,2,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,6-methanonaphthalen-1-ol
39	34980	50045	0.06	19150	0.08	Thunbergol
40	35169	67098	0.08	28680	0.12	(-)-Caryophyllene oxide
41	36024	53678	0.06	23474	0.1	(-)-Globulol
42	36552	182720	0.21	84476	0.36	1,4-Dimethyl-7-(prop-1-en-2-yl)decahydroazulen-4-ol
43	36796	274884 7	3.11	1327195	5.6	Patchouli alcohol
44	43437	97136	0.11	29056	0.12	Tetracontane
		884123 32	100	2371301 8	100	

Theo các tổ chức như IFRA (International Fragrance Association) và ECHA (European Chemicals Agency), nồng độ tinh dầu trong sản phẩm dùng cho da (đặc biệt vùng đầu) thường được khuyến nghị không vượt quá 5%, và nồng độ lý tưởng dao động từ 1–3% tùy vào độ nhạy cảm và độ mạnh của tinh dầu (Api & cs., 2025). Với các tinh dầu như hoắc hương, sả chanh, hương nhu, có hoạt tính sinh học cao và có thể gây kích ứng nếu quá liều, nồng độ 3% là mức an toàn, hiệu quả và được áp dụng phổ biến trong mỹ phẩm chăm sóc tóc, tạo cảm giác nhẹ, không gây bết dính khi sử dụng hàng ngày. Nồng độ cao hơn (4–5%) có thể gây mùi gắt, bít da đầu, làm tăng nguy cơ kích ứng và giảm độ hài lòng người dùng.

Hiệu suất chiết các tinh dầu (mục 2.2) tính theo khối lượng vỏ bưởi tươi là 0,87 %, sả chanh khô là 3,15%; hoắc hương khô là 2,51%; hương nhu trần khô là 3,67%. Phân tích GC-MS đối với công thức dầu dưỡng tóc thành phẩm, sử dụng nguồn nguyên liệu giàu tinh dầu từ các loài thực vật bản địa như vỏ bưởi (*Citrus maxima*), sả chanh (*Cymbopogon citratus*), hoắc hương (*Pogostemon cablin*) và hương nhu trắng (*Ocimum gratissimum*), đã cho thấy thành phần hóa học phong phú, đặc trưng cho các hợp chất dễ bay hơi có hoạt tính sinh học cao (**Hình 3, Bảng 1**). Kết quả cho thấy nhóm monoterpenes chiếm ưu thế rõ rệt, trong đó D-Limonene là hợp chất chính (54.06%), vốn là thành phần chủ đạo trong tinh dầu vỏ bưởi và sả chanh. Hợp chất này đã được ghi nhận có hoạt tính chống oxy hóa mạnh, kháng khuẩn phổ rộng, và khả năng xuyên thấm qua biểu bì, giúp tăng cường hấp thụ các chất dưỡng trong mỹ phẩm chăm sóc tóc.

Bên cạnh limonene, các monoterpenes khác như  $\beta$ -Myrcene (1.12%),  $\alpha$ -Pinene (0.28%), trans- $\beta$ -Ocimene (0.83%) và Linalool (0.31%) đều là thành phần phổ biến trong tinh dầu hương nhu trắng và sả chanh, có vai trò hiệp đồng trong việc làm dịu da đầu, giảm tiết bã nhờn,

và tạo cảm giác mượt nhẹ sau khi sử dụng. Sự hiện diện của citral, geraniol, nerol – đặc trưng trong tinh dầu sả chanh – góp phần tạo mùi hương tự nhiên dễ chịu, đồng thời ức chế nấm và vi khuẩn gây viêm nang tóc. Hợp chất (1S,1aS,1bR,4S,5S,5aS,6aR)-1a,1b,4,5a-Tetramethyldecahydro-1,5-methanocyclopropa[a]indene, với diện tích chiếm 0.17%, có cấu trúc polycyclic đặc biệt thường liên quan đến tính bền mùi và khả năng ổn định hệ dầu nền. Dù không thuộc nhóm monotерpen hay sesquiterpen thông thường, sự có mặt của hợp chất này cho thấy công thức có khả năng duy trì tính chất lý – cảm quan ổn định lâu dài, góp phần bảo vệ nền dầu khỏi quá trình oxy hóa chậm. Đặc biệt, hợp chất patchouli alcohol (3.11%), vốn là thành phần chủ lực trong tinh dầu hoắc hương, đã được xác định với hàm lượng tương đối cao. Patchouli alcohol nổi bật với khả năng làm dày thân tóc, giữ ẩm, giữ mùi lâu, đồng thời bảo vệ lớp keratin trước tác nhân oxy hóa từ môi trường. Bên cạnh đó, nhóm sesquiterpenes như caryophyllene,  $\alpha$ -guaiene, seychellene và germacrene-D có vai trò quan trọng trong việc ổn định cấu trúc lipid màng tế bào tóc, giúp tăng khả năng chống gãy rụng và phục hồi hư tổn. Kết quả cũng cho thấy sự hiện diện đáng kể của các dẫn xuất azulene và methanoazulene – nhóm hợp chất thường gặp trong các loại tinh dầu có tính kháng viêm như hương nhu và một phần trong hoắc hương. Những hợp chất này không chỉ có tác dụng chống kích ứng da đầu, mà còn hỗ trợ trong việc duy trì cân bằng vi sinh vật trên da đầu, từ đó cải thiện sức khỏe nền da cho tóc phát triển. Tổng thể, sự đa dạng và hài hòa giữa các hợp chất sinh học có nguồn gốc từ vỏ bưởi, sả chanh, hoắc hương và hương nhu trắng đã tạo nên một nền tảng hóa học vững chắc, có tiềm năng cao trong ứng dụng mỹ phẩm dưỡng tóc. Công thức không chỉ cung cấp các hợp chất có tác dụng kháng khuẩn, chống oxy hóa, làm mềm tóc, mà còn hỗ trợ phục hồi cấu trúc tóc từ lớp biểu bì đến vùng cortex. Điều này đặc biệt phù hợp với xu hướng phát triển sản phẩm mỹ phẩm xanh, khai thác triệt để giá trị của tài nguyên bản địa và các loài thực vật dược liệu truyền thống.

### 3.3. Hoạt tính kháng khuẩn đối với *Escherichia coli*



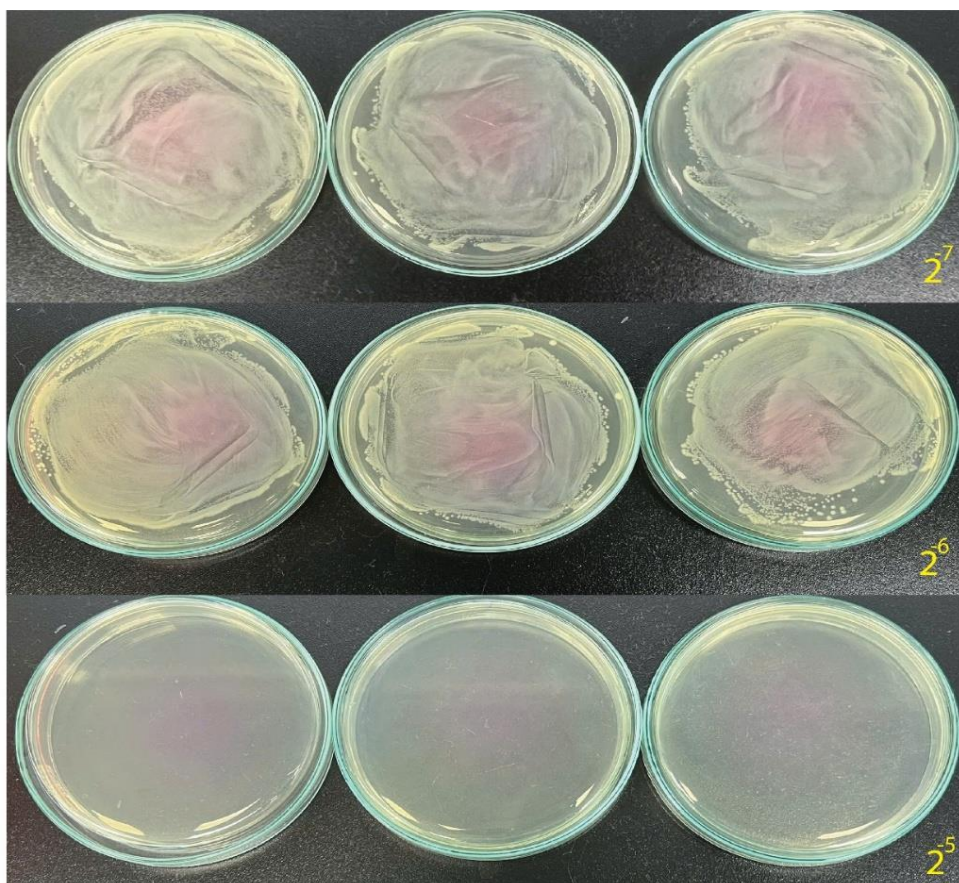
*Escherichia coli* ATCC 25922

**Hình 4. Đường kính vòng kháng khuẩn, (1) Chứng âm (Nước cất vô trùng)  
(2) Chứng dương (chloramphenicol 200 ppm), (3) Mẫu 1**

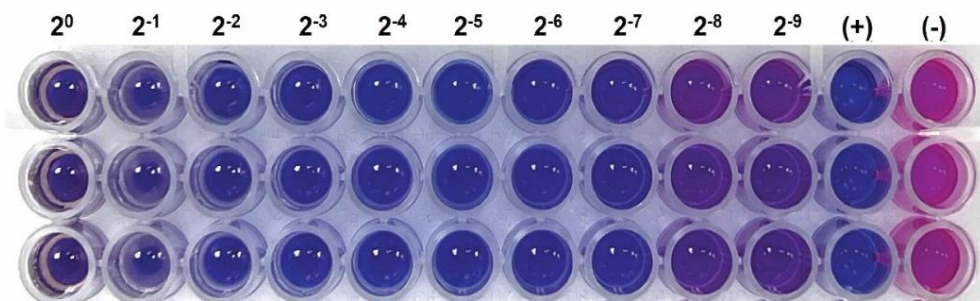
Nghiên cứu này đánh giá hoạt tính kháng khuẩn của mẫu dưỡng tóc có chứa **3% hỗn hợp tinh dầu thiên nhiên**, bao gồm: vỏ bưởi (*Citrus maxima*), sả chanh (*Cymbopogon citratus*), hoắc hương (*Pogostemon cablin*) và hương nhu trắng (*Ocimum gratissimum*). Các loại tinh dầu này đã được nhiều công trình công bố có đặc tính kháng khuẩn, kháng nấm và chống oxy hóa mạnh mẽ, tuy nhiên việc phối hợp chúng trong một sản phẩm ứng dụng chăm sóc tóc và đánh giá hiệu lực trên vi khuẩn gây bệnh vẫn còn hạn chế.

Dựa trên phương pháp khuếch tán trên đĩa thạch, ba lần lặp đo với cùng một mẫu cho thấy đường kính vòng kháng khuẩn lần lượt là 4,83 mm, 5,18 mm và 5,32 mm, với giá trị trung bình đạt **5,11 mm (Hình 4)**. Kết quả này chứng minh rằng sản phẩm có khả năng ức chế sự phát triển của *Escherichia coli* ATCC 25922 – một chủng vi khuẩn Gram âm thường được sử dụng trong các thử nghiệm kháng khuẩn. Dù kích thước vòng kháng còn khiêm tốn so với

kháng sinh đối chứng (chloramphenicol 200 ppm), sự hiện diện ổn định của vòng kháng qua các lần đo cho thấy hiệu lực sinh học rõ ràng và có tính lặp lại cao.



Escherichia coli ATCC 25922 - MBC



Escherichia coli ATCC 25922 - MIC

**Hình 5. Kết quả xác định nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) và nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC) của mẫu dưỡng tóc chứa tinh dầu**

Trong phép thử xác định nồng độ ức chế tối thiểu (MIC), dung dịch mẫu gốc được chuẩn bị ở nồng độ C<sub>0</sub> là 500 μL/mL và pha loãng theo dãy hai lần liên tiếp (Hình 5). Sau khi ủ cùng vi khuẩn *E. coli* trong môi trường MHB có bổ sung chỉ thị resazurin, các giếng chứa vi khuẩn còn sống chuyển sang màu hồng/tím do hoạt động chuyển hóa, trong khi giếng không có sinh trưởng giữ màu xanh đặc trưng của chỉ thị. MIC được xác định tại giếng thứ 7 (n=7), (Hình

5), tương ứng với nồng độ 3,91  $\mu\text{L}/\text{mL}$  (công thức 1), là giếng đầu tiên không có sự thay đổi màu sắc (không có hoạt động chuyển hóa vi sinh vật).

$$\text{MIC} = C_0 \cdot 2^{-n} = 500 \times 2^{-7} = 3.91 \mu\text{L}/\text{mL} \text{ (1)}$$

Để xác định nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC), dịch từ các giếng không đổi màu được cấy lên môi trường TSA và ủ tiếp 24 giờ ở 37°C. Kết quả cho thấy giếng có nồng độ 15,63  $\mu\text{L}/\text{mL}$  là giếng cuối cùng không xuất hiện khuẩn lạc trên bề mặt thạch (n=5), chứng tỏ đây là nồng độ tối thiểu có khả năng tiêu diệt hoàn toàn vi khuẩn thử nghiệm. MBC được tính theo công thức:

$$\text{MBC} = C_0 \times 2^{-n} = 500 \times 2^{-5} = 15,63 \mu\text{L}/\text{mL} \text{ (2)}$$

Về mặt định lượng, nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) của mẫu đạt 3,91  $\mu\text{L}/\text{mL}$ , chứng tỏ chỉ cần một lượng nhỏ mẫu đã có thể kìm hãm sự sinh trưởng của vi khuẩn. Trong khi đó, nồng độ diệt khuẩn tối thiểu (MBC) là 15,63  $\mu\text{L}/\text{mL}$  (Công thức 2), cao hơn khoảng 4 lần so với MIC. Tỷ lệ  $\text{MBC}/\text{MIC} = 4$  cho thấy sản phẩm có hoạt tính kìm khuẩn chủ yếu, phù hợp với tính chất của các tinh dầu thiên nhiên – vốn hoạt động bằng cách làm rối loạn màng tế bào và ức chế enzyme, thay vì tác động trực tiếp như kháng sinh tổng hợp.

Các thành phần tinh dầu như citral (trong sả chanh), limonene (trong vỏ bưởi), patchoulol (trong hoắc hương) và eugenol (trong hương nhu trắng) đều đã được chứng minh là có hoạt tính kháng khuẩn. Khi kết hợp trong cùng một nền công thức, chúng có thể tạo ra hiệu ứng cộng hưởng (synergistic effect), góp phần làm tăng hiệu quả sinh học tổng thể mà vẫn đảm bảo độ an toàn và thân thiện với da đầu.

Tinh dầu chiết xuất từ cỏ xạ hương và lá bạc hà, mù tạt, oregano cho thấy hoạt tính kháng khuẩn *E. Coli* có Giá trị MIC dao động từ 0,33 đến 2,67 mg / mL (Goli & cs., 2024; Nikolic & cs., 2014). So sánh với dầu dưỡng tóc có MIC = 3.91  $\mu\text{L}/\text{mL}$  và MBC = 15.63  $\mu\text{L}/\text{mL}$  (tổng hàm tinh dầu chiếm 3%), phù hợp với mục tiêu sử dụng trong sản phẩm chăm sóc tóc – với yêu cầu kháng khuẩn nhẹ, an toàn, không gây mất cân bằng hệ vi sinh da đầu. Hiệu lực kháng khuẩn của sản phẩm vẫn còn khiêm tốn so với kháng sinh tiêu chuẩn. Vì vậy, mục tiêu ứng dụng định hướng vào vai trò hỗ trợ kiểm soát vi khuẩn gây mùi, viêm da đầu nhẹ, hơn là sử dụng trong điều trị các tình trạng nhiễm khuẩn nặng. Việc tối ưu hóa hàm lượng tinh dầu, kết hợp thêm chất dẫn hoạt sinh học (như nanoemulsion hoặc liposome), và thử nghiệm trên các chủng vi khuẩn khác sẽ là hướng đi cần thiết trong giai đoạn nghiên cứu tiếp theo.

#### 4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy chế phẩm dưỡng tóc chứa 3% hỗn hợp tinh dầu thiên nhiên từ vỏ bưởi, sả chanh, hoắc hương và hương nhu trắng có thành phần hóa học phong phú, với các hợp chất dễ bay hơi có hoạt tính sinh học cao như D-limonene, citral, eugenol và patchouli alcohol. Phân tích hoạt tính kháng khuẩn in vitro trên chủng *Escherichia coli* ATCC 25922 cho thấy chế phẩm có khả năng ức chế sự sinh trưởng vi khuẩn với MIC = 3,91  $\mu\text{L}/\text{mL}$  và MBC = 15,63  $\mu\text{L}/\text{mL}$ . Tỷ lệ  $\text{MBC}/\text{MIC} = 4$  cho thấy cơ chế tác động chính là kìm khuẩn. Sự kết hợp giữa các tinh dầu mang lại hiệu ứng hiệp đồng, góp phần tăng hiệu quả sinh học trong khi vẫn đảm bảo các tiêu chí an toàn và cảm quan cần thiết cho sản phẩm mỹ phẩm chăm sóc tóc. Nghiên cứu này góp phần khẳng định tiềm năng ứng dụng của tinh dầu bản địa trong phát triển sản phẩm mỹ phẩm xanh, thân thiện với người dùng và môi trường. Những hướng nghiên cứu tiếp theo có thể tập trung vào tối ưu hóa công thức, mở rộng phổ vi sinh thử nghiệm và cải tiến hệ dẫn hoạt chất để nâng cao hiệu lực sinh học toàn diện của chế phẩm.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu được tài trợ bởi Trường Đại học Văn Lang với mã số đề tài 2502-DT-KTM-SV-001.

### **Tài liệu tham khảo**

- Abdalla, S., Aroua, M. K., & Gew, L. T. (2024). A Comprehensive Review of Plant-Based Cosmetic Oils (Virgin Coconut Oil, Olive Oil, Argan Oil, and Jojoba Oil): Chemical and Biological Properties and Their Cosmeceutical Applications. *ACS Omega*, 9(44), 44019-44032. <https://doi.org/10.1021/acsomega.4c04277>
- Abelan, U. S., de Oliveira, A. C., Cacoci, É. S. P., Martins, T. E. A., Giacon, V. M., Velasco, M. V. R., & Lima, C. R. R. d. C. (2022). Potential use of essential oils in cosmetic and dermatological hair products: A review. *21(4)*, 1407-1418. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jocd.14286>
- Ali, S., Aslam, M. A., Kanwar, R., Mehmood, Z., Arshad, M. I., & Hussain, S. (2024). Phage-antibiotic synergism against *Salmonella typhi* isolated from stool samples of typhoid patients. *Irish Journal of Medical Science (1971 -)*, 193(3), 1377-1384. <https://doi.org/10.1007/s11845-023-03599-w>
- Api, A. M., Bartlett, A., Belsito, D., Botelho, D., Bruze, M., Bryant-Friedrich, A., . . . Thakkar, Y. (2025). RIFM Natural Complex Substance (NCS) fragrance ingredient safety assessment, ho wood oil, CAS Registry Number 8022-91-1, RIFM ID 217-D2.12. *Food and Chemical Toxicology*, 115494. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691525002625>
- Aswandi, A., Kholibrina, C. R., & Kuspradini, H. (2024). Essential Oils for Cosmetics Application. In E. T. Arung, W. Fatriasari, I. W. Kusuma, H. Kuspradini, K. Shimizu, Y.-u. Kim, N. I. W. Azelee, & Z. Edis (Eds.), *Biomass-based Cosmetics: Research Trends and Future Outlook* (pp. 151-173). Springer Nature Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-97-1908-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-981-97-1908-2_7)
- Bunrathep, S., Thongphasuk, P., Settharaksa, S., & Kamkaen, N. (2020). Effect of an essential oil blend of citronella, lemongrass, and patchouli on acne-causing bacteria. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 42(5), 1106-1112. <https://www.thaiscience.info/Journals/Article/SONG/10992936.pdf>
- Chandran, G. R., Dailin, D. J., Manas, N. H. A., El-Ensashy, H. A., Man, M., Zainan, N. H. B., & Azelee, N. I. W. (2024). Antimicrobial properties of deep-sea water and its potential as thickener in the cosmeceutical industry. *AIP Conference Proceedings*, 3041(1), 030004. <https://doi.org/10.1063/5.0194918>
- Cros, M. P., Mir-Pedrol, J., Toloza, L., Knödseder, N., Maruotti, J., Zouboulis, C. C., ... & Fábrega, M. J. (2023). New insights into the role of *Cutibacterium acnes*-derived extracellular vesicles in inflammatory skin disorders. *Scientific Reports*, 13(1), 16058. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-43354-w>
- Denamur, E., Clermont, O., Bonacorsi, S., & Gordon, D. (2021). The population genetics of pathogenic *Escherichia coli*. *Nature Reviews Microbiology*, 19(1), 37-54. <https://doi.org/10.1038/s41579-020-0416-x>
- Goli, S. A. H., Keramat, S., Soleimani-Zad, S., & Ghasemi Baghabrshami, R. (2024). Antioxidant and antimicrobial efficacy of microencapsulated mustard essential oil against *Escherichia coli* and *Salmonella Enteritidis* in mayonnaise. *International Journal of Food Microbiology*, 410, 110484. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160523004014>



- Jain, S., Arora, P., & Nainwal, L. M. (2022). Essential oils as potential source of anti-dandruff agents: a review. *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening*, 25(9), 1411-1426. <https://doi.org/10.2174/1386207324666210712094148>
- Karakaya, H., Sezer, O. F., Bilenler, K. T., & and Yasar, K. (2022). Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Pummelo (*Citrus maxima*) Essential Oil Derived from Fruit Peel. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 25(3), 524-535. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2022.2100229>
- Maddheshiya, S., Ahmad, A., Ahmad, W., Zakir, F., & Aggarwal, G. (2022). Essential oils for the treatment of skin anomalies: Scope and potential. *South African Journal of Botany*, 151, 187-197. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629921005548>
- Nikolić, M., Glamočlija, J., Ferreira, I. C. F. R., Calhelha, R. C., Fernandes, Â., Marković, T., . . . Soković, M. (2014). Chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antitumor activity of *Thymus serpyllum* L., *Thymus algeriensis* Boiss. and *Reut* and *Thymus vulgaris* L. essential oils. *Industrial Crops and Products*, 52, 183-190. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092666901300558X>
- Okole, B., Pillai, S. K., Ndzotoyi, P., & Phasha, V. (2022). 8 - Use of herbal extract-based nanoemulsions for hair care application. In S. H. Mohd Setapar, A. Ahmad, & M. Jawaid (Eds.), *Nanotechnology for the Preparation of Cosmetics Using Plant-Based Extracts* (pp. 203-233). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822967-5.00007-2>
- Vijaya Chandra, S. H., Srinivas, R., Dawson, T. L., Jr., & Common, J. E. (2020). Cutaneous *Malassezia*: Commensal, Pathogen, or Protector? *Front Cell Infect Microbiol*, 10, 614446.
- Wang, Y., Ni, X., Wen, M., Lou, S., Xiao, W., & Gao, Z. (2023). Preparation of antioxidant konjac glucomannan-based films enriched with *Ocimum gratissimum* L. essential oil Pickering emulsion and its effect on walnuts preservation. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 665, 131220. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927775723003047>
- Xiao, Y., Liu, Z., Gu, H., Yang, F., Zhang, L., & Yang, L. (2021). Improved method to obtain essential oil, asarinin and sesamin from *Asarum heterotropoides* var. *mandshuricum* using microwave-assisted steam distillation followed by solvent extraction and antifungal activity of essential oil against *Fusarium* spp. *Industrial Crops and Products*, 162, 113295. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669021000595>
- Zhang, C.-D., Hu, X.-Y., Wang, H.-S., & Yan, F. (2021). GC-MS Analysis of Essential Oil Extracted from *Acori tatarinowii* Rhizoma: An Experiment in Natural Product Analysis. *Journal of Chemical Education*, 98(9), 3004-3010. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00451>