

## STUDY ON THE ESSENTIAL OIL COMPOSITION OF *ALPINIA GALANGA* (L.) WILLD FROM DINH HOA, THAI NGUYEN USING GC-MS

Nguyen Thi My Ninh

TNU - University of Medicine and Pharmacy

| ARTICLE INFO                                                                                                                                                                                                                                              | ABSTRACT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Received:</b> 25/7/2025</p> <p><b>Revised:</b> 24/10/2025</p> <p><b>Published:</b> 27/10/2025</p> <p><b>KEYWORDS</b></p> <p>Essential oil</p> <p>Galangal</p> <p>White galangal</p> <p>Red galangal</p> <p>Gas chromatography mass spectrometry</p> | <p>This study was conducted to determine the differences in chemical composition and content of essential oils from two varieties of <i>Alpinia galanga</i> (L.) Willd cultivated in Dinh Hoa commune, Thai Nguyen province. To address this issue, rhizome samples of both white and red galangal were collected at the same growth stage and from the same cultivation area. The essential oils were obtained by the distillation method. The chemical composition and content of the essential oils were analyzed using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The results showed clear differences in the composition and content between the white and red galangal essential oils. (4-prop-2-enylphenyl) acetate was the most abundant compound in red galangal (23.14%), compared to 4.91% in white galangal. In contrast, 1,8-cineole was mainly present in white galangal (13.69%), while it accounted for 7.23% in red galangal. Six compounds with a relative content <math>\geq 5\%</math> were identified in the red galangal oil, whereas only four compounds reached this threshold in the white galangal oil. These results indicate distinct chemical characteristics between the two types of galangal and emphasize their potential use as natural raw materials for pharmaceutical and cosmetic applications.</p> |

## NGHIÊN CỨU THÀNH PHẦN TINH DẦU LOÀI *ALPINIA GALANGA* (L.) WILLD TẠI ĐỊNH HÓA, THÁI NGUYÊN BẰNG PHƯƠNG PHÁP GC-MS

Nguyễn Thị Mỹ Ninh

Trường Đại học Y Dược - ĐH Thái Nguyên

| THÔNG TIN BÀI BÁO                                                                                                                                                                                                                                 | TÓM TẮT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Ngày nhận bài:</b> 25/7/2025</p> <p><b>Ngày hoàn thiện:</b> 24/10/2025</p> <p><b>Ngày đăng:</b> 27/10/2025</p> <p><b>TỪ KHÓA</b></p> <p>Tinh dầu</p> <p>Riềng nếp</p> <p>Riềng nếp trắng</p> <p>Riềng nếp đỏ</p> <p>Sắc ký khí khối phổ</p> | <p>Nghiên cứu này được tiến hành nhằm xác định sự khác biệt về thành phần hóa học và hàm lượng có trong tinh dầu hai loài riềng nếp (<i>Alpinia galanga</i> (L.) Willd) được trồng tại xã Định Hóa, tỉnh Thái Nguyên. Để giải quyết vấn đề này, chúng tôi đã thu thập mẫu củ riềng nếp trắng và riềng nếp đỏ tại cùng thời điểm sinh trưởng và khu vực trồng. Tinh dầu thu được bằng phương pháp chưng cất. Các mẫu tinh dầu được phân tích thành phần và hàm lượng bằng phương pháp sắc ký khí khối phổ (GC-MS). Kết quả cho thấy tinh dầu riềng nếp trắng và đỏ khác biệt rõ về thành phần và hàm lượng. (4-prop-2-enylphenyl) acetate chiếm tỷ lệ cao nhất trong riềng nếp đỏ (23,14%) so với 4,91% ở riềng nếp trắng. Trong khi đó, 1,8-cineole chủ yếu có trong riềng nếp trắng với 13,69%, so với 7,23% ở riềng nếp đỏ. Từ tinh dầu riềng nếp đỏ, sáu hợp chất có hàm lượng <math>\geq 5\%</math> đã được phân lập, trong khi tinh dầu riềng nếp trắng chỉ ghi nhận bốn hợp chất đạt ngưỡng này. Những kết quả trên cho thấy sự khác biệt rõ rệt trong đặc tính hóa học của hai loại riềng. Đồng thời, kết quả này nhấn mạnh tiềm năng sử dụng của chúng như nguồn nguyên liệu tự nhiên cho các ứng dụng dược phẩm và mỹ phẩm.</p> |

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.13301>

Email: ninhmtn@gmail.com

<http://jst.tnu.edu.vn>

111

Email: jst@tnu.edu.vn

## 1. Giới thiệu

Riềng nếp (*Alpinia galanga* (L.) Willd), họ Gừng (Zingiberaceae) là một loài thực vật thân cây thảo được trồng phổ biến tại Việt Nam và nhiều quốc gia châu Á, đặc biệt là Trung Quốc. Loài cây này có vị cay, thơm, tính ấm từ lâu đã được sử dụng như một loại gia vị quen thuộc và bài thuốc dân gian giúp kích thích tiêu hóa, giảm đau, chữa các bệnh về răng miệng và nhiều chứng bệnh khác [1]. Các nghiên cứu cho thấy củ riềng chứa nhiều hợp chất dinh dưỡng như protein, carbohydrate, chất béo, chất xơ thô và các nguyên tố vi lượng khác nhau tùy theo vùng địa lí, thổ dưỡng và tùy vào loài [2]. Trong củ riềng, đã xác định được sự hiện diện của các nhóm hợp chất như flavonoid, diarylheptanoid, phenylpropanoid và glycoside, vốn thể hiện nhiều hoạt tính sinh học đa dạng và có ý nghĩa trong lĩnh vực y dược [3]. Trên thế giới đã có rất nhiều công trình nghiên cứu về củ riềng với thành phần hóa học chính là diarylheptanoid [4]. Riềng nếp (*Alpinia galanga*) là một dược liệu phổ biến được dân gian tin dùng trong điều trị các bệnh về đường tiêu hóa, cảm lạnh, sốt rét, cũng như hỗ trợ tăng cường sức khỏe [5]. Trong y học hiện đại, chiết xuất từ củ riềng được ghi nhận có hoạt tính kháng khuẩn, chống viêm, chống oxy hóa, kháng nấm và ức chế tế bào ung thư [6]. Những tác dụng sinh học này mở ra hướng mới trong nghiên cứu thuốc kháng sinh, kháng nấm và đặc biệt là thuốc trị ung thư. Trong những năm gần đây, các nghiên cứu về thành phần hóa học và hoạt tính sinh học của tinh dầu riềng đã được quan tâm bởi những ứng dụng tiềm năng trong nhiều lĩnh vực [7]. Các loài trong chi Riềng thường thích nghi với điều kiện ẩm, được che bóng, nhiệt độ không khí không quá cao [8]. Tỉnh Thái Nguyên là khu vực có điều kiện khí hậu và thổ nhưỡng đặc thù thuận lợi cho việc trồng và phát triển các loại cây dược liệu, trong đó có riềng nếp. Tuy nhiên cho đến nay, các nghiên cứu về thành phần hóa học của riềng nếp trồng tại khu vực này vẫn còn nhiều hạn chế. Đặc biệt, chưa có nghiên cứu nào so sánh thành phần tinh dầu riềng nếp trắng và riềng nếp đỏ. Việc nghiên cứu sự khác biệt về thành phần tinh dầu của hai loài riềng nếp sẽ góp phần bổ sung cơ sở khoa học quan trọng, giúp nâng cao giá trị sử dụng của nguồn dược liệu địa phương. Xuất phát từ thực tiễn đó chúng tôi tiến hành nghiên cứu thành phần tinh dầu loài *Alpinia galanga* tại xã Định Hóa, tỉnh Thái Nguyên bằng phương pháp sắc ký khí khối phổ (GC-MS) nhằm góp phần tìm ra những đặc điểm nổi bật và tiềm năng ứng dụng của chúng trong các lĩnh vực thực phẩm và dược phẩm.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Nguyên liệu

Mẫu củ loài riềng nếp (*Alpinia galanga* (L.) Willd) được thu hái vào tháng 02 năm 2025 tại xã Định Hóa, tỉnh Thái Nguyên. Tên khoa học được định danh trong tài liệu khoa học [1]. Mẫu củ loài riềng nếp sau khi thu hái được rửa sạch, cắt thành các lát mỏng, phơi khô ở nơi thoáng gió cho bay hơi một phần nước rồi nghiền nhỏ để chưng cất tinh dầu. Hình ảnh củ riềng nếp trắng và riềng nếp đỏ được thể hiện ở Hình 1.



Hình 1. Hình ảnh củ riềng nếp: (a) củ riềng nếp trắng và (b) củ riềng nếp đỏ

## 2.2. Dụng cụ và hóa chất

Bộ cất tinh dầu, máy cất quay và các thiết bị thí nghiệm bằng thủy tinh như: bình cầu, cốc thủy tinh, ống sinh hàn, v.v.

Nước cất, NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KMnO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Toluene tinh khiết, xuất xứ Đức.

## 2.3. Điều chế tinh dầu từ củ riềng nếp theo phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước

Củ riềng nếp đỏ (khối lượng 1 kg) được nghiền nhỏ cho vào nồi cất cuốn hơi nước, thêm dung dịch muối NaCl 15% đến ngập nguyên liệu. Tiến hành chưng cất lôi cuốn hơi nước cho tới khi dịch dầu trong nước có phản ứng âm tính với thuốc thử Baeyer. Sau 5 giờ, thu được 5 L dịch dầu trong nước. Thêm NaCl đến khi dịch dầu trong nước bão hòa, chiết 2 lần bằng toluene (mỗi lần 150 mL) thu được dịch chiết toluene. Cất quay đuổi dung môi dưới áp suất thấp, làm khan tinh dầu bằng Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, thu được 1,2 mL tinh dầu dạng lỏng, màu nâu đỏ, mùi thơm, ký hiệu D<sub>1</sub>.

Tiến hành tương tự với củ riềng nếp trắng (khối lượng 1 kg), thu được 0,7 mL tinh dầu có màu vàng nâu, mùi thơm, ký hiệu TDT.

## 2.4. Phân tích thành phần hóa học bằng sắc ký khí khối phổ (GC-MS)

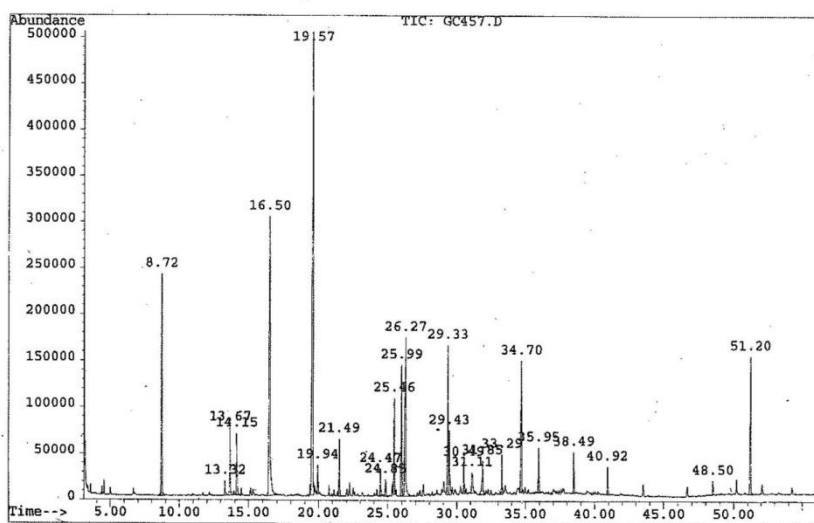
Mẫu tinh dầu D<sub>1</sub> và TDT thu được sau khi chưng cất được phân tích thành phần hóa học trên máy sắc ký khí khối phổ 5989B. Các chất được tách bằng cột mao quản và nhận biết bằng detector chọn khối (MS), thiết bị MS của hãng Hewlett. Packard (USA), HP 5970A ghép trực tiếp với máy sắc ký khí 5989B, cột HP-I (25m × 0,2 mm đường kính trong, lớp phun dày 0,5 µm tâm CP-Sil 5CB) được thực hiện tại phòng Cấu trúc, Viện Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

## 3. Kết quả và bàn luận

### 3.1. Kết quả phân tích tinh dầu riềng nếp đỏ bằng GC-MS

Kết quả phân tích mẫu tinh dầu D<sub>1</sub> bằng kỹ thuật GC-MS được thể hiện qua Hình 2, thành phần và hàm lượng các chất được thống kê tại Bảng 1.

File : C:\HPCHEM\1\DATA\GC457.D  
Operator : Phong Cau truc, Vien Hoa hoc  
Acquired : 11 Apr 107 4:31 pm using AcqMethod MINHGC  
Instrument : 5989B MS  
Sample Name: NINH D1  
Misc Info : n-hexan  
Vial Number: 1



Hình 2. Sắc ký đồ GC-MS của tinh dầu mẫu D1

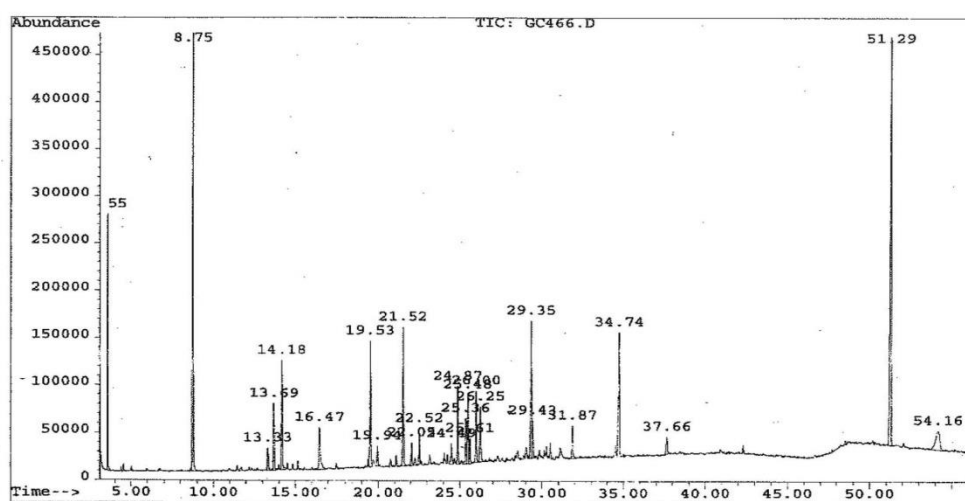
**Bảng 1. Kết quả phân tích thành phần hóa học của tinh dầu mẫu D1**

| TT | Thời gian lưu $t_R$ (phút) | Tên chất                      | Hàm lượng (%) |
|----|----------------------------|-------------------------------|---------------|
| 1  | 8,72                       | 1,8-cineole                   | 7,23          |
| 2  | 13,32                      | Không xác định                | 0,55          |
| 3  | 13,67                      | 1,4-terpineol                 | 2,18          |
| 4  | 14,15                      | $\alpha$ -terpineol           | 2,07          |
| 5  | 16,50                      | chavicol                      | 15,69         |
| 6  | 19,57                      | (4-prop-2-enylphenyl) acetate | 23,14         |
| 7  | 19,94                      | eugenol                       | 1,00          |
| 8  | 21,49                      | 1-allyl-3,4-dimethoxybenzene  | 2,16          |
| 9  | 24,47                      | Không xác định                | 0,95          |
| 10 | 24,85                      | $\beta$ -bisabolene           | 0,58          |
| 11 | 25,46                      | acetyleneugenol               | 3,23          |
| 12 | 25,99                      | Không xác định                | 4,74          |
| 13 | 26,27                      | Không xác định                | 7,92          |
| 14 | 29,33                      | 4-hexyl-1,3-benzenediol       | 6,11          |
| 15 | 29,43                      | Không xác định                | 2,94          |
| 16 | 30,34                      | <i>n</i> -nonadecane          | 1,05          |
| 17 | 31,11                      | 4-isobutylphenol              | 1,22          |
| 18 | 31,85                      | Không xác định                | 1,66          |
| 19 | 33,29                      | <i>n</i> -eicosane            | 1,35          |
| 20 | 34,70                      | Không xác định                | 5,15          |
| 21 | 35,95                      | <i>n</i> -heptacosane         | 1,35          |
| 22 | 38,49                      | <i>n</i> -hetracosane         | 1,24          |
| 23 | 40,92                      | octadecane                    | 0,98          |
| 24 | 48,50                      | Không xác định                | 0,38          |

### 3.2. Kết quả phân tích tinh dầu riêng nếp trắng bằng GC -MS

Kết quả phân tích mẫu tinh dầu trắng (TDT) bằng GC -MS được thể hiện qua Hình 3, thành phần và hàm lượng các chất được thống kê tại Bảng 2.

File : C:\HPCHEM\1\DATA\GC466.D  
 Operator : Phong Cau truc, Vien Hoa hoc  
 Acquired : 7 May 107 12:41 pm using AcqMethod MINHGC  
 Instrument : 5989B MS  
 Sample Name: NINH TDT  
 Misc Info : CHC13  
 Vial Number: 1

**Hình 3. Sắc ký đồ GC-MS của tinh dầu mẫu TDT**

**Bảng 2.** Kết quả phân tích thành phần hóa học của tinh dầu mẫu TDT

| TT | Thời gian lưu $t_R$ (phút) | Tên chất                                   | Hàm lượng (%) |
|----|----------------------------|--------------------------------------------|---------------|
| 1  | 3,55                       | butyl acetate                              | 4,6           |
| 2  | 8,75                       | 1,8-cineole                                | 13,69         |
| 3  | 13,33                      | cis-linalool oxide                         | 1,00          |
| 4  | 13,69                      | 1,4-terpineol                              | 2,39          |
| 5  | 14,18                      | linalyl propanoate                         | 4,22          |
| 6  | 16,47                      | chavicol                                   | 2,86          |
| 7  | 19,53                      | (4-prop-2-enylphenyl) acetate              | 4,91          |
| 8  | 19,94                      | eugenol                                    | 0,74          |
| 9  | 21,52                      | 1-allyl-3,4- dimethoxybenzene              | 5,58          |
| 10 | 22,04                      | Không xác định                             | 0,90          |
| 11 | 22,52                      | 3,7,11-trimethyl-1Z,3E,6,10-dodecatetraene | 1,35          |
| 12 | 24,49                      | Không xác định                             | 1,09          |
| 13 | 24,87                      | $\beta$ -bisabolene                        | 2,71          |
| 14 | 25,36                      | $\beta$ -sesquiphellandrene                | 1,86          |
| 15 | 25,48                      | eugenyl acetate                            | 2,97          |
| 16 | 25,61                      | trans- $\gamma$ -bisabolene                | 1,00          |
| 17 | 26,00                      | Không xác định                             | 2,64          |
| 18 | 26,25                      | Không xác định                             | 2,70          |
| 19 | 29,35                      | 4-hexyl-1,3-benzendiol                     | 5,94          |
| 20 | 29,43                      | epiglobulol                                | 1,42          |
| 21 | 31,87                      | Không xác định                             | 1,58          |
| 22 | 34,74                      | Không xác định                             | 6,07          |
| 23 | 37,66                      | Không xác định                             | 1,04          |

Kết quả GC-MS xác định thành phần tinh dầu riêng nếp chủ yếu là các terpenoid và sesquiterpenoid. Trong tinh dầu riêng nếp đỏ, ngoài hợp chất chính là (4-prop-2-enylphenyl) acetate (23,14 %), các hợp chất có hàm lượng lớn trên 5% gồm có chavicol (15,69%), 1,8-cineole (7,23%), 4-hexyl-1,3-benzenediol (6,11%) và hai hợp chất chưa xác định cấu trúc có hàm lượng 7,92% và 5,15%. Trong tinh dầu riêng nếp trắng, các hợp chất có hàm lượng lớn trên 5% gồm: 1,8-cineole (13,69%), 4-hexyl-1,3-benzendiol (5,94%), 1-allyl-3,4-dimethoxybenzene (5,58%) và một hợp chất chưa xác định cấu trúc có hàm lượng 6,07%. Như vậy, trong tinh dầu riêng nếp đỏ, hợp chất (4-prop-2-enylphenyl) acetate được xác định là thành phần chiếm tỷ lệ cao nhất (23,14%), trong khi ở tinh dầu riêng nếp trắng, hợp chất này chỉ đạt 4,91%. Ngược lại, hợp chất 1,8-cineole là thành phần chủ đạo trong tinh dầu riêng nếp trắng với hàm lượng 13,69%, cao hơn so với tinh dầu riêng nếp đỏ (7,23%). Điều này cho thấy thành phần hàm lượng một số hợp chất hóa học có trong tinh dầu riêng nếp đỏ và tinh dầu riêng nếp trắng có sự khác biệt.

Khi nghiên cứu thành phần tinh dầu riêng nếp đỏ, GC-MS không nhận biết được 8 thành phần với tổng hàm lượng 24,29%. Với tinh dầu riêng nếp trắng, GC-MS không nhận biết được 7 thành phần chiếm 17,44%. Vì vậy, để xác định thành phần hóa học có trong tinh dầu riêng nếp đỏ và riêng nếp trắng cần có những nghiên cứu sâu hơn. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này, chúng tôi đã xác định được sự có mặt của 23 hợp chất và hàm lượng tương ứng với mỗi chất. Đây là cơ sở quan trọng cho các nghiên cứu tiếp theo về thành phần hóa học.

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy các thành phần chính bao gồm (4-prop-2-enylphenyl) acetate, chavicol và 1,8-cineole, trong đó có nhiều hợp chất chưa xác định cấu trúc chiếm tỷ lệ lớn. So với nghiên cứu thực hiện tại Ấn Độ [9], tinh dầu riêng nếp trắng có hàm lượng 1,8-cineole vượt trội (53,4%), cùng các hợp chất  $\alpha$ -fenchyl acetate, carotol và sesquiterpenoid đặc trưng khác. Sự khác biệt này phản ánh rõ ảnh hưởng của điều kiện địa lý, khí hậu và giống cây trồng tại mỗi quốc gia. Trong khi khí hậu nhiệt đới ẩm tại Việt Nam có thể thúc đẩy sự hình thành các hợp chất phenylpropanoid đặc trưng, thì điều kiện khô hạn hơn tại Ấn Độ lại làm tăng hàm lượng monoterpen. Những khác biệt này không chỉ cho thấy tính đa dạng hóa học theo vùng

miền mà còn mở ra tiềm năng ứng dụng tinh dầu riêng vào các mục đích khác nhau trong y học và công nghiệp hương liệu.

Các thành phần chính trong tinh dầu riêng nếp đỏ và trắng có tiềm năng ứng dụng rõ rệt trong dược liệu và mỹ phẩm. Riêng nếp đỏ chứa hàm lượng cao (4-prop-2-enylphenyl) acetate (23,14%) và chavicol (15,69%) các hợp chất thuộc nhóm phenylpropanoid, có đặc tính kháng khuẩn, chống viêm và chống oxy hóa. Chúng phù hợp để phát triển các chế phẩm trị mụn, dầu xoa bóp giảm đau và mỹ phẩm sát khuẩn tự nhiên. Riêng nếp trắng có hàm lượng cao 1,8-cineole (13,69%), được chứng minh có tác dụng chống viêm đường hô hấp, giảm đau, sát khuẩn nhẹ và tạo hương [10]. Điều này cho thấy tiềm năng ứng dụng trong xịt mũi, tinh dầu xông hơi, mỹ phẩm làm dịu và sản phẩm chăm sóc da nhạy cảm. Ngoài ra, hợp chất 4-hexyl-1,3-benzenediol (~6%) có mặt ở cả hai loại tinh dầu cũng góp phần tăng cường hoạt tính kháng khuẩn, chống viêm da, thích hợp cho mỹ phẩm thiên nhiên.

#### 4. Kết luận

Qua quá trình thực nghiệm, chúng tôi đã thu được những kết quả chính sau:

Tinh dầu từ củ riêng nếp đỏ và riêng nếp trắng đã được tách chiết thành công bằng phương pháp cất cuốn hơi nước. Phân tích bằng GC-MS xác định được tổng cộng 23 hợp chất trong hai mẫu tinh dầu. Kết quả cho thấy có sự khác biệt rõ rệt về thành phần và tỷ lệ giữa hai loại: (4-prop-2-enylphenyl) acetate chiếm ưu thế trong riêng nếp đỏ (23,14%), trong khi 1,8-cineole là hợp chất chủ đạo trong riêng nếp trắng (13,69%). Những khác biệt về thành phần hóa học phản ánh tác động của điều kiện địa lý, khí hậu và giống cây trồng đến quá trình hình thành hợp chất tự nhiên. Kết quả nghiên cứu góp phần cung cấp dữ liệu khoa học ban đầu cho việc định hướng khai thác, bảo tồn và ứng dụng tinh dầu riêng nếp trong dược phẩm, mỹ phẩm và công nghiệp hương liệu.

Một số hợp chất trong hai mẫu tinh dầu chưa được xác định cấu trúc (chiếm 17,44–24,29% tổng hàm lượng), điều này cho thấy cần có thêm các phương pháp phân tích chuyên sâu như NMR hoặc LC-MS/MS để nhận diện đầy đủ hơn. Các nghiên cứu tiếp theo nên tập trung vào việc xác định cấu trúc của các hợp chất chưa rõ danh tính, đánh giá hoạt tính sinh học cụ thể (kháng khuẩn, chống viêm, chống oxy hóa) của từng hợp chất chủ đạo, và khảo sát ảnh hưởng của điều kiện sinh thái hoặc thời điểm thu hái đến thành phần tinh dầu.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] L. T. Do, *Medicinal plants and herbal drugs of Vietnam*, World Health Organization, Regional Office for the Western Pacific, 2004.
- [2] T. T. Tran *et al.*, "Some polyphenols in the ethyl acetate extract of *Alpinia officinarum* rhizomes," (in Vietnamese), *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, vol. 20, no. 12, pp. 2119–2126, 2023.
- [3] D. K. Vo, T. H. T. Do, and D. N. Nguyen, "Survey on antimicrobial and cytotoxic activities of *alpinia galanga* (L.) swartz, family zingiberaceae," (in Vietnamese), *Ho Chi Minh City Medicine Supplement*, vol. 22, no.1, pp. 460-463, 2018.
- [4] E.-J. Roh, "Inhibitory Effects of Coumarin Derivatives on Tyrosinase," *Molecules*, vol. 26, no. 8, pp. 23-46, 2021.
- [5] T. L. Do, *Vietnamese medicinal plants and herbs*, Medical Publishing house, Hanoi, (in Vietnamese), 2006, pp. 400-401.
- [6] G. R. Shetty *et al.*, "Pharmacology of an endangered medicinal plant *Alpinia galangal* - a review," *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, vol. 6, no.1, pp. 499-511, 2015.
- [7] A. Kumar, R. Sharma, and A. Singh, "Comparative analysis of essential oil from white and red galangal using GC-MS: Chemical constituents and bioactivity," *Journal of Essential Oil Research*, vol. 32, no. 2, pp. 145–151, 2020.
- [8] I. B. Abubakar, I. Malami, Y. Yahaya, and S. M. Sule, "A review on the ethnomedicinal uses, phytochemistry and pharmacology of *Alpinia officinarum* Hance," *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 224, pp. 45-62, 2018.
- [9] M. Verdeguer and M. A. Blazquez, "GC and GC/MS analysis of volatile components of rhizome essential oil *Alpinia galanga* (L.) Willd and *A. officinarum* Hance," *Journal of Essential Oil Research*, vol. 12, pp. 521-524, 2010.
- [10] T. T. Ngo, T. H. Tran, T. T. G. Ngu, T. T. Nguyen, H. T. Nguyen, and V. T. Nguyen, "Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of *conamomum Vietnamense* pseudostem," *Journal of Medicinal Materials*, vol. 30, no.1, pp. 12-18, 2025.