

DOI: <https://doi.org/10.59294/HIUJS.KHSK.2025.019>

KHẢO SÁT MỘT SỐ HOẠT TÍNH SINH HỌC CỦA TRÀ DIỆP HẠ CHÂU ĐẰNG (*Phyllanthus amarus* Schum. et Thonn.)

Nguyễn Nhật Nam¹, Ngô Đại Hùng², Trần Minh Khánh³, Võ Thanh Sang^{3,*}

¹Bệnh viện Lê Văn Thịnh

²Trường Đại học Thủ Dầu Một

³Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

TÓM TẮT

Mục tiêu: Diệp hạ châu là một trong những thảo dược được biết đến với nhiều lợi ích cho sức khỏe. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm chứng minh một số hoạt tính sinh học của cao chiết diệp hạ châu đặng (*Phyllanthus amarus* Schum. et Thonn.) như hoạt tính kháng oxy hoá, kháng viêm, và ức chế enzyme alpha-amylase. **Phương pháp:** Cao chiết được thu nhận bằng phương pháp chiết nước nóng và được đông khô để thu bột đông khô. Hoạt tính ức chế enzym alpha-amylase được khảo sát bằng phương pháp dinitrosalicylic axit, trong khi hoạt tính kháng oxy hoá được thực hiện thông qua phương pháp DPPH và hoạt tính kháng khuẩn được thực hiện thông qua phương pháp pha loãng nồng độ. **Kết quả:** Kết quả khảo sát cho thấy cao chiết nước đông khô Diệp hạ châu (DHCE) có thể ức chế hoạt động của enzyme alpha-amylase tại giá trị $IC_{50} = 168 \mu\text{g/mL}$. Trong khi đó, DHCE thể hiện hoạt tính bắt gốc tự do DPPH tại giá trị $IC_{50} = 183.4 \mu\text{g/mL}$. Ngoài ra, hoạt tính kháng *Staphylococcus aureus* và *Escherichia coli* thể hiện thông qua giá trị MIC lần lượt là 1.5 và 1.25 mg/mL. **Kết luận:** Cao chiết nước đông khô từ Diệp hạ châu có nhiều hoạt tính sinh học tốt, có thể được sử dụng như là một loại trà trong bảo vệ sức khỏe.

Từ khoá: Diệp hạ châu, cao chiết nước, DPPH, kháng khuẩn, alpha-amylase

INVESTIGATION OF SOME BIOLOGICAL ACTIVITY OF *Phyllanthus amarus* TEA

Nguyen Nhat Nam, Ngo Dai Hung, Tran Minh Khanh, Vo Thanh Sang

ABSTRACT

Objective: *Phyllanthus amarus* is a well-known medicinal herb with various health benefits. This study was conducted to demonstrate several biological activities of the aqueous extract of *Phyllanthus amarus* Schum. et Thonn., including antioxidant, anti-inflammatory activities, and alpha-amylase enzyme inhibition. **Methods:** The extract was obtained using a hot water extraction method and subsequently lyophilized to obtain freeze-dried powder. The alpha-amylase inhibitory activity was evaluated using the dinitrosalicylic acid (DNS) method. Antioxidant activity was assessed by the DPPH radical scavenging assay, while antibacterial activity was determined using the broth dilution method. **Results:** The freeze-dried aqueous extract of *Phyllanthus amarus* (DHCE) inhibited alpha-amylase activity with an IC_{50} value of $168 \mu\text{g/mL}$. Additionally, PAE exhibited DPPH radical scavenging activity with an IC_{50} value of $183.4 \mu\text{g/mL}$. The extract also showed antibacterial effects against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*, with minimum inhibitory concentration (MIC) values of 1.5 mg/mL and 1.25 mg/mL, respectively. **Conclusion:** The freeze-dried aqueous extract of *Phyllanthus amarus* possesses significant biological activities and may be utilized as a functional herbal tea for health protection.

Keywords: *Phyllanthus amarus*, water extract, DPPH, antibacterial, alpha-amylase

* Tác giả liên hệ: Võ Thanh Sang, Email: vtsang@ntt.edu.vn

(Ngày nhận bài: 26/3/2025; Ngày nhận bản sửa: 05/5/2025; Ngày duyệt đăng: 20/5/2025)

1. GIỚI THIỆU

Cây Diệp hạ châu đắng là một loại thảo dược phổ biến, đã được biết đến và sử dụng rộng rãi trong y học cổ truyền nhờ vào những tác dụng tuyệt vời của nó đối với sức khỏe con người [1]. Đặc biệt, cây Diệp hạ châu đắng có thể được tìm thấy ở nhiều vùng miền khác nhau, từ đồng bằng đến miền núi. Tùy vào vùng miền mà Diệp hạ châu được sử dụng dưới nhiều hình thức khác nhau với nhiều vai trò khác nhau. Trong dân gian, Diệp hạ châu đắng được sử dụng để điều trị nhiều loại bệnh lý như đau và viêm gan, viêm da, lở ngứa, đau bụng, sản hậu [2]. Với những nghiên cứu hiện đại, Diệp hạ châu đắng đã được chứng minh có khả năng kháng oxy hóa, kháng viêm, giảm đau hiệu quả, kiểm soát cholesterol và đường huyết, đồng thời hỗ trợ hệ tiêu hóa và ngăn ngừa một số bệnh lý nghiêm trọng như ung thư [3]. Những công dụng đa dạng này làm cho Diệp hạ châu đắng trở thành một lựa chọn phổ biến trong việc chăm sóc sức khỏe và nhiều bệnh nhân đã lựa chọn sử dụng cây thuốc này như một phương pháp hỗ trợ điều trị bệnh tật. Để sử dụng Diệp hạ châu trong bảo vệ sức khỏe, người ta thường sử dụng dưới nhiều hình thức khác nhau, trong đó trà Diệp hạ châu đắng là lựa chọn ưu tiên do tính tiện lợi và khả năng sử dụng nhanh chóng. Vì vậy, để có cơ sở khoa học về dược tính của Diệp hạ châu khi sử dụng dưới hình thức trà thì nghiên cứu này được đề xuất thực hiện. Nghiên cứu sẽ cung cấp thêm thông tin khoa học về dược tính của cao chiết trà Diệp hạ châu đắng. Kết quả nghiên cứu không chỉ góp phần nâng cao hiểu biết về lợi ích của trà Diệp hạ châu mà còn thúc đẩy nhu cầu sử dụng trà Diệp hạ châu đắng trong việc bảo vệ và nâng cao sức khỏe cộng đồng.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Mẫu nghiên cứu

Nguyên liệu Diệp hạ châu đắng được thu hái tại phường Phú Lợi, Thành phố Thủ Dầu Một, Bình Dương. Mẫu được xác nhận dựa theo mô tả thực vật học và đặc điểm dược liệu trong tài liệu “Những cây thuốc và vị thuốc Việt Nam” của GS.TS. Đỗ Tất Lợi. Mẫu (bỏ rễ) được rửa sạch, phơi ráo và sấy khô ở nhiệt độ 60°C trong 3 ngày. Mẫu khô được xay thành bột dùng để chiết cao.

2.2. Chuẩn hoá nguồn nguyên liệu

- Xác định độ ẩm bằng thiết bị cân sấy ẩm Ohaus: Cho mẫu lên cân đến khi đạt khối lượng cân phân tích độ ẩm; chọn chế độ đo, thời gian và nhiệt độ sấy cần thiết đối với mẫu; sau đó đọc kết quả hiển thị trên thiết bị đo.

- Xác định độ tro bằng phương pháp nung ở nhiệt độ 450°C cho đến khi khối lượng không đổi.

- Soi bột dược liệu bằng kính hiển vi quang học: Cho một ít bột mịn dược liệu vào giọt nước đã có sẵn trên lame kính, sau đó đẩy phiến kính và quan sát dưới kính hiển vi về các đặc điểm hạt tinh bột, tinh thể calci oxalat, lông che chở, bào quan đặc trưng, màu sắc...

2.3 Chuẩn bị cao chiết

Bột mẫu được chiết bằng phương pháp chiết nóng theo tỉ lệ 1g bột dược liệu: 5mL nước cất đun trên bếp cách thủy 90°C, chiết 2 lần, 30 phút/lần chiết. Dịch chiết thu được sẽ mang bốc hơi trên bếp cách thủy ở nhiệt độ 70°C, thu được cao chiết nước, sau đó được để nguội và đem đi đông khô để thu cao chiết nước dạng bột đông khô (DHCE). Hiệu suất thu hồi cao chiết là 9.58% với độ ẩm là 6.4% và hàm lượng tro là 5.9%. Mẫu được hoà tan vào nước để tạo thành dung dịch có nồng độ phù hợp cho việc khảo sát hoạt tính sinh học.

2.4. Phương pháp xác định hàm lượng phenolic tổng

Hàm lượng phenolic tổng trong cao chiết diệp hạ châu được xác định theo phương pháp đo màu, sử dụng thuốc thử Folin - Ciocalteu. Mẫu thử hoặc gallic acid được pha thành dãy nồng độ thích hợp, sau đó lấy 100 μ L mẫu phối trộn với 500 μ L thuốc thử Folin - Ciocalteu 10% và 400 μ L dung dịch Na_2CO_3 7.5%. Hỗn hợp được ủ trong tối 30 phút trước khi đo hấp thụ được đo ở bước sóng 765nm. Mẫu trắng được chuẩn bị tương tự nhưng thay dung dịch mẫu bằng nước cất. Hàm lượng phenolic tổng được xác định theo đương lượng gallic acid trên 1 g cao chiết.

2.5. Phương pháp DPPH

Hỗn hợp phản ứng gồm 100 μL cao chiết (50, 100, 200, and 400 $\mu\text{g/mL}$) và 100 μL DPPH (0,45 mM) được trộn đều và ủ trong tối 30 phút ở nhiệt độ phòng. Vitamin C được sử dụng như là đối chứng dương. Mật độ quang của hỗn hợp được đo tại bước sóng 490 nm và khả năng bắt gốc tự do DPPH được tính theo công thức sau [4]:

$$\text{Khả năng bắt gốc tự do DPPH (\%)} = [(OD_c - OD_s)/OD_c] * 100$$

Trong đó, OD_c là mật độ quang của nhóm không được xử lý mẫu, và OD_s là mật độ quang của nhóm được xử lý mẫu.

2.6 Phương pháp thử nghiệm hoạt tính ức chế alpha-amylase

Thí nghiệm được thực hiện dựa vào thuốc thử dinitrosalicylic axit (DNS) như được mô tả bởi Bhutkar & Bhise [5]. Hỗn hợp phản ứng gồm 1 mL cao chiết (50, 100, 200, and 400 $\mu\text{g/mL}$) và 1 mL alpha-amylase được ủ trong 30 phút ở 37 °C. Hỗn hợp sau đó được cho thêm 1 mL dung dịch tinh bột (1% w/v) và được ủ thêm 10 phút. Phản ứng được kết thúc bằng cách cho thêm 1 mL DNS và đun sôi trong bể nhiệt 5 phút. Acarbose được sử dụng như là chứng dương. Mật độ quang của hỗn hợp phản ứng được đo ở 540 nm. Phần trăm ức chế alpha-amylase được tính theo công thức sau:

$$\% \text{ ức chế} = [(OD_c - OD_s)/OD_c] * 100\%$$

Trong đó, OD_c là mật độ quang của hỗn hợp phản ứng không có cao chiết và OD_s là mật độ quang của hỗn hợp phản ứng có cao chiết.

2.7 Phương pháp thử nghiệm hoạt tính kháng khuẩn (MIC)

MIC của mẫu thử được khảo sát bằng phương pháp pha loãng nồng độ trên đĩa 96 giếng. Mỗi giếng gồm 100 μL môi trường có khuẩn ($10^6 - 10^7$ CFU/mL) và 100 μL mẫu thử pha loãng trong môi trường. Mẫu được pha loãng theo dãy nồng độ khác nhau. Ủ ở 37 °C trong 24 giờ. Sau đó, 20 μL thuốc thử resazurin 0.01% được thêm vào mỗi giếng. Quan sát sự thay đổi màu, ghi nhận giá trị MIC.

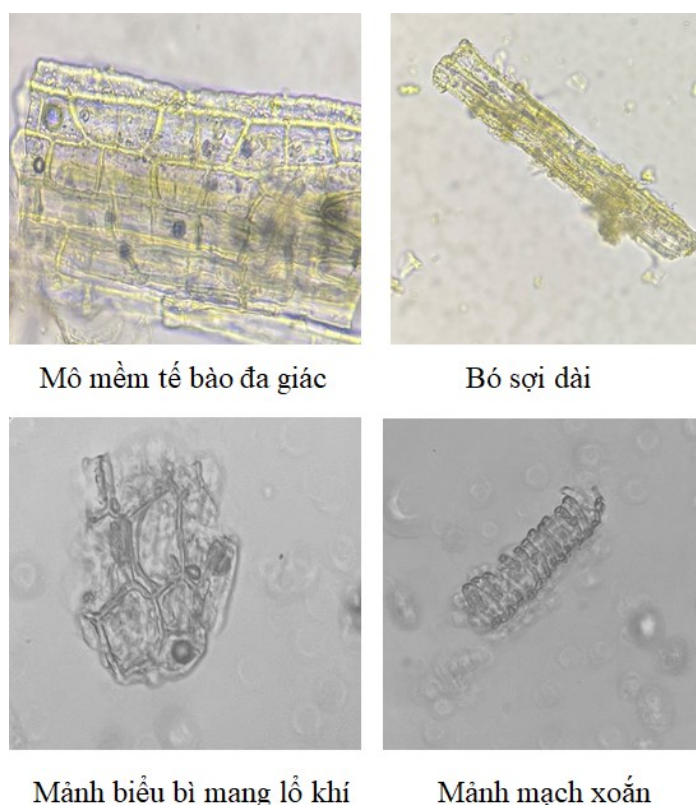
2.8. Phương pháp phân tích số liệu

Các khảo sát được thực hiện ba lần và được trình bày dưới dạng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn (SD). Phân tích thống kê được thực hiện bằng phần mềm SPSS v.20 (IBM Ltd., Tokyo, Nhật Bản). Số liệu thống kê được coi là có ý nghĩa ở mức $p < 0.05$.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Kết quả chuẩn hoá nguồn nguyên liệu

Kết quả soi bột có sự xuất hiện của mô mềm tế bào đa giác, bó sợi dài, mảnh biểu bì mang lỗ khí, mảnh mô mềm mang mảnh mạch và mảnh mạch, mảnh mạch xoắn (Hình 1). Bên cạnh đó, độ ẩm của nguyên liệu và bột mẫu đông khô đều thấp và dao động lần lượt từ 9,4 - 10,3 và 6,2 - 6,6, trong khi hàm lượng tro của nguyên liệu dao động từ 5,7 - 5,8 (Bảng 1). Từ kết quả trên cho thấy độ ẩm của bột nguyên liệu, bột đông khô và hàm lượng độ tro nằm trong giới hạn phù hợp theo tiêu chuẩn Dược điển Việt Nam V. Bên cạnh đó, hàm lượng phenolic tổng của cao chiết cũng được xác định với giá trị là 332,3 mg GA/g cao chiết. Với kết quả này có thể cho thấy rằng Diệp hạ châu chứa hàm lượng cao thành phần các hợp chất thuộc nhóm phenolic, cụ thể là hợp chất lignan được biết đến như là một nguồn hoạt chất dồi dào trong Diệp hạ châu.



Hình 1. Soi bột mẫu dược liệu

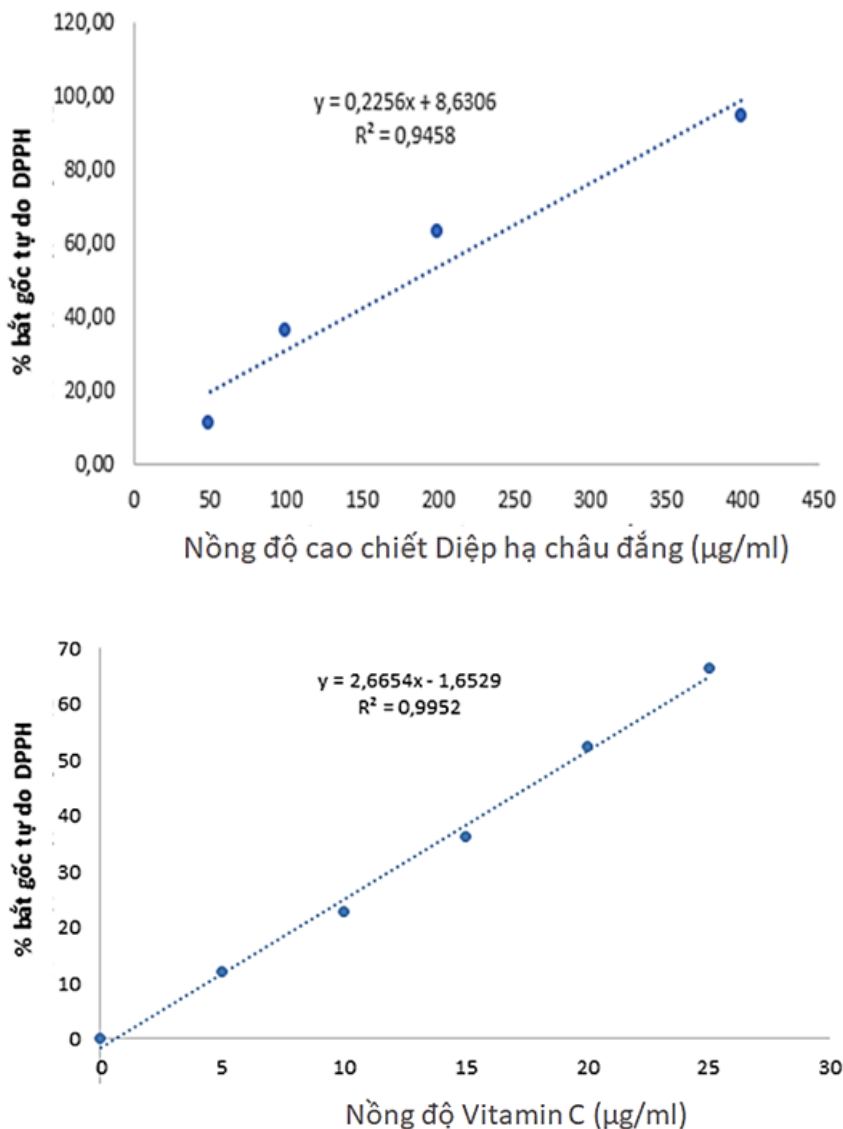
Bảng 1. Kết quả chuẩn hoá nguồn nguyên liệu

Tên mẫu	Độ ẩm bột xay (%)	Độ ẩm bột đông khô (%)	Hàm lượng tro toàn phần của bột xay (%)	Hàm lượng phenolic tổng (mg GA/g cao chiết)
1	9.4	6.5	6.3	323.2
2	9.9	6.6	5.7	332.2
3	10.3	6.2	5.8	341.5
Trung bình	9.9	6.4	5.9	332.3
Độ lệch chuẩn	0.4	0.2	0.3	9.2

3.2. Kết quả về hoạt tính kháng oxy hoá

Các gốc tự do là những chất hóa học phản ứng mạnh có khả năng gây hại cho tế bào như phá hủy DNA, protein và màng tế bào, dẫn đến sự phát triển của ung thư và nhiều rối loạn sức khỏe khác. Chính vì vậy, các chất kháng oxy hóa có nguồn gốc từ rau, củ, và quả sẽ khử và trung hòa các gốc tự do, giúp ngăn chặn các tác hại do sự oxy hóa gây ra, góp phần đáng kể vào việc bảo vệ sức khỏe và tránh được nhiều bệnh tật. Trong nghiên cứu này, vai trò bắt gốc tự do của cao chiết Diệp hạ châu được khảo sát thông qua phương pháp DPPH. Kết quả thí nghiệm cho thấy, khả năng loại bỏ gốc tự do DPPH của cao chiết Diệp hạ châu đắng (DHCE) tỷ lệ thuận với nồng độ cao chiết. Khi tăng nồng độ ban đầu từ 50 - 400 $\mu\text{g/mL}$, khả năng loại bỏ gốc tự do DPPH càng tăng, từ 10.68 đến 94.33% (Hình 2). Đáng chú ý, nồng độ cao chiết đạt đến 400 $\mu\text{g/mL}$ có thể đạt hiệu suất bắt 100% gốc tự do. Giá trị IC_{50} về bắt gốc tự do DPPH của DHCE được xác định là 183.4 $\mu\text{g/mL}$, trong khi vitamin C là 19.4 $\mu\text{g/mL}$. Mặc dù khả năng bắt gốc tự do DPPH của DHCE kém hơn so với vitamin C, tuy nhiên khả năng bắt gốc tự do tại giá trị $\text{IC}_{50} = 183.4 \mu\text{g/mL}$ cũng có thể đóng góp phần nào trong việc loại

bỏ gốc tự do gây hại. Theo nghiên cứu của Trinh và cộng sự, hoạt tính kháng oxy hoá của cao chiết methanol và hexan Diệp hạ châu cao hơn nhiều so với nghiên cứu hiện tại, với giá trị IC_{50} lần lượt là 21.9 $\mu\text{g/mL}$ và 60.2 $\mu\text{g/mL}$ [6]. Điều đó cho thấy dung môi methanol và hexan có hiệu quả cao hơn nước nóng trong việc chiết xuất các hoạt chất, góp phần nâng cao hoạt tính kháng oxy hoá. Tuy nhiên, việc dùng nước nóng sẽ là một ưu thế đối với nhu cầu thực tế khi sử dụng diệp hạ châu theo phương thức dạng trà túi lọc.

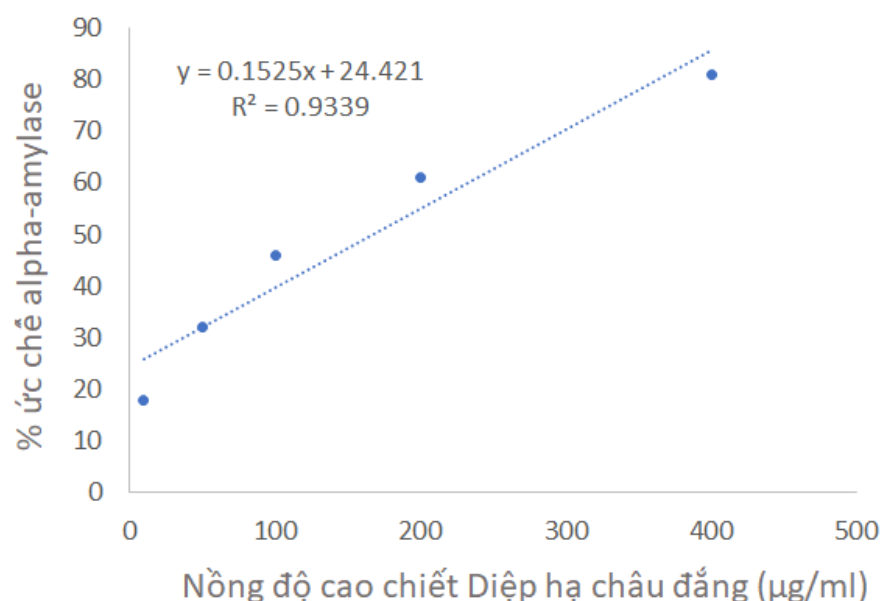


Hình 2. Hoạt tính bắt gốc tự do DPPH của DHCE và vitamin C

3.3. Hoạt tính ức chế alpha-amylase

Alpha-amylase là một trong số các enzym tham gia vào quá trình chính của phân giải tinh bột thành các loại đường đơn trong hệ tiêu hóa. Đối với bệnh nhân mắc đái tháo đường, việc kiểm soát hoạt động của enzym này có thể giúp làm giảm sự tăng đột ngột của đường huyết sau khi ăn, từ đó hỗ trợ duy trì mức đường huyết ổn định [7, 8]. Nghiên cứu này tiến hành đánh giá khả năng ức chế enzyme alpha-amylase của cao chiết diệp hạ châu đắng. Kết quả khảo sát cho thấy cao chiết Diệp hạ châu đắng có khả năng ức chế enzym alpha-amylase theo xu hướng tăng dần khi nồng độ tăng (Hình 3). Thông qua phương trình hồi quy tuyến tính $y = 0.1525x + 24.421$, giá trị IC_{50} về hoạt tính ức chế enzyme alpha-amylase được xác định là 168 $\mu\text{g/mL}$. Hoạt tính ức chế alpha-amylase của Diệp hạ

châu cao hơn so với khổ qua ($IC_{50} = 267 \mu\text{g/mL}$) [9]. Điều đó cho thấy Diệp hạ châu cũng là một dược liệu tiềm năng có thể sử dụng trong ổn định đường huyết ở bệnh nhân đái tháo đường.



Hình 3. Hoạt tính ức chế enzyme alpha-amylase của DHCE

3.4. Hoạt tính kháng khuẩn của Diệp hạ châu

Diệp hạ châu cũng được biết đến với vai trò là một tác nhân kháng khuẩn tiềm năng [10, 11]. Vì vậy hoạt tính kháng khuẩn của cao chiết Diệp hạ châu cũng được khảo sát trong nghiên cứu này. *Staphylococcus aureus* là vi khuẩn Gram dương gây viêm phổi, nhiễm khuẩn huyết và ngộ độc thực phẩm, trong khi *Escherichia coli* là vi khuẩn Gram âm gây tiêu chảy, nhiễm trùng. Cao chiết Diệp hạ châu thể hiện hoạt tính kháng khuẩn đối với cả *Staphylococcus aureus* và *Escherichia coli*, với giá trị MIC lần lượt là 1.5 mg/mL và 1.25 mg/mL. Điều này chứng tỏ dược liệu này sở hữu hoạt tính kháng khuẩn phổ rộng trên chủng Gram dương và Gram âm. Tuy nhiên, chiết xuất Diệp hạ châu có khả năng ức chế vi khuẩn Gram âm (*E. coli*) hiệu quả hơn so với vi khuẩn Gram dương (*S. aureus*), giúp định hướng sử dụng dược liệu này trong việc ngăn chặn sự phát triển của vi khuẩn Gram âm. Như vậy, việc sử dụng Diệp hạ châu cũng góp phần trong việc ngăn chặn tác hại của một số vi khuẩn gây bệnh, góp phần hạn chế sử dụng kháng sinh trong điều trị các bệnh viêm nhiễm.

Lignan được biết đến với vai trò trung tâm trong nhiều hoạt tính sinh học như chống oxy hóa, bảo vệ gan, kháng virus, kháng ung thư và kháng viêm [12, 13]. Chính vì vậy, lignan không chỉ là chỉ thị hóa học đánh giá chất lượng dược liệu mà còn là tiền đề để phát triển các sản phẩm dược lý từ thực vật. Trong khi đó, lignan được chứng minh là thành phần hợp chất chính của Diệp hạ châu, chẳng hạn như phyllanthin, hypophyllanthin, isohypophyllanthin, niranthin... [13]. Vì vậy, hoạt tính kháng oxy hoá, ức chế enzyme alpha-amylase và kháng vi khuẩn của cao chiết Diệp hạ châu có thể được giải thích thông qua sự hiện diện của các hợp chất lignans.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã bước đầu chứng minh tiềm năng sinh học đáng kể của cao chiết nước đông khô từ Diệp hạ châu đắng (*Phyllanthus amarus*) thông qua ba hoạt tính chính: kháng oxy hóa, ức chế enzym alpha-amylase, và kháng khuẩn. Những kết quả này góp phần làm sáng tỏ giá trị dược lý của dược

liệu trong phòng ngừa các bệnh lý liên quan đến stress oxy hóa, rối loạn chuyển hóa và nhiễm khuẩn. Từ đó, Diệp hạ châu đáng có thể được định hướng ứng dụng trong các sản phẩm trà dược liệu bảo vệ sức khỏe. Tuy nhiên, để cơ sở khoa học cho việc ứng dụng được hoàn thiện, cần có các nghiên cứu sâu hơn về tính an toàn khi sử dụng dài ngày, cũng như tiến hành phân lập, định danh các hoạt chất đặc hiệu liên quan đến các tác dụng sinh học đã ghi nhận. Việc này không chỉ góp phần chuẩn hóa chất lượng nguyên liệu, mà còn mở rộng khả năng phát triển các sản phẩm hỗ trợ điều trị từ dược liệu bản địa theo hướng hiện đại và bền vững.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) theo đề tài mã số 106.02-2021.43.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M. F. Nisar, J. He, A. Ahmed, Y. Yang, M. Li, and C. Wan, "Chemical components and biological activities of the genus *Phyllanthus*: A review of the recent literature," *Molecules*, vol. 23, no. 10, p. 2567, Oct. 2018.
- [2] X. Mao, L. F. Wu, H. L. Guo, W. J. Chen, Y. P. Cui, Q. Qi, S. Li, W. Y. Liang, G. H. Yang, and Y. Y. Shao, "The genus *Phyllanthus*: An ethnopharmacological, phytochemical, and pharmacological review," *Evid. Based Complement. Alternat. Med.*, vol. 2016, pp. 1-36, 2016.
- [3] B. M. Ghosh, A. Banerjee, and S. Chattopadhyay, "An insight into the potent medicinal plant *Phyllanthus amarus* Schum. and Thonn.," *Nucleus*, vol. 65, pp. 437-472, 2022.
- [4] M. Ahmad, W. N. Baba, A. Gani, T. A. Wani, A. Gani, and F. A. Masoodi, "Effect of extraction time on antioxidants and bioactive volatile components of green tea (*Camellia sinensis*), using GC/MS," *Cogent Food Agric.*, vol. 1, no. 1, p. 1106387, Dec. 2015.
- [5] M. A. Bhutkar and S. B. Bhise, "In vitro assay of alpha amylase inhibitory activity of some indigenous plants," *Int. J. Chem. Sci.*, vol. 10, no. 1, pp. 457-462, 2012.
- [6] N. T. X. D. Trinh, T. D. Lý, and H. N. Phạm, "Khảo sát định tính thành phần hóa học và hoạt tính kháng oxy hóa của cao chiết diệp hạ châu (*Phyllanthus amarus* Schum. et Thonn.)," *Tạp chí Công Thương*, vol. 8, pp. 433-438, 2019.
- [7] U. Asmat, K. Abad, and K. Ismail, "Diabetes mellitus and oxidative stress - A concise review," *Saudi Pharm. J.*, vol. 24, no. 5, pp. 547-553, 2016.
- [8] N. Mahmood, "A review of α -amylase inhibitors on weight loss and glycemic control in pathological state such as obesity and diabetes," *Comp. Clin. Path.*, vol. 25, pp. 1253-1264, 2016.
- [9] S. Poovitha and M. Parani, "In vitro and in vivo α -amylase and α -glucosidase inhibiting activities of the protein extracts from two varieties of bitter melon (*Momordica charantia* L.)," *BMC Complement. Altern. Med.*, vol. 16, no. 185, pp. 1-15, 2016.
- [10] C. T. Senjobi, A. O. Ettu, and C. O. Otujo, "Antibacterial and antifungal activities of leaf extracts of *Phyllanthus amarus* Schum and Thonn.," *J. Pharmacogn. Phytother.*, vol. 9, pp. 6-10, 2017.
- [11] A. M. B. Ribeiro, J. N. Sousa, L. M. Costa, et al., "Antimicrobial activity of *Phyllanthus amarus* Schumach. & Thonn and inhibition of the NorA efflux pump of *Staphylococcus aureus* by

phyllanthin," *Microb. Pathog.*, vol. 130, pp. 242-246, May 2019.

[12] W. Y. Jang, M. Y. Kim, and J. Y. Cho, "Antioxidant, anti-inflammatory, anti-menopausal, and anti-cancer effects of lignans and their metabolites," *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 23, no. 24, p. 15482, Dec. 2022.

[13] W. Nawfetriyas, L. Devy, R. R. Esyanti, and A. Faizal, "Phyllanthus lignans: A review of biological activity and elicitation," *Horticulturae*, vol. 10, no. 2, p. 195, 2024.