



DOI: <https://doi.org/10.52714/dthu.ns.2274.1870>

KHẢO SÁT ĐIỀU KIỆN LÀM GIÀU POLYPHENOL TRONG CAO CHIẾT PHỤ PHẨM GƯƠNG SEN BẰNG NHỰA D 101

Huỳnh Nguyễn Thúy Vy¹, Nguyễn Ngô Thái Vy¹, Nguyễn Hồng Sơn¹
và Nguyễn Thị Hồng Hạnh^{2*}

¹Sinh viên, Khoa Sư phạm Khoa học Tự nhiên, Trường Sư phạm,
Trường Đại học Đồng Tháp, Việt Nam

²Khoa Sư phạm Khoa học Tự nhiên, Trường Sư phạm,
Trường Đại học Đồng Tháp, Việt Nam

*Tác giả liên hệ, Email: nthhanh@dthu.edu.vn

Lịch sử bài báo

Ngày nhận: 02/4/2025; Ngày nhận chỉnh sửa: 22/7/2025; Ngày duyệt đăng: 27/7/2025

Tóm tắt

Gương sen – phụ phẩm thường bị lãng phí sau quá trình thu hoạch hạt sen nhưng thực tế lại chứa đựng hàm lượng polyphenol phong phú, một hoạt chất có giá trị dược tính cao trong y học cổ truyền. Với mong muốn làm tăng hàm lượng polyphenol trong cao chiết từ gương sen, công trình nghiên cứu này đã chỉ ra được các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hấp phụ và giải hấp polyphenol bằng nhựa D 101. Nhựa D 101 có khả năng hấp phụ tốt các hoạt chất, giá thành thấp, tái sử dụng được nhiều lần sau khi giải hấp giúp giảm thiểu chi phí và hạn chế các ảnh hưởng đến môi trường. Chính vì thế, nhựa D 101 là sự lựa chọn tốt nhất phục vụ cho việc làm giàu polyphenol có trong cao chiết gương sen. Với các điều kiện tối ưu được xác định bao gồm dung dịch mẫu 10.000 ppm, dung môi hòa tan ethanol 80 %, thời gian hấp phụ 30 phút, giải hấp trong ethanol 96 % và thời gian giải hấp 30 phút. Vì vậy, việc sử dụng nhựa D 101 đã làm tăng hàm lượng polyphenol trong cao chiết gương sen lên $110,5 \pm 0,71$ mg GAE/g, đã mở ra tiềm năng ứng dụng cao chiết gương sen trong các sản phẩm dược liệu và thực phẩm chức năng.

Từ khóa: D 101, Gương sen, Làm giàu, Nhựa macroporous, Polyphenol.

Trích dẫn: Huỳnh, N. T. V., Nguyễn, N. T. V., Nguyễn, H. S., & Nguyễn, T. H. H. (2026). Khảo sát điều kiện làm giàu polyphenol trong cao chiết phụ phẩm gương sen bằng nhựa D 101. *Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp*, 15(8), 13-25. <https://doi.org/10.52714/dthu.ns.2274.1870>

Copyright © 2026 The author(s). This work is licensed under a CC BY-NC 4.0 License.

ENRICHING POLYPHENOLS FROM RECEPTACULUM NELUMBINIS EXTRACT USING D 101 MACROPOROUS

**Huynh Nguyen Thuy Vy¹, Nguyen Ngo Thai Vy¹, Nguyen Hong Son¹,
and Nguyen Thi Hong Hanh^{2*}**

¹ *Students, Faculty of Natural Science Teacher Education, School of Education,
Dong Thap University, Cao Lanh 870000, Vietnam*

² *Faculty of Natural Science Teacher Education, School of Education,
Dong Thap University, Cao Lanh 870000, Vietnam*

**Corresponding author, Email: nthhanh@dthu.edu.vn*

Article history

Received: 02/4/2025; Revised: 22/7/2025; Accepted: 27/7/2025

Abstract

Receptaculum Nelumbinis, often discarded as a by-product after harvesting lotus seeds, actually contains a high concentration of polyphenols, bioactive compounds with significant medicinal value in traditional medicine. To enhance the polyphenol content in concentrated extracts from Receptaculum Nelumbinis, this study has identified the key factors influencing the adsorption and desorption processes using D 101 macroporous adsorption resin. D 101 resin proves to be the most effective material for polyphenol enrichment due to its excellent adsorption properties, cost-effectiveness, and high reusability after desorption, which significantly reduces production costs and minimizes environmental impact. A series of optimization experiments showed that the optimal conditions were a sample solution concentration of 10.000 ppm, 80 % ethanol as the solvent, an adsorption time of 30 minutes, and a desorption duration of 30 minutes using 96 % ethanol. Under these optimized conditions, the use of D 101 resin successfully increased the polyphenol content in the extract to $110,5 \pm 0,71$ mg GAE/g, demonstrating its efficacy in polyphenol enrichment. These findings pave the way for the application of Receptaculum Nelumbinis extract in pharmaceutical and functional food products, providing a sustainable approach to utilizing this often-discarded by-product and functional food products.

Keywords: *D 101, Eceptaculum nelumbinis, Enrichment, macroporous resin, Polyphenols.*

1. Đặt vấn đề

Sen hồng (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) là loài thực vật thủy sinh có hoa thuộc họ Nelumbonaceae (Tungmunthum & cs., 2018). Sen hồng đã được sử dụng như một thành phần quan trọng trong các bài thuốc y học cổ truyền từ xa xưa. Trong đó, gương sen có vị đắng chát, tính mát được sử dụng như một bài thuốc cầm máu, chữa đại tiểu tiện ra máu, bạch đới, huyết áp cao (Đỗ & cs., 2006).

Gương sen là phụ phẩm sau khi tách hạt thường được bỏ đi. Tuy nhiên, trong gương sen lại chứa các hoạt chất có tiềm năng trị bệnh. Vì thế, đã có nhiều nghiên cứu được tiến hành nhằm xác định thành phần hóa học và đánh giá các hoạt chất có trong gương sen. Các nghiên cứu gần đây cho thấy có 4 hợp chất polyphenol catechin kaemferol, quercetin, hyperoside đã được tìm thấy trong gương sen. Kết quả nghiên cứu chỉ ra hàm lượng tổng polyphenol là 34,23 mg GAE/g dịch chiết (Shen & cs., 2019). Ở một công trình nghiên cứu khác đã phân tích hàm lượng tổng polyphenol trong cao chiết gương sen là $585,12 \pm 6,01$ mg GAE/g cao chiết (Đặng & cs., 2023). Các kết quả nghiên cứu cho thấy gương sen là nguồn cung cấp lượng polyphenol dồi dào.

Hiện nay, có nhiều công trình nghiên cứu đang tập trung vào việc làm tăng hàm lượng hoạt chất có trong cao chiết thực vật, nhằm nâng cao hiệu quả trong y học và ứng dụng của chúng. Để làm được điều này, nhiều phương pháp làm giàu đã phát triển, mỗi phương pháp đều có những ưu nhược điểm riêng. Một số phương pháp làm giàu phổ biến bao gồm: lọc màng (Castro-Muñoz & cs., 2016; Conidi & cs., 2015), sắc ký ly tâm (Jeon & cs., 2016; Santos & cs., 2018),... Đặc biệt, phương pháp làm giàu bằng nhựa D 101 đang thu hút sự quan tâm đặc biệt của các nhà nghiên cứu. Nhựa D 101 là một loại nhựa không phân cực, có khả năng hấp phụ và giải hấp polyphenol tốt (Yu & cs., 2020). Đã có nhiều nghiên cứu sử dụng nhựa D 101 để làm giàu các hoạt chất, qua đó nhận thấy có nhiều ưu điểm như: tiết kiệm chi phí, quy trình dễ làm và có khả năng tái sử dụng nhiều lần sau khi giải hấp, đồng thời hạn chế ảnh hưởng đến môi trường.

Chính vì những ưu điểm vượt trội này, nhiều công trình nghiên cứu đã sử dụng nhựa D 101 để làm giàu các hoạt chất. Điển hình, trong một nghiên cứu về tinh chế flavonoid trong cây diếp cá bằng cách sử dụng nhựa D 101 để hấp phụ, kết quả thu được hàm lượng flavonoid đạt trên 60 %, với khả năng thu hồi flavonoid là 93,3 % trong điều kiện tinh chế tối ưu (Zhang & cs., 2007). Bên cạnh đó, ở một nghiên cứu khác khi tinh chế polyphenol từ phụ phẩm của quá trình chưng cất ethanol bằng nhựa D 101 với các điều kiện tinh chế tối ưu là 3 g nhựa, hấp phụ bốn giờ, thời gian giải hấp ba giờ và 60 % ethanol làm chất rửa giải, thu được tỷ lệ tinh chế cao nhất là 51 % (Wang & cs., 2019). Tương tự, độ tinh khiết của polyphenol ở cao chiết ngải cứu được nâng cao từ 21,42 % lên 69,19 %, tức là tăng 3,23 lần, thông qua việc tinh chế bằng nhựa D 101 (Ping-xiang & cs., 2023). Ở một công trình nghiên cứu khác, nhựa D 101 đã được chọn để tinh chế dung dịch polyphenol trong vỏ xanh hồ đào làm độ tinh khiết của polyphenol tăng từ 31,45 % lên 69,34 % (Hu & cs., 2025). Với những kết quả nghiên cứu trên cho thấy nhựa D 101 là một chất hấp phụ hiệu quả trong quá trình tinh chế và làm giàu các hoạt chất, đặc biệt là polyphenol. Vì thế, việc làm giàu polyphenol từ cao chiết gương sen bằng nhựa D 101 có thể là một hướng phát triển có triển vọng trong việc phát triển các dược liệu phục vụ cho lĩnh vực y tế như kháng viêm, kháng oxy hóa có lợi cho cơ thể,...

Trong bài báo này đã khảo sát được các điều kiện làm giàu polyphenol trên cao chiết gương sen bằng cách sử dụng nhựa D 101.

2. Nguyên liệu và phương pháp

2.1. Nguyên liệu, hóa chất, thiết bị

2.1.1. Nguyên liệu

Gương sen sau khi tách hạt được thu mua vào tháng 3 năm 2024 tại huyện Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp. Mẫu thực vật được định danh dựa trên các đặc điểm mô tả hình thái theo bộ sách Cây cỏ Việt Nam (quyển III) (Phạm, 2003).

Quy trình thu và xử lý mẫu: Gương sen tách hạt sau khi thu mua được loại bỏ phần bị hư, mẫu được chọn lọc đem rửa sạch, phơi khô dưới bóng râm, nơi thoáng mát, tránh ánh nắng trực tiếp. Sau đó, mẫu được xay nhuyễn, để trong túi zip và bảo quản ở 4°C. Cuối cùng, thu được bột gương sen có kích thước trung bình < 2 mm.

2.1.2. Hóa chất

Ethanol (Et) 96 % (Việt Nam), HCl $\geq$ 36,5% (Trung Quốc), NaOH $\geq$ 96 % (Trung Quốc), Na₂CO₃ $\geq$ 98 % (Trung Quốc), thuốc thử Folin – Ciocalteu (Trung Quốc), gallic acid $\geq$ 98,5 % (Trung Quốc), nhựa D 101 (Trung Quốc).

2.1.3. Thiết bị

Bể rửa siêu âm Elma S100 (Đức); hệ thống đun hồi lưu (Đức); máy hút chân không G – 100DB (Nhật Bản); hệ thống cô quay IKA WERKE RV06-ML (Đức); máy đo quang phổ BK-S380 (Trung Quốc); cân phân tích Ohaus PA213 (Mỹ); tủ sấy UNB200 (Đức), micropipet 1000 μ L (Trung Quốc); máy lắc RS-OS 20 (Đức); máy khuấy từ Thomas Scientific (Mỹ).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Chuẩn bị cao chiết gương sen

Cao chiết gương sen được thu nhận từ 500 gam bột nguyên liệu bằng phương pháp đun hồi lưu. Quá trình chiết được thực hiện với dung môi Et 70 %, theo tỷ lệ bột nguyên liệu và dung môi chiết là 1:20 (w/v), trong thời gian 90 phút, ở nhiệt độ 60 °C và được lặp lại 3 lần. Sau khi chiết xuất, hỗn hợp đem lọc được dịch chiết, cô quay ở 50°C và thu được cao chiết gương sen (Đặng & cs., 2023).

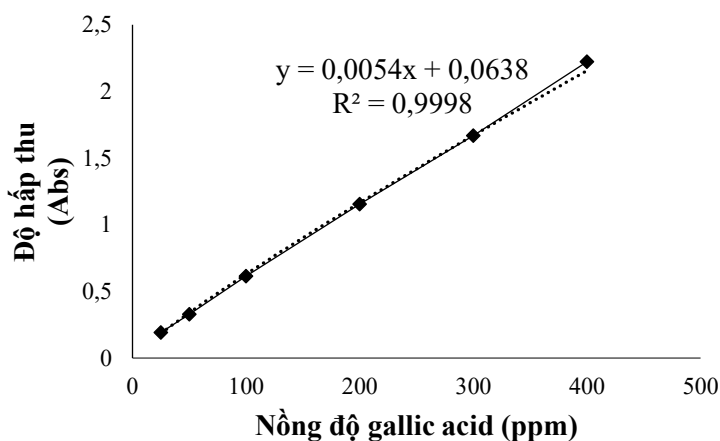
2.2.2. Hoạt hóa nhựa D 101

Nghiên cứu này sử dụng nhựa hấp phụ D 101 có màu trắng, nhóm nhựa xốp không phân cực thuộc loại polystyrene (Yang & cs., 2022). Nhựa D 101 có đường kính hạt 0,2 – 0,6 mm, diện tích bề mặt lớn khoảng 400 – 600 m²/g, đường kính lỗ xốp 10 – 12 nm.

Nhựa D 101 được ngâm trong Et 96 %, trong thời gian 24 giờ, sau đó đem nhựa rửa bằng nước cất. Tiếp tục ngâm nhựa với dung dịch NaOH 1,0 mol/L trong 6 giờ và rửa bằng nước cất đến khi pH = 7, sau đó tiếp tục ngâm với dung dịch HCl 1,0 mol/L trong 6 giờ và rửa bằng nước cất đến môi trường trung tính. Nhựa sau khi được rửa sạch, đem sấy ở 60 °C trong vòng 48 giờ. Trước khi sử dụng, nhựa được ngâm với Et 80 % trong thời gian 2 giờ, sau đó được lọc và đưa vào sử dụng (Wang & cs., 2014).

2.2.3. Định lượng polyphenol

Hàm lượng polyphenol được xác định theo phương pháp của Singleton và cộng sự có hiệu chỉnh (Singleton & cs., 1999). Hỗn hợp phản ứng gồm 200 μ L dung dịch mẫu sau khi được pha loãng bằng nước cất 30 lần và 2,5 mL thuốc thử Folin-Ciocalteu 10 %, lắc đều, bọc giấy bạc và để yên trong 5 phút. Sau đó, thêm vào 2,0 mL Na₂CO₃ 10 %, để hỗn hợp phản ứng khoảng 30 phút. Độ hấp thụ quang phổ của hỗn hợp phản ứng được đo ở bước sóng 756 nm. Các nồng độ khác nhau của gallic acid (25, 50, 100, 200, 300, 400 ppm) đã được sử dụng để xây dựng phương trình đường chuẩn. Hàm lượng polyphenol trong cao chiết gương sen được xác định dựa trên phương trình đường chuẩn gallic acid.



Hình 1. Đường chuẩn gallic acid

Hàm lượng polyphenol tổng được tính bằng công thức sau:

$$P = \frac{CVF}{m}.$$

Trong đó:

P là hàm lượng polyphenol tương đương gallic acid so với bột nguyên liệu (mg GAE/g);

C là nồng độ polyphenol tương đương nồng độ gallic acid (ppm);

V là thể tích dịch chiết (L);

F là độ pha loãng;

m là khối lượng cao chiết (g).

2.2.4. Xác định độ ẩm của cao chiết gương sen

Độ ẩm của cao chiết gương sen được xác định bằng phương pháp mất khối lượng do làm khô theo Dược điển Việt Nam V (2017). Một lượng chính xác 1,00 gam cao chiết đem cân cho vào giấy bạc, sau đó đặt vào tủ sấy và tiến hành sấy ở nhiệt độ 105 °C trong 60 phút. Cao sau sấy được để nguội ở nhiệt độ phòng và cân khối lượng. Lặp lại tương tự nhiều lần với thời gian sấy 60 phút đến khi sự chênh lệch khối lượng giữa hai lần sấy không vượt quá 0,5 mg (Bộ Y tế., 2017). Độ ẩm x (%) của cao chiết được xác định theo công thức:

$$x(\%) = \frac{p - a}{p} \times 100.$$

Trong đó:

p là khối lượng cao chiết trước khi sấy (g);

a là khối lượng cao chiết sau khi sấy (g).

2.2.5. Xác định hiệu suất chiết cao

Tiến hành đun hồi lưu hỗn hợp gồm 20 gam bột gương sen với 400 mL dung môi Et 70 %, ở nhiệt độ 60 °C trong thời gian 90 phút. Sau khi thời gian kết thúc, hỗn hợp thu được đem lọc qua giấy lọc nhằm tách dịch chiết và bã gương sen. Quy trình được lặp lại 2 lần tiếp theo,

trên cùng bề gương sen với 400 mL dung môi Et 70 %. Dịch chiết của ba lần được gộp chung và đem cô quay ở nhiệt độ 50 °C cho đến khi thu được cao chiết dạng sánh đặc. Hiệu suất chiết cao được tính dựa vào tỉ lệ giữa khối lượng cao chiết thu được so với khối lượng bột nguyên liệu, theo công thức sau:

$$H = \frac{m_{\text{cao chiết}}}{m_{\text{nguyên liệu}}} \times 100.$$

2.2.6. Khảo sát dung môi hòa tan cao chiết

Cân chính xác 0,1 gam cao chiết được hòa tan lần lượt vào 10 mL các dung môi khác nhau gồm: nước cất, Et 20 %, Et 40 %, Et 60 %, Et 80 % và Et 96 %. Mỗi hỗn hợp cao chiết với từng dung môi được xử lý bằng siêu âm trong 5 phút nhằm tăng hiệu quả hòa tan. Từ đó, tiến hành quan sát và so sánh mức độ hòa tan giữa các dung môi để xác định dung môi phù hợp nhất cho quá trình hòa tan cao chiết.

2.2.7. Khảo sát nồng độ hấp phụ

Hòa tan lượng cao chiết gương sen trong dung môi Et 80 % theo tỉ lệ tương ứng để dung dịch mẫu có nồng độ lần lượt là 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 5.000, 7.500, 10.000 và 15.000 ppm. Mỗi mẫu dung dịch (20 mL) được chuyển vào ống ly tâm 50 mL chứa 1,0 gam nhựa hấp phụ đã xử lý. Quá trình hấp phụ được tiến hành trong máy lắc tròn ở tốc độ 150 vòng/phút trong 360 phút. Dung dịch mẫu sau hấp phụ được phân tích UV – Vis và so sánh để đánh giá hiệu quả hấp phụ giữa các nồng độ khảo sát

2.2.8. Khảo sát thời gian hấp phụ

Dung dịch mẫu với nồng độ sau khảo sát được hấp phụ với các mốc thời gian 10 phút, 20 phút, 30 phút, 60 phút, 90 phút, 120 phút, 180 phút, 240 phút và 360 phút, tốc độ lắc 150 vòng/phút. Sau mỗi mốc thời gian, mẫu được lấy ra và nồng độ chất còn lại trong dung dịch mẫu được phân tích UV – Vis để đánh giá hiệu quả hấp phụ.

Khả năng hấp phụ được tính theo công thức sau:

$$q = \frac{(C_o - C)FV_o}{W}.$$

Trong đó:

q là khả năng hấp phụ (mg/g);

C_o là nồng độ dịch chiết ban đầu (ppm);

C là nồng độ dịch chiết sau hấp phụ (ppm);

F là độ pha loãng;

V_o là thể tích dịch chiết khi hấp phụ (L);

W là khối lượng nhựa (g).

Tỉ lệ hấp phụ được tính theo công thức sau:

$$\text{Tỉ lệ hấp phụ (\%)} = \frac{(C_o - C)}{C_o} \times 100.$$

Trong đó:

C_o là nồng độ dịch chiết ban đầu (ppm);

C là nồng độ dịch chiết sau hấp phụ (ppm).

2.2.9. Khảo sát dung môi giải hấp

Phần nhựa sau hấp phụ được tiến hành giải hấp với các dung môi: nước cất, Et 20 %, Et 40 %, Et 60 %, Et 80 % và Et 96 % trong ống ly tâm 50 mL, đặt vào máy lắc tròn và thiết lập điều kiện giải hấp với thời gian 240 phút, tốc độ lắc 150 vòng/phút.

2.2.10. Khảo sát thời gian giải hấp

Nhựa sau hấp phụ được tiến hành giải hấp với nồng độ dung môi thích hợp trong các mốc thời gian 10 phút, 20 phút, 30 phút, 60 phút, 90 phút, 120 phút, 180 phút và 240 phút, tốc độ lắc 150 vòng/phút. Sau mỗi mốc thời gian, mẫu được lấy ra 500 µl và nồng độ chất còn lại trong dung dịch mẫu được phân tích UV – Vis để đánh giá hiệu quả giải hấp.

Khả năng giải hấp được tính theo công thức sau:

$$D = \frac{C_d V_d F}{(C_o - C)W} \times 100.$$

Trong đó:

D là khả năng giải hấp (%);

C_o, C, C_d: lần lượt là nồng độ dịch chiết ban đầu, sau hấp phụ và sau giải hấp (ppm);

F là độ pha loãng;

V_d là thể tích dịch chiết khi giải hấp (L);

W là khối lượng nhựa hấp phụ (g).

2.2.11. Đánh giá khả năng làm giàu polyphenol

Hàm lượng polyphenol trong cao chiết sau quá trình làm giàu được xác định theo phương pháp sử dụng thuốc thử Folin-Ciocalteu đã nêu tại mục 2.2.3. Thông qua đó, hiệu quả làm giàu polyphenol được đánh giá.

2.2.12. Xử lý số liệu

Tất cả các kết quả được thực hiện lặp lại ba lần nhằm đảm bảo độ tin cậy. Kết quả thu được xử lý thống kê và tính giá trị trung bình bằng phần mềm Microsoft Excel để phân tích và so sánh.

3. Kết quả thảo luận

3.1. Đánh giá hàm lượng polyphenol trong cao chiết

Kết quả định lượng cho thấy hàm lượng polyphenol tổng trong cao chiết gừng sen đạt $566,28 \pm 5,49$ mg GAE/g, kết quả này tương đồng với nghiên cứu trước đó (Đăng & cs., 2023). Đây là một chỉ số cao so với nhiều nguyên dược liệu phổ biến, cho thấy gừng sen – vốn là phụ phẩm nông nghiệp – có tiềm năng lớn làm nguồn nguyên liệu sinh học giá trị. Kết quả này đồng thời khẳng định tính hiệu quả của quy trình chiết sử dụng Et 70 % – một dung môi phân cực, thân thiện với môi trường và an toàn trong việc thu nhận các hợp chất polyphenol. Hàm lượng polyphenol cao là điều kiện tiên quyết để đảm bảo hiệu quả của các bước hấp phụ – giải hấp sau này.

3.2. Độ ẩm của cao chiết gừng sen

Cao chiết thu được có độ ẩm $8,00 \pm 0,25$ %, thấp hơn đáng kể so với nguyên liệu ban

đầu ($11,42 \pm 0,76$ %). Mức độ ẩm này đạt yêu cầu theo Dược điển Việt Nam V (2017), phù hợp để bảo quản cao chiết trong thời gian dài và đảm bảo ổn định hoạt chất, đặc biệt là các hợp chất dễ oxy hóa như polyphenol.

Bảng 1. Độ ẩm của gương sen

	Bột gương sen	Cao gương sen
Độ ẩm (%)	$11,42 \pm 0,76$	$8,00 \pm 0,25$

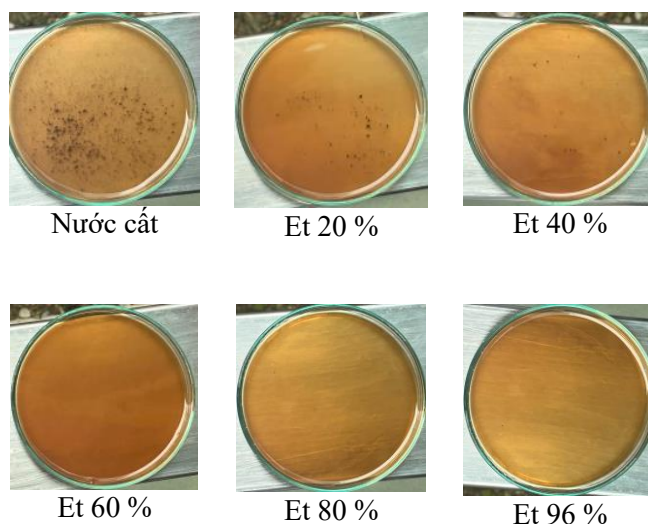
3.3. Hiệu suất chiết cao

$$\text{Hiệu suất chiết cao: } H = \frac{m_{\text{cao chiết}}}{m_{\text{nguyên liệu}}} \times 100 = \frac{5,649 \times 100}{20} = 28,245 \%$$

Quá trình chiết xuất được thực hiện bằng cách sử dụng 20 gam bột gương sen với Et 70 %, trong ba lần đun hồi lưu liên tiếp, mỗi lần 90 phút, ở nhiệt độ 60 °C. Phần dịch chiết sau chiết xuất, đem cô quay và thu được 5,649 gam cao chiết. Từ đó, xác định được hiệu suất chiết đạt 28,245 % (tính trên khối lượng khô), phản ánh năng suất thu nhận hoạt chất cao từ quá trình chiết xuất bằng hệ thống đun hồi lưu. Việc đạt được hiệu suất này cho thấy tỷ lệ dung môi, thời gian và nhiệt độ chiết đã được tối ưu ở mức hợp lý, không gây thất thoát đáng kể hoạt chất trong quá trình thu nhận dịch chiết.

3.4. Lựa chọn dung môi hòa tan

Qua kết quả khảo sát khả năng hòa tan của cao chiết với dung môi nước và Et ở các nồng độ khác nhau cho thấy Et 80% là dung môi phù hợp nhất, với khả năng hòa tan gần như hoàn toàn và không quan sát thấy hiện tượng lắng cặn sau quá trình siêu âm. Đây là điều có thể lý giải chất tan phân cực có xu hướng tan trong dung môi phân cực và ngược lại, các polyphenol có độ phân cực tương thích tốt với dung môi phân cực như Et 80 %. Do đó, ethanol 80 % đã được lựa chọn làm dung môi phù hợp để hòa tan cao chiết trong các thí nghiệm hấp phụ tiếp theo.



Hình 2. Khả năng hòa tan cao chiết trong các dung môi

3.5. Ảnh hưởng nồng độ dịch chiết đến khả năng hấp phụ

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của nồng độ dịch chiết đến độ hấp phụ polyphenol trên nhựa D 101 cho thấy khả năng hấp phụ polyphenol của nhựa tăng dần theo sự gia tăng nồng độ dịch chiết và đạt giá trị cao nhất tại nồng độ 10.000 ppm. Cụ thể, ở nồng độ này, khả năng

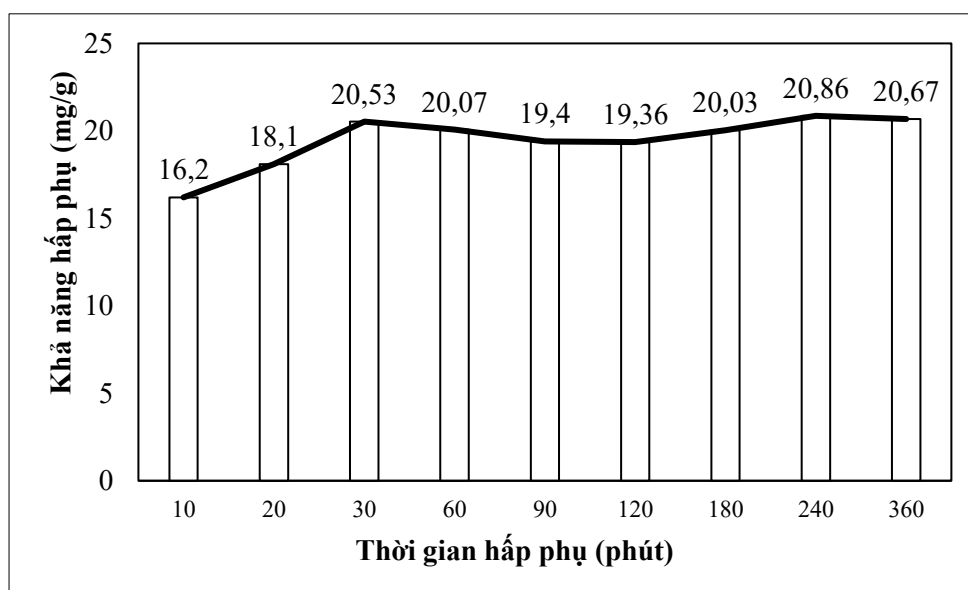
hấp phụ polyphenol là $19,17 \pm 0,56$ mg/g, đồng thời tỷ lệ hấp phụ cũng có giá trị cao nhất với 44 %. Tuy nhiên, khi tiếp tục tăng nồng độ đến 15.000 ppm, lượng polyphenol hấp phụ chỉ tăng nhẹ lên $19,79 \pm 0,62$ mg/g, tỉ lệ hấp phụ lại giảm còn 36 %, cho thấy quá trình hấp phụ có xu hướng đạt trạng thái bão hòa. Vì vậy, có thể kết luận rằng nồng độ 10.000 ppm là điều kiện tối ưu để hiệu suất hấp phụ polyphenol trên nhựa D 101 cao nhất.

Bảng 2. Ảnh hưởng của nồng độ dịch chiết đến khả năng hấp phụ polyphenol

Nồng độ (ppm)	Khả năng hấp phụ (mg/g)	Tỉ lệ hấp phụ (%)
500	$0,93 \pm 0,01$	36
1.000	$1,30 \pm 0,02$	30
2.000	$2,22 \pm 0,06$	26
3.000	$3,51 \pm 0,14$	28
4.000	$4,49 \pm 0,09$	26
5.000	$7,26 \pm 0,29$	34
7.500	$11,38 \pm 0,21$	38
10.000	$19,17 \pm 0,56$	44
15.000	$19,79 \pm 0,62$	36

3.6. Lựa chọn thời gian hấp phụ

Quá trình khảo sát thời gian hấp phụ polyphenol trên nhựa D 101 cho thấy khả năng hấp phụ polyphenol tăng nhanh trong 30 phút đầu tiên và đạt giá trị cao nhất tại thời điểm 30 phút với $20,53 \pm 0,66$ mg/g. Việc đạt giá trị hấp phụ cao nhất tại 30 phút có thể được lý giải bởi đặc tính cấu trúc của nhựa D 101 – một loại nhựa xốp không phân cực với diện tích bề mặt lớn, giúp quá trình hấp phụ diễn ra nhanh chóng, đồng thời do sự có sẵn của nhiều vị trí hấp phụ trống trên bề mặt nhựa và nồng độ dung dịch chiết lớn. Từ 30 đến 360 phút, khả năng hấp phụ thay đổi không đáng kể, thậm chí có xu hướng giảm nhẹ ở các thời điểm 60, 90, 120 và 180 phút. Điều đó cho thấy, quá trình hấp phụ gần đạt trạng thái cân bằng, khi số lượng vị trí hấp phụ trống giảm và lực đẩy động học trở nên ít ưu thế hơn. Do đó, 30 phút được xác định là thời điểm tối ưu cho quá trình hấp phụ polyphenol, vừa đảm bảo hiệu suất cao và vừa tiết kiệm thời gian.



Hình 3. Ảnh hưởng của thời gian đến khả năng hấp phụ polyphenol

Bảng 3. Ảnh hưởng của thời gian đến khả năng hấp phụ polyphenol

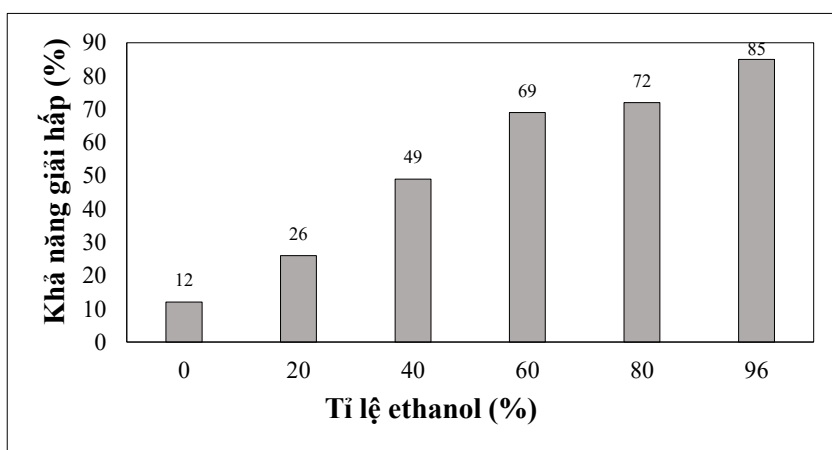
Thời gian (phút)	Khả năng hấp phụ (mg/g)
10	16,20 ± 0,43
20	18,10 ± 0,77
30	20,53 ± 0,66
60	20,07 ± 0,64
90	19,40 ± 0,24
120	19,36 ± 0,48
180	20,03 ± 0,80
240	20,86 ± 0,49
360	20,67 ± 0,53

3.7. Lựa chọn dung môi giải hấp

Trong nghiên cứu này, khả năng giải hấp tăng dần theo nồng độ Et, với dung môi nước chỉ đạt 12 %, trong khi Et 96 % cho hiệu quả cao nhất, đạt 85 %. Điều này cho thấy, khả năng giải hấp phụ thuộc vào sự tương thích giữa độ phân cực của dung môi và hoạt chất có trong cao chiết. Ở nồng độ Et thấp (20 – 60 %), khả năng giải hấp còn hạn chế do tương tác giữa polyphenol và nhựa chưa bị phá vỡ hiệu quả. Khi nồng độ Et tăng, độ phân cực dung môi giảm, dẫn đến khả năng hòa tan và giải phóng polyphenol tốt hơn. Vì vậy, Et 96 % được xác định là dung môi giải hấp tối ưu trong điều kiện khảo sát.

Bảng 4. Khả năng giải hấp của một số dung môi

Dung môi	Khả năng giải hấp (%)
Nước	12
Et 20 %	26
Et 40 %	49
Et 60 %	69
Et 80 %	72
Et 96 %	85



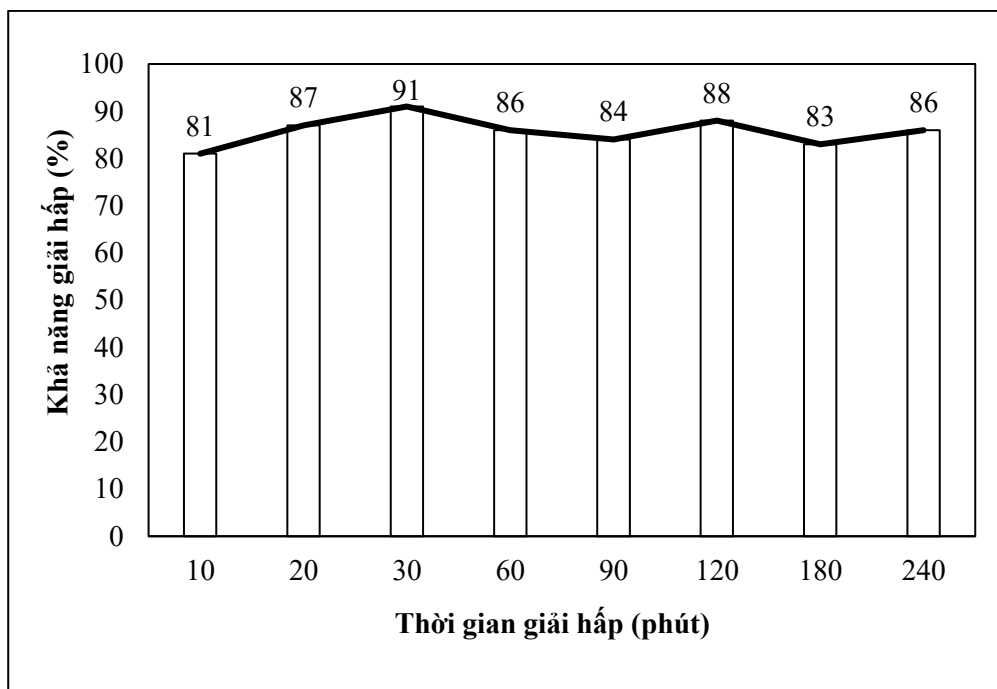
Hình 4. Khả năng giải hấp polyphenol của một số dung môi

3.8. Lựa chọn thời gian giải hấp

Quá trình giải hấp được khảo sát trong thời gian 4 giờ, với các mốc thời gian được thiết lập tại 10, 20, 30, 60, 90, 120, 180 và 240 phút. Kết quả cho thấy Et 96 % đạt hiệu quả giải

hấp polyphenol tối ưu tại thời điểm 30 phút, với hiệu suất đạt khoảng 91 %.

Quá trình giải hấp diễn ra nhanh trong 30 phút đầu phản ánh sự khuếch tán mạnh do sự chênh lệch nồng độ ban đầu cao. Sau 30 phút, khả năng giải hấp không tăng và có xu hướng dao động nhẹ, thậm chí giảm còn 86 % ở 240 phút, cho thấy quá trình giải hấp đạt trạng thái cân bằng. Nhóm nghiên cứu quyết định chọn 30 phút là thời gian giải hấp thích hợp, vừa hiệu quả vừa tiết kiệm thời gian.



Hình 5. Ảnh hưởng của thời gian đến khả năng giải hấp polyphenol

3.9. Hàm lượng polyphenol sau khi xử lý qua nhựa D 101

Cao chiết từ gương sen thu được qua quy trình chiết xuất ban đầu chứa hàm lượng polyphenol đạt 566,28 mg GAE/g. Qua quá trình khảo sát và ứng dụng các điều kiện tối ưu vào quy trình xử lý cao chiết gương sen bằng nhựa D 101, hàm lượng polyphenol trong cao sau làm giàu đạt 676,78 mg GAE/g, tăng $110,5 \pm 0,71$ mg GAE/g so với cao chiết ban đầu. Kết quả cho thấy quá trình tối ưu hóa đã góp phần nâng cao hiệu quả làm giàu polyphenol trong cao chiết từ gương sen.

Sự gia tăng hàm lượng polyphenol sau quá trình làm giàu không chỉ khẳng định tính hiệu quả của phương pháp được áp dụng mà còn mở ra tiềm năng ứng dụng rộng rãi của cao gương sen làm giàu trong các lĩnh vực dược phẩm, thực phẩm chức năng và mỹ phẩm, nơi hàm lượng các hợp chất chống oxy hóa và có hoạt tính sinh học cao là một yếu tố quan trọng.

4. Kết luận

Qua các khảo sát về khả năng hấp phụ nhựa D 101, có thể thấy được D 101 có khả năng hấp phụ khá tốt polyphenol. Hiện tại, làm giàu các hoạt chất trong gương sen bằng nhựa D 101 là một phương pháp có nhiều ưu điểm để loại bỏ được các tạp chất và giữ lại các hoạt chất có lợi trong gương sen.

Bên cạnh đó, nhựa D 101 có thể tái sử dụng, bảo vệ môi trường và quy trình làm giàu các hoạt chất khá đơn giản. Tuy nhiên để có thể lựa chọn các điều kiện hấp phụ và giải hấp

cho kết quả tối ưu nhất cần có nhiều khảo sát về các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình làm giàu hoạt chất của nhựa D 101.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi đề tài mã số SPD2024.02.12.

Tài liệu tham khảo

- Bộ Y tế. (2017). *Dược điển Việt Nam V* (Tập 2). Hà Nội: NXB Y học.
- Castro-Muñoz, R., Yáñez-Fernández, J., & Fila, V. (2016). Phenolic compounds recovered from agro-food by-products using membrane technologies: An overview. *Food Chemistry*, 213, 753-762. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.030>
- Conidi, C., Rodriguez-Lopez, A. D., Garcia-Castello, E. M., & Cassano, A. (2015). Purification of artichoke polyphenols by using membrane filtration and polymeric resins. *Separation and Purification Technology*, 144, 153-161. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2015.02.025>
- Đăng, T. H. N., Trần, Đ. K., Phạm, D. K., Nguyễn, H. T., & Nguyễn, T. H. H. (2023). Khảo sát hoạt tính kháng oxy hóa dịch chiết gương sen. *Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp*, 12(8), 112-120. <https://doi.org/10.52714/dthu.12.8.2023.1159>
- Đỗ, H. B., Đăng, Q. C., Nguyễn, T. D., Đỗ, T. Đ., Phạm, V. H., Vũ, N. L., Phạm, D. M., Phạm, K. M., Đoàn, T. N., Nguyễn, T., & Trần, T. (2006). *Cây thuốc và động vật làm thuốc ở Việt Nam* (Quyển 2). Hà Nội: NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- Hu, T., Wang, F., Zhao, Z., Hu, K., & Zhou, C. (2025). Optimization, purification and antioxidant potential of polyphenol ultrasonic-assisted extraction from pecan'Shaoxing'green husk. *Food Production, Processing and Nutrition*, 7(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s43014-024-00296-8>
- Jeon, J.-S., Park, C. L., Syed, A. S., Kim, Y.-M., Cho, I. J., & Kim, C. Y. (2016). Preparative separation of sesamin and sesamolin from defatted sesame meal via centrifugal partition chromatography with consecutive sample injection. *Journal of Chromatography B*, 1011, 108-113. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2015.12.062>
- Ping-xiang, W., Ming, W., Kai-li, D., & Feng, N. (2023). Purification of polyphenols from wormwood by macroporous resin and inhibitory activity of its against α -glucosidase. *Food and Machinery*, 39(7), 13-19. <https://www.ifoodmm.cn/journal/vol39/iss7/3>
- Phạm, H. H. (2003). *Cây cỏ Việt Nam: An Illustrated Flora of Vietnam* (Quyển 3). Hồ Chí Minh: NXB Trẻ.
- Santos, J. H., Almeida, M. R., Martins, C. I., Dias, A. C., Freire, M. G., Coutinho, J. A., & Ventura, S. P. (2018). Separation of phenolic compounds by centrifugal partition chromatography. *Green Chemistry*, 20(8), 1906-1916. <https://doi.org/10.1039/C8GC00179K>
- Shen, Y., Guan, Y., Song, X., He, J., Xie, Z., Zhang, Y., Zhang, H., & Tang, D. (2019). Polyphenols extract from lotus seedpod (*Nelumbo nucifera* Gaertn.): Phenolic compositions, antioxidant, and antiproliferative activities. *Food science & nutrition*, 7(9), 3062-3070. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1165>
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in enzymology*, 299, 152-178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Tungmunthum, D., Pinthong, D., & Hano, C. (2018). Flavonoids from *Nelumbo nucifera* Gaertn., a medicinal plant: Uses in traditional medicine, phytochemistry and pharmacological activities. *Medicines*, 5(4), 127. <https://doi.org/10.3390/medicines5040127>

- Wang, D., Wang, S., Du, Q., Wang, N., Liu, S., Wang, X., & Jiang, J. (2014). Optimization of extraction and enrichment of steroidal alkaloids from bulbs of cultivated *Fritillaria cirrhosa*. *Biomed Res Int*, 2014, 258402. <https://doi.org/10.1155/2014/258402>
- Wang, X., Wang, S., Huang, S., Zhang, L., Ge, Z., Sun, L., & Zong, W. (2019). Purification of polyphenols from distiller's grains by macroporous resin and analysis of the polyphenolic components. *Molecules*, 24(7), 1284. <https://doi.org/10.3390/molecules24071284>
- Yang, X., Ru, Z., Wang, H., Ben, A., Lin, H., Zhang, X., Li, C., & Yang, L. (2022). Resin adsorption as a means for the enrichment and separation of three terpenoid indole alkaloids: Vindoline, catharanthine and vinblastine from *Catharanthus roseus* extracts in ionic liquid solution. *Industrial Crops and Products*, 187, 115351. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115351>
- Yu, Q., Fan, L., & Li, J. (2020). A novel process for asparagus polyphenols utilization by ultrasound assisted adsorption and desorption using resins. *Ultrasonics Sonochemistry*, 63, 104920. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104920>
- Zhang, Y., Shufen, L., Xiwen, W., & Xing, Z. (2007). Macroporous resin adsorption for purification of flavonoids in *Houttuynia cordata* Thunb. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 15(6), 872-876. [http://dx.doi.org/10.1016/S1004-9541\(08\)60017-8](http://dx.doi.org/10.1016/S1004-9541(08)60017-8)