

NGHIÊN CỨU ĐIỀU KIỆN TRÍCH LY HÀM LƯỢNG TỔNG PHENOLIC VÀ FLAVONOID TỪ LÁ CÂY XẠ ĐEN (*Celastrus hindsii* Benth.)

Vũ Thị Thủy, Hồ Thị Dung

Trường Đại học Y khoa Vinh

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm tối ưu hóa quá trình trích ly các hợp chất có hoạt tính chống oxy hóa từ lá cây Xạ đen (*Celastrus hindsii* Benth.). Thiết kế thí nghiệm dựa trên mô hình Box - Behnken với ba biến độc lập gồm nhiệt độ, thời gian trích ly và nồng độ ethanol. Kết quả phân tích mô hình cho thấy cả ba yếu tố đều ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất thu nhận polyphenol và flavonoid. Điều kiện trích ly tối ưu được xác định tại nhiệt độ 60°C, thời gian 80 phút và nồng độ ethanol 60%. Ở các điều kiện này, hàm lượng tổng phenolic và flavonoid đạt lần lượt là $172,86 \pm 0,35$ mg GAE/g và $125,58 \pm 0,28$ mg QE/g. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học quan trọng cho việc chuẩn hóa quy trình chiết xuất và phát triển các sản phẩm dược liệu hoặc thực phẩm chức năng từ lá Xạ đen (*C. hindsii*).

Từ khóa: *Celastrus hindsii* Benth, phenolic, flavonoid.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây Xạ đen (*Celastrus hindsii* Benth.) còn gọi là cây dây gối, là loài cây bụi leo thuộc họ dây gối - Celastraceae, được sử dụng lâu đời trong y học dân gian Việt Nam. Tại Việt Nam, Xạ đen (*C. hindsii*) phân bố tự nhiên trong rừng, thường tìm thấy ở các tỉnh như Hà Nam, Quảng Bình, Thừa Thiên Huế...[1].

Trong những năm gần đây, nhiều công trình đã chứng minh xạ đen (*C. hindsii*) có hoạt tính gây độc tế bào và chống oxy hóa mạnh [2]. Xạ đen (*C. hindsii*) chứa nhiều nhóm hợp chất như flavonoid (quercetin, kaempferol), phenolic, saponin và đặc biệt là các triterpenoid quinon methide như celastrol và pristimerin. Đây là hai hợp chất được xem là chỉ thị hóa học quan trọng của chi *Celastrus*, có hoạt tính chống ung thư và kháng viêm mạnh [3 - 5]. Nhiều nghiên cứu chứng minh chiết xuất lá *C. hindsii* có khả năng ức chế sự tăng sinh của các dòng tế bào ung thư gan, vú, phổi và dạ dày nhờ gây cảm ứng apoptosis thông qua con đường caspase và điều hòa giảm Bcl-2 [4]. Các triterpenoid như celastrol và pristimerin thể hiện hoạt tính mạnh nhất, được xem là cơ chế chủ đạo trong hoạt tính chống ung thư của cây [5]. Ngoài ra, hàm lượng polyphenol cao giúp chiết xuất lá thể hiện khả năng chống

oxy hóa mạnh, góp phần bảo vệ tế bào trước stress oxy hóa, đồng thời một số nghiên cứu cũng ghi nhận tác dụng kháng viêm thông qua ức chế NF - κ B và các cytokine gây viêm. Nghiên cứu này với mục tiêu nghiên cứu điều kiện trích ly hàm lượng tổng phenolic và flavonoid từ lá cây Xạ đen (*C. hindsii*) nhằm tối ưu hóa quá trình trích ly các hợp chất có hoạt tính chống oxy hóa.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Đối tượng nghiên cứu

Cây Xạ đen được trồng tại Quỳnh Châu, tỉnh Nghệ An.

Mẫu nghiên cứu được thu hái và định danh bởi Viện Sinh thái và tài nguyên sinh vật, Viện Hàn lâm KHCN, xác định tên khoa học là *Celastrus hindsii* Benth.

Thu hái 6,7 kg mẫu lá tươi xạ đen vào tháng 4 năm 2025. Lá được làm sạch, sấy khô đến độ ẩm 10%, thu được 1,98 kg lá khô lá khô; nghiền nhỏ. Mẫu được bảo quản ở nhiệt độ -4°C.

2. Phương pháp bố trí thí nghiệm và tối ưu hóa điều kiện trích ly

Phương pháp bề mặt đáp ứng (Response Surface Methodology - RSM) được sử dụng để tối ưu hóa điều kiện trích ly hàm lượng tổng phenolic và flavonoid từ lá cây Xạ đen (*C. hindsii*) [6]. Thiết kế thí nghiệm áp dụng mô hình Box - Behnken với 17 thí nghiệm, gồm 12 điểm kết hợp và 5 điểm lặp tại trung tâm nhằm đánh giá độ tin cậy của mô hình. Mỗi thí nghiệm được thực hiện

Tác giả liên hệ: Vũ Thị Thủy
Email: Vuthuy@vnu.edu.vn

ba lần và sử dụng giá trị trung bình cho phân tích. Ba biến độc lập được khảo sát gồm nhiệt độ trích ly (X_1), thời gian trích ly (X_2) và nồng độ dung môi (X_3). Mỗi quan hệ giữa các biến độc lập và biến đáp ứng được mô tả bằng phương trình hồi quy bậc hai tổng quát (1):

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i < j} \beta_{ij} X_i X_j \quad (1)$$

Trong đó:

- Y : là hàm mục tiêu
- X_i, X_j : Các biến độc lập đã được mã hóa
- β_0 : Hệ số hằng số (intercept) của mô hình.
- β_i : Hệ số hồi quy tuyến tính của từng biến độc lập.
- β_{ii} : Hệ số hồi quy bậc hai (hiệu ứng bình phương) của từng biến độc lập.
- β_{ij} : Hệ số hồi quy tương tác giữa hai biến độc lập.

3. Phương pháp phân tích

Xác định hàm lượng tổng Phenolic (TPC)

TPC được xác định bằng phương pháp Folin - Ciocalteu dựa trên sự hình thành phức màu giữa thuốc thử Folin - Ciocalteu và các hợp chất phenolic trong môi trường kiềm. Trong quy trình, 1 mL mẫu được trộn với 5 mL thuốc thử Folin - Ciocalteu, ủ 3 phút, sau đó bổ sung 4 mL dung dịch natri cacbonat 7,5% và pha loãng đến 10 mL bằng nước khử ion. Hỗn hợp được ủ trong điều kiện tối ở nhiệt độ phòng trong 60 phút trước khi đo độ hấp thụ tại 765 nm bằng máy UV - Vis. Hàm lượng polyphenol tổng số được tính theo mg acid gallic tương đương trên mỗi gam chất khô (mg GAE/g DW), dựa trên đường chuẩn xây dựng từ các nồng độ chuẩn acid gallic [7].

Xác định hàm lượng tổng Flavonoid (TFC)

TFC được xác định bằng phương pháp tạo phức với nhôm clorua. Cụ thể, 1,0 mL dịch trích ly được trộn với 3 mL ethanol 75%, 0,2 mL dung dịch nhôm clorua 10%, 0,2 mL kali acetat 0,1 M và 5 mL nước cất. Hỗn hợp được ủ ở nhiệt độ phòng trong 30 phút, sau đó đo độ hấp thụ tại 415 nm. Quercetin được sử dụng làm chất chuẩn, và TFC được biểu thị theo mg quercetin tương đương trên gam chất khô (mg QE/g DW) [8].

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thiết lập mô hình

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm tối ưu hóa điều kiện trích ly ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất trích ly các hợp chất phenolic và flavonoid từ lá cây Xạ đen (*C. hindsii*) đối với hai chỉ tiêu: TPC và TFC. Nghiên cứu sử dụng điều kiện chiết xuất lá Xạ đen (*C. hindsii*): phương pháp chiết là chiết hồi lưu, tỷ lệ dược liệu/ dung môi là 1/20 (g/ml), dung môi chiết là ethanol. Ba yếu tố khảo sát gồm nhiệt độ trích ly ($40 \div 70^\circ\text{C}$), thời gian trích ly ($60 \div 90$ phút) và nồng độ ethanol trong dung môi ($50 \div 70\%$).

Bảng 1. Bảng mã hóa các biến độc lập

Các biến độc lập	Đơn vị	Ký hiệu	Các mức mã hóa		
			-1	0	+1
Nhiệt độ trích ly	$^\circ\text{C}$	X_1	40	55	70
Thời gian trích ly	phút	X_2	60	75	90
Nồng độ dung môi	%	X_3	50	60	70

Kết quả này là một chuỗi các công đoạn nghiên cứu từ tách chiết, phân lập xác định cấu trúc, khảo sát các điều kiện thu nhận các hợp chất có hoạt tính sinh học từ lá cây Xạ đen (*C. hindsii*). Vì vậy, chúng tôi kế thừa kết quả nghiên cứu khảo sát dung môi, đơn yếu tố, từ đó chọn thẳng vùng tối ưu để quy hoạch hóa thực nghiệm

Để đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố đến hiệu quả trích ly, phần mềm Design - Expert® phiên bản 11.0 được sử dụng cho quá trình phân tích và xử lý số liệu. Bộ dữ liệu thu được từ 17 thí nghiệm được bố trí theo mô hình Box - Behnken phục vụ cho việc xây dựng và kiểm định mô hình tối ưu hóa. Kết quả thực nghiệm chi tiết được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Bảng thiết kế các thí nghiệm và kết quả

Thí nghiệm	X_1 ($^\circ\text{C}$)	X_2 (phút)	X_3 (%)	TPC Y_1 (m GAE/g)	TFC Y_2 (mg QE/g)
1	70	60	60	143,04	125,16
2	70	90	60	162,36	126,56
3	70	75	50	163,82	124,75
4	70	75	70	162,16	124,34
5	55	75	60	169,20	126,08

6	55	60	70	151,81	123,59
7	55	60	50	135,89	125,12
8	55	90	50	161,27	126,07
9	55	90	70	162,56	124,50
10	55	75	60	173,12	128,12
11	55	75	60	174,99	126,23

12	55	75	60	171,68	127,05
13	55	75	60	173,19	125,84
14	40	90	60	142,41	123,44
15	40	75	70	155,06	118,17
16	40	75	50	138,99	122,96
17	40	60	60	134,56	119,60

3.2. Phân tích sự tương quan của mô hình

Từ các phân tích hồi quy tuyến tính của 17 thí nghiệm đã xây dựng được phương trình hồi quy bậc hai của quá trình trích ly TPC và TFC từ dịch chiết lá cây Xạ đen (*C. hindsii*) là:

$$Y_1 = 172,44 + 7,54X_1 + 7,91X_2 + 3,95X_3 + 2,87X_1X_2 - 4,43X_1X_3 - 3,66X_2X_3 - 12,36X_1^2 - 14,48X_2^2 - 5,07X_3^2 \quad (2)$$

$$Y_2 = 126,66 + 2,08X_1 + 0,89X_2 - 1,04X_3 - 0,61X_1X_2 + 1,09X_1X_3 - 0,01X_2X_3 - 2,62X_1^2 - 0,35X_2^2 - 1,49X_3^2 \quad (3)$$

Kết quả phân tích ANOVA đối với các mô hình hồi quy bậc hai của Y_1 và Y_2 được đánh giá thông qua các chỉ số F , p và R^2 (Bảng 3). Với Y_1 , giá trị F đạt 75,86 và $p < 0,0001$; đối với Y_2 , các giá trị tương ứng là 13,72 và 0,0011. Tất cả $p < 0,05$ cho thấy các mô hình đều có ý nghĩa thống kê với độ tin cậy lên đến 99,99% và 99,89%. Hệ số tương quan bội R^2 của Y_1 và Y_2 lần lượt là 0,9899 và 0,9463, chứng tỏ mô hình Y_1 giải thích được 98,99% và mô hình Y_2 giải thích 94,63% sự biến thiên của đáp ứng. Ngoài ra, giá trị F của phần không tương thích đối với Y_1 (0,9006; $p = 0,5149$) và Y_2 (0,7829; $p = 0,5623$) đều không có ý nghĩa thống kê, cho thấy mô hình phù hợp tốt với dữ liệu thực nghiệm. Nhìn chung, các kết quả này khẳng định tính phù hợp và độ tin cậy của mô hình trong mô phỏng và dự đoán điều kiện tối ưu.

Bảng 3. Kết quả phân tích hồi quy hàm lượng TPC và TFC

Nguồn	Y ₁ - TPC		Y ₂ - TFC	
	Giá trị F	Giá trị p	Giá trị F	Giá trị p
Mô hình	75,86	< 0,0001	13,72	0,0011
X ₁	102,31	< 0,0001	43,91	0,0003
X ₂	112,55	< 0,0001	7,99	0,0256
X ₃	28,09	0,0011	10,92	0,0131
X ₁ X ₂	7,39	0,0298	1,89	0,2118
X ₁ X ₃	17,65	0,0040	6,08	0,0432
X ₂ X ₃	12,02	0,0105	0,0006	0,9814
X ₁ ²	144,52	< 0,0001	36,65	0,0005
X ₂ ²	198,45	< 0,0001	0,6697	0,4401
X ₃ ²	24,31	0,0017	11,86	0,0108
Không tương thích	0,9006	0,5149	0,7829	0,5623
R ²	0,9899		0,9463	
C.V%	1,34		0,71	

3.3. Phân tích bề mặt đáp ứng

Biểu đồ bề mặt đáp ứng của mô hình được thực hiện bằng cách thay đổi hai biến và giữ các biến khác ở mức trung tâm của nó. Các bề mặt đáp ứng hai chiều được xây dựng như mô tả trong hình 1 và hình 2.

Phân tích bề mặt đáp ứng của tổng hàm lượng phenolic

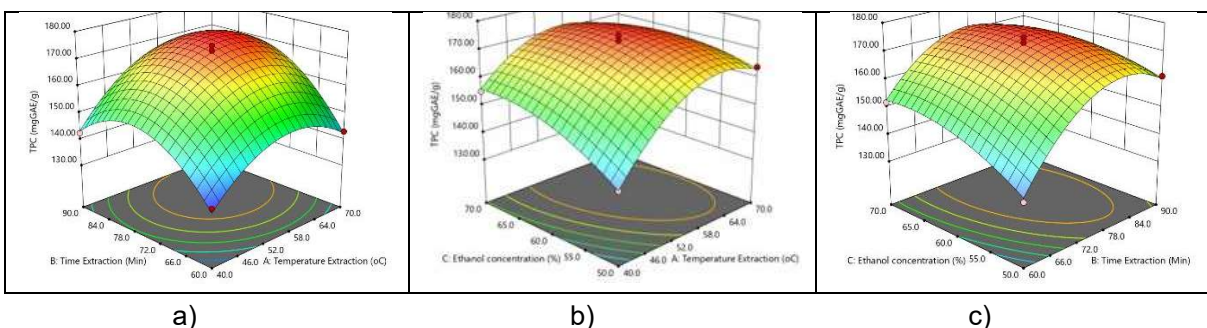
Kết quả phân tích bề mặt đáp ứng (Hình 1a) cho thấy TPC chịu ảnh hưởng đồng thời và có ý nghĩa của hai yếu tố nhiệt độ và thời gian chiết xuất. Mô hình bề mặt 3D có dạng parabol lồi

xuống, phản ánh sự tồn tại của một điểm cực đại, tại đó hiệu suất thu nhận polyphenol đạt giá trị cao nhất. Khi nhiệt độ và thời gian tăng từ mức thấp đến trung bình, TPC tăng đáng kể, chứng tỏ quá trình khuếch tán và hòa tan các hợp chất phenolic được thúc đẩy mạnh hơn. Tuy nhiên, khi nhiệt độ hoặc thời gian vượt quá giá trị tối ưu, TPC có xu hướng giảm, cho thấy sự phân hủy hoặc oxy hóa các hợp chất phenolic xảy ra khi tiếp xúc kéo dài với điều kiện nhiệt cao [9].

Đỉnh tối ưu của bề mặt đáp ứng nằm trong khoảng nhiệt độ xấp xỉ $55 \div 60^\circ\text{C}$ và thời gian khoảng $70 \div 75$ phút, với giá trị TPC dự đoán khoảng $170 \div 180$ mg GAE/g. Các đường đồng mức (contour plot) có dạng elip cho thấy tương tác rõ rệt giữa hai yếu tố: ở nhiệt độ thấp, sự gia tăng thời gian không làm tăng đáng kể hàm lượng TPC, trong khi ở nhiệt độ cao, thời gian kéo dài lại làm giảm TPC. Điều này khẳng định mô hình hồi quy bậc hai mô tả tốt mối quan hệ giữa các yếu tố khảo sát và đáp ứng TPC.

Hai đồ thị bề mặt đáp ứng (Hình 1b và 1c) cho thấy TPC bị chi phối đáng kể bởi sự tương tác giữa nồng độ ethanol với nhiệt độ và thời gian chiết. Cả hai bề mặt đều có dạng parabol lõm xuống, phản ánh sự tồn tại của một vùng điều kiện tối ưu, tại đó TPC đạt giá trị cao nhất. Khi nồng độ ethanol tăng từ thấp đến mức trung bình và cao, đồng thời nhiệt độ hoặc thời gian được điều chỉnh phù hợp, TPC tăng rõ rệt. Tuy nhiên, vượt quá mức tối ưu của từng yếu tố, TPC có xu hướng giảm do giới hạn khả năng hòa tan hoặc sự phân hủy phenolic.

Đỉnh đáp ứng của cả hai mô hình nằm trong vùng nồng độ ethanol khoảng $55 \div 65\%$, kết hợp với nhiệt độ hoặc thời gian trung bình và cao, cho giá trị TPC dự đoán đạt khoảng $165 \div 175$ mg GAE/g. Các đường đồng mức dạng elip cho thấy sự tương tác mạnh giữa nồng độ ethanol với nhiệt độ và thời gian, đồng thời chứng minh sự phù hợp của mô hình hồi quy bậc hai trong mô tả biến thiên của TPC theo các yếu tố khảo sát.



Hình 1. Biểu đồ bề mặt đáp ứng của TPC

Phân tích bề mặt đáp ứng của tổng hàm lượng flavonoid

Các bề mặt đáp ứng mô tả biến thiên của TFC trong quá trình trích ly được trình bày trong Hình 2 (a - c) cho thấy cả ba yếu tố: nhiệt độ, thời gian và nồng độ ethanol đều có ảnh hưởng đáng kể và mang tính tương tác đến hiệu suất thu nhận flavonoid. Khi nhiệt độ tăng từ 40 đến 60°C , hàm lượng flavonoid có xu hướng tăng rõ rệt, đặc biệt trong khoảng $55 \div 65^\circ\text{C}$, cho thấy quá trình khuếch tán và hòa tan hợp chất flavonoid được xúc tiến mạnh hơn ở mức nhiệt trung bình-cao. Tuy nhiên, khi nhiệt độ vượt quá 60°C , TFC bắt đầu giảm, phản ánh khả năng phân hủy hoặc biến

tính của cấu trúc flavonoid dưới tác động của nhiệt độ quá cao [10].

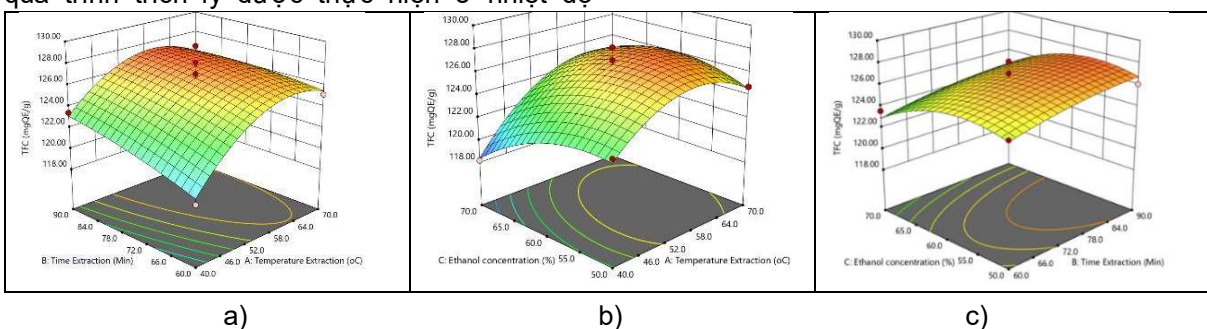
Ảnh hưởng của thời gian trích ly thể hiện qua sự gia tăng TFC khi thời gian kéo dài, đặc biệt trong khoảng $80 \div 90$ phút, cho thấy thời gian này đủ để giải phóng tối đa lượng flavonoid khỏi mô thực vật. Mặc dù vậy, thời gian quá dài có thể dẫn đến hiện tượng oxy hóa hoặc phân hủy nhẹ, khiến tốc độ tăng không còn đáng kể.

Ngược lại, nồng độ ethanol lại cho thấy xu hướng ảnh hưởng khác biệt: TFC giảm khi nồng độ ethanol tăng quá cao. Kết quả cho thấy vùng tối ưu của ethanol nằm trong khoảng $50 \div 60\%$, đây là mức dung môi giúp cân bằng tốt giữa độ

phân cực của nước và ethanol, tạo điều kiện thuận lợi cho sự hòa tan flavonoid, vốn là nhóm hợp chất có tính phân cực trung bình. Nồng độ ethanol cao hơn mức tối ưu làm giảm tính phân cực của dung môi, dẫn đến khả năng hòa tan flavonoid kém hiệu quả.

Tổng hợp kết quả từ các mô hình bề mặt đáp ứng, hàm lượng flavonoid cao nhất đạt được khi quá trình trích ly được thực hiện ở nhiệt độ

khoảng $55 \div 60^\circ\text{C}$, thời gian $80 \div 90$ phút và nồng độ ethanol trong khoảng $50 \div 60\%$. Hình dạng parabol lõm xuống của cả ba bề mặt đáp ứng đồng thời cho thấy sự tồn tại của một vùng điều kiện tối ưu và khẳng định rằng mô hình hồi quy bậc hai mô tả tốt mối quan hệ giữa các biến khảo sát và đáp ứng TFC.



Hình 2: Biểu đồ bề mặt đáp ứng của TFC

3.4. Tối ưu hoá mô hình

Quá trình trích ly được thực hiện nhằm tối ưu hóa hàm lượng phenolic, flavonoid và hoạt tính chống oxy hóa từ dịch chiết lá cây Xạ đen (*C. hindsii*). Kết quả tối ưu hóa thông qua phần mềm Design - Expert® 11.0 cho thấy điều kiện trích ly tối ưu bao gồm: nhiệt độ $60,26^\circ\text{C}$, thời gian 80,68 phút và nồng độ ethanol 59,19%. Ở các điều kiện này, mô hình dự đoán hàm lượng phenolic đạt $174,75\text{mg GAE/g}$ và hàm lượng flavonoid đạt $127,32\text{mg QE/g}$.

Để kiểm chứng độ tin cậy của mô hình, quy trình trích ly được tiến hành lại với các thông số làm tròn phù hợp với điều kiện vận hành thực tế của thiết bị, bao gồm nhiệt độ 60°C , thời gian 80 phút và nồng độ ethanol 60%. Kết quả thực nghiệm cho thấy hàm lượng phenolic đạt $172,86 \pm 0,35\text{ mg GAE/g}$ và hàm lượng flavonoid đạt $125,58 \pm 0,28\text{ mg QE/g}$. Sai lệch giữa giá trị thực nghiệm và giá trị dự đoán không đáng kể, chứng tỏ mô hình hồi quy có độ phù hợp cao và điều kiện trích ly tối ưu được xác định bằng RSM hoàn toàn khả thi trong thực tiễn.

Bảng 4. Kết quả trích ly hàm lượng tổng phenolic và flavonoid từ dịch chiết lá cây Xạ đen (*C. hindsii*) theo điều kiện tối ưu

Điều kiện tối ưu			Các hàm mục tiêu	Giá trị thực nghiệm*	Giá trị dự đoán
X ₁ ($^\circ\text{C}$)	X ₂ (phút)	X ₃ (%)			
60	80	60	Y ₁ (mg GAE/g)	$172,86 \pm 0,35$	174,75
			Y ₂ (mg QE/g)	$125,58 \pm 0,28$	127,32

* Giá trị trung bình của ba lần thực nghiệm ($n = 3$)

IV. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã xác định thành công các điều kiện tối ưu để trích ly hàm lượng tổng phenolic và flavonoid từ dịch chiết lá cây Xạ đen (*C. hindsii*) bằng phương pháp bề mặt đáp ứng (RSM). Điều kiện tối ưu được xác định gồm nhiệt độ 60°C , thời gian trích ly 80 phút và nồng độ ethanol 60%. Ở các điều kiện này, hàm lượng tổng phenolic và flavonoid thu được lần lượt là $172,86 \pm 0,35\text{ mg GAE/g}$ và $125,58 \pm 0,28\text{ mg QE/g}$. Các giá trị này phù hợp với kết quả dự đoán của mô hình hồi quy, chứng tỏ mô hình có độ tin cậy cao và có thể ứng dụng hiệu quả trong tối ưu hóa quy trình trích ly.

Kết quả nghiên cứu không chỉ cung cấp cơ sở khoa học cho việc chuẩn hóa quy trình chiết xuất các hợp chất chống oxy hóa từ lá Xạ đen (*C.*

hindsii) mà còn góp phần định hướng cho việc phát triển các sản phẩm ứng dụng trong lĩnh vực dược liệu và thực phẩm chức năng. Đồng thời, mô hình tối ưu hóa được xây dựng có thể được mở rộng áp dụng cho các nghiên cứu trích ly hoạt chất từ những loại dược liệu khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] **Phạm Hoàng Hộ**. 2003. *Cây cỏ Việt Nam*, tập 2, tr. 153. Nhà xuất bản Trẻ.
- [2] **Bui, Thi Thanh Duyen, Manh Hung Vu, and Thanh Tung Bui**. "Cytotoxicity and antioxidant effects of *Celastrus hindsii* Benth. Leaf extract." *VNU Journal of Science: Medical and Pharmaceutical Sciences* 36.1 (2020).
- [3] **Nguyen Van Huy, Thanh Loan Pham, and Quang Trung Nguyen**. "Anti - oxidative metabolite comparison between two phenotypes of *Celastrus hindsii* Benth." *Asian Journal of Agriculture and Biology* 8.4 (2020).
- [4] **Do Dat, Tran, et al.** "Flavonoid content and antifungal activity of *Celastrus hindsii* leaf extract obtained by supercritical carbon dioxide using ethanol as co - solvent." *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 52 (2023): 102824.
- [5] **D. Luo et al.**, "Terpenoids from the stems of *Celastrus hindsii* and their anti - RSV activities," *Fitoterapia*, vol. 130, pp. 118 - 124, Oct. 2018.
- [6] **R. Ruby - Figueroa**, "Response Surface Methodology (RSM)," *Encyclopedia of Membranes*, pp. 1 - 3, 2015.
- [7] **V. L. Singleton, R. Orthofer, and R. M. Lamuela - Raventós**, "Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin - ciocalteu reagent," *Oxidants and Antioxidants Part A*, pp. 152 - 178, 1999.
- [8] **C. C. Chang, M. H. Yang, H. M. Wen, and J. C. Chern**, "Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colometric methods," *Journal of Food and Drug Analysis*, vol. 10, no. 3, Jul. 2020.
- [9] **N.T. Thanh**, "Optimization of Microwave - Assisted Extraction of Antioxidant Compounds from Roots of *Polygonum multiflorum* Thunb. at Vietnam using Response Surface Methodology," *Malaysian journal of chemistry*, vol. 25, no. 4, Sep. 2023.
- [10] **D. C. Pham et al.**, "Optimization of Ultrasound-Assisted Extraction of Flavonoids from *Celastrus hindsii* Leaves Using Response Surface Methodology and Evaluation of Their Antioxidant and Antitumor Activities," *BioMed Research International*, vol. 2020, no. 1, Jan. 2020.

SUMMARY

STUDY ON EXTRACTION CONDITIONS FOR TOTAL PHENOLIC AND FLAVONOID CONTENTS FROM LEAVES OF *Celastrus hindsii* Benth.

This study was conducted to optimize the extraction process of compounds with antioxidant activity from the leaves of *Celastrus hindsii* Benth. The experimental design was based on the Box - Behnken model with three independent variables including temperature, extraction time and ethanol concentration. The results of the model analysis showed that all three factors significantly affected the yield of polyphenol and flavonoid extraction. The optimal extraction conditions were determined at a temperature of 60°C, a time of 80 minutes and an ethanol concentration of 60%. Under these conditions, the total phenolic and flavonoid contents reached 172.86 ± 0.35 mg GAE/g and 125.58 ± 0.28 mg QE/g, respectively. The research results provide an important scientific basis for standardizing the extraction process and developing medicinal products or functional foods from *Celastrus hindsii* Benth.

Keywords: *Celastrus hindsii*, phenolic, flavonoid.