

NGHIÊN CỨU ĐIỀU KIỆN TÁCH CHIẾT HỢP CHẤT CÓ HOẠT TÍNH SINH HỌC VÀ KHẢ NĂNG KHÁNG OXY HÓA CỦA DỊCH CHIẾT TỪ HƯƠNG THẢO (*Rosmarinus officinalis* L.)

*EFFECTS OF EXTRACTION CONDITIONS BIOACTIVE COMPOUNDS AND
ANTIOXIDANT CAPACITY OF EXTRACTS FROM ROSMARINUS OFFICINALIS L. LEAVES*

PHAN PHƯỚC HIỀN^(*), HỒ THỊ NGỌC TRÂM^(**), MÃ BÍCH NHU^(***)
và NGUYỄN THỊ KIM CƯỜNG^(****)

TÓM TẮT: Cây hương thảo (*Rosmarinus officinalis* L.) được sử dụng rộng rãi như một loại thảo dược truyền thống bởi chúng có chứa các hợp chất có hoạt tính sinh học. Trong bài viết, ảnh hưởng của các điều kiện tách chiết gồm nồng độ ethanol, nhiệt độ, tốc độ khuấy, số lần trích ly, thời gian trích ly, tỷ lệ mẫu/dung môi lên hàm lượng phenolic tổng của dịch chiết từ hương thảo được khảo sát để tìm ra điều kiện chiết tốt nhất. Khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết thu được cũng được xác định. Kết quả cho thấy, khi thay đổi điều kiện chiết, hàm lượng phenolic tổng sẽ khác nhau. Điều kiện thích hợp để thu được hàm lượng phenolic tổng cao nhất là nồng độ dung môi 50%, tỷ lệ mẫu/dung môi là 1/80 và tốc độ khuấy 200 vòng/phút, thời gian 30 phút, nhiệt độ 60°C, số lần trích ly 3 lần. Khả năng ức chế hoạt động của gốc tự do DPPH được đánh giá bằng giá trị IC₅₀ là 147,5 (μg/ml). Từ kết quả này có thể thấy dịch chiết thu được từ *Rosmarinus officinalis* L. có chứa các chất phenolic có khả năng kháng oxy hóa cao khi sử dụng điều kiện chiết thích hợp.

Từ khóa: *Rosmarinus officinalis* L.; phenolic tổng; DPPH.

ABSTRACT: Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.), which contains an array of biologically active phytochemicals, has been traditionally used as medicinal herbs. Herbs extracts have attracted a great deal of interest due to their potential as natural compounds in the modern food industry. In this study, effects of extraction conditions (ethanol concentration, temperature, stirring speed, number of extraction, extraction time) on total phenolic content of crude extracts of *Rosmarinus officinalis* L. were determined and antioxidant capacity of the extracts containing the highest total phenolic content were investigated. The results showed that the different extraction conditions resulted in different total phenolic content of the extract. The highest phenolic content of the extract was obtained using 50% ethanol as the best solvent at the ratio of sample:solvent of 1:80, shaking at 60°C for 30 min with stirring speed 200rpm, and 3 times of extraction. The antioxidant capacity of the extract measured as 2,2-diphenyl-picrylhydrazyl (DPPH) scavenging capacity was evaluated by IC₅₀ with the value 147.5 (μg/ml). As a result, the extract of *Rosmarinus officinalis* L. might be used as a source of phenolic compounds.

Key words: *Rosmarinus officinalis* L.; phenolic compounds; DPPH.

(*) PGS.TS. Trường Đại học Văn Lang, hien.pp@vlu.edu.vn, Mã số: TCKH27-11-2021

(**) ThS. Trường Đại học Văn Lang, tram.htn@vlu.edu.vn

(***) ThS. Trường Đại học Văn Lang, nhu.mb@vlu.edu.vn

(****) CN. Trường Đại học Nông lâm Thành phố Hồ Chí Minh

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự mất cân bằng giữa việc sản xuất các gốc tự do và hoạt động của các chất chống oxy hóa trong cơ thể là nguyên nhân gây ra các căn bệnh nguy hiểm như: Ung thư, suy giảm trí nhớ, xơ vữa động mạch... Để giảm nguy cơ mắc các bệnh do sự mất cân bằng oxy hóa gây ra, việc sử dụng các chất chống oxy hóa là rất cần thiết. Chất chống oxy hóa có nguồn gốc tổng hợp gây ra những tác dụng phụ không mong muốn khiến nhiều người lo ngại [1]. Việc thu nhận và ứng dụng các chất chống oxy hóa nguồn gốc tự nhiên nhằm thay thế dần các chất chống oxy hóa tổng hợp đang là một hướng nghiên cứu đầy triển vọng. Từ lâu, thực vật đã trở thành nguồn dược liệu quý trong y học dân gian bởi thực vật chứa các hợp chất phenolic. Các hợp chất phenolic là các hợp chất chuyển hóa thứ cấp của thực vật như flavonoid, alkaloid và terpenoid không chỉ có chức năng sinh lý mà có tác dụng tích cực đến sức khỏe con người vì chúng có tính chất chống oxy hóa. Hơn 400 loài thực vật có hoạt tính sinh học đã được công bố, việc tìm kiếm các loài thực vật mới vẫn luôn là sự quan tâm của các nhà khoa học [10]. Ngoài trà xanh, khổ qua, giao cổ lam, dây thìa canh, húng quế có tác dụng chống oxy hóa, hương thảo cũng phải được kể đến. Tại Việt Nam, hương thảo chỉ được sử dụng rộng rãi trong chế biến thức ăn và làm cây cảnh. Cần có những nghiên cứu về cây hương thảo và những tác dụng tuyệt vời của nó. Mục tiêu của bài viết này là tìm ra điều kiện tối ưu nhất để trích ly các hợp chất có hoạt tính sinh học từ hương thảo.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Hương thảo sử dụng trong nghiên cứu được The Seed Garden trồng và thu hái tại khu phố Văn Hà, thị trấn Đình Văn, huyện Lâm Hà, tỉnh Lâm Đồng. Nguyên liệu sau khi thu hái được vận chuyển nhanh về phòng thí nghiệm để tiến hành xử lý. Lá hương thảo được loại bỏ tạp chất, sấy ở 50°C đến độ ẩm thích hợp. Sau quá trình

sấy, lá hương thảo được xay nhỏ (kích thước rây 1mm) để đảm bảo đồng nhất mẫu. Thực hiện nghiên cứu và thu thập số liệu tại Phòng thí nghiệm Bộ môn Công nghệ Hóa học, Trường Đại học Nông lâm Thành phố Hồ Chí Minh.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Chiết xuất mẫu thực vật

Lá khô được nghiền bằng máy xay và bảo quản trong túi sạch, bình hút ẩm cho đến khi phân tích. Bột khô từ mẫu thực vật được chiết với ethanol. Quá trình trích ly được thực hiện trên 1 g mẫu bột khô hương thảo, thêm vào V (ml) dung dịch ethanol A% trích ly ở nhiệt độ C (°C) sau một khoảng thời gian nhất định có sự hỗ trợ của thiết bị khuấy từ. Sau đó, lọc qua giấy lọc, thu được dịch chiết hương thảo. Pha loãng dịch chiết ở nồng độ thích hợp.

2.2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình chiết xuất

Ảnh hưởng của nồng độ dung môi đến hàm lượng phenolics tổng: 0, 30, 50, 70 (%). Ảnh hưởng số lần trích ly đến hàm lượng phenolics tổng: 1, 2, 3, 4 (lần). Ảnh hưởng tỷ lệ mẫu và dung môi đến hàm lượng phenolics tổng: 1:40, 1:60, 1:80, 1:100, 1:120 g/mL. Ảnh hưởng nhiệt độ đến hàm lượng phenolics tổng: 30, 40, 50, 60, 70 (°C). Ảnh hưởng của thời gian trích ly đến hàm lượng phenolics tổng: 20, 30, 40, 50 (phút). Ảnh hưởng của tốc độ khuấy đến hàm lượng phenolics tổng: 0, 200, 300, 400 (vòng/phút).

2.2.3. Xác định hàm lượng polyphenol tổng

Hàm lượng polyphenol tổng được xác định theo phương pháp [12]. Cụ thể: Cho 0,5 ml dịch chiết đã pha loãng trộn với 2,5 ml thuốc thử Folin-Ciocalteu, lắc đều, cho phản ứng 8 phút. Sau đó, thêm 2 ml dung dịch Na₂CO₃ vào, lắc đều, chờ phản ứng 1 giờ. Hỗn hợp phản ứng được đo quang phổ ở bước sóng 765 nm. Kết quả trình bày bởi đương lượng miligam Gallic acid (mgGAE)/g chất khô.

2.2.4. Xác định hoạt tính chống oxy hóa

Hoạt tính chống oxy hóa của cao chiết hương thảo được xác định dựa vào khả năng

khử gốc tự do của DPPH. Khả năng khử gốc tự do DPPH được xác định theo phương pháp [17, tr.6929-6934]. Cụ thể: Cho 300 μ l dịch chiết đã pha loãng ở nồng độ thích hợp vào ống nghiệm. Sau đó, thêm 2 ml dung dịch DPPH vào lắc đều và để yên trong bóng tối 30 phút. Độ hấp thu quang học được đo ở bước sóng 517 nm. Khả năng khử gốc tự do DPPH được xác định theo công thức sau:

$$\text{DPPH (\%)} = 100 \times (\text{A}_{\text{CT}} - \text{A}_{\text{SP}}) / \text{A}_{\text{CT}}$$

Trong đó: A_{CT} : Độ hấp thu quang học của mẫu trắng; A_{SP} : Độ hấp thu quang học của mẫu chứa dịch chiết.

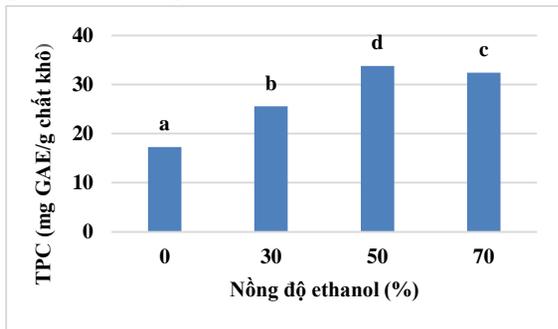
Kết quả báo cáo bởi giá trị IC_{50} là nồng độ của dịch chiết khử được 50% gốc tự do DPPH ở điều kiện xác định.

2.2.5. Xử lý số liệu

Tất cả các kết quả thực nghiệm được phân tích bằng phần mềm Stargraphics Centurion XV.I. Mỗi thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Kết quả được tính toán thống kê và phân tích phương sai (ANOVA), kiểm định LSD.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nồng độ dung môi đến phenolics tổng



Hình 1. Ảnh hưởng của nồng độ ethanol đến hàm lượng phenolic tổng (TPC)

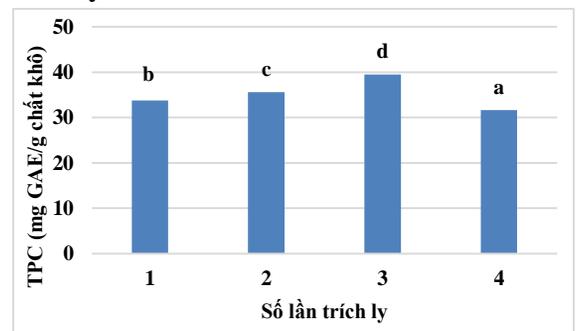
Chú thích: Các chữ cái khác nhau (a,b,c và d) chỉ ra sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Từ kết quả thể hiện ở Hình 1 cho thấy, hàm lượng polyphenol tăng dần khi tăng nồng độ ethanol từ 0% lên 50%. Tuy nhiên, nếu tiếp tục tăng nồng độ ethanol lên 70%, hàm lượng polyphenol tổng giảm. Nguyên nhân của sự thay đổi trên là do ethanol có thể trích ly nhiều

hợp chất có độ phân cực khác nhau, nếu nồng độ ethanol càng cao, làm tăng khả năng thâm thấu và khuếch tán của hoạt chất, dẫn đến hàm lượng polyphenol tăng. Tuy nhiên, nếu nồng độ ethanol tăng quá cao làm cho thành tế bào bị mất nước cục bộ dẫn tới hiện tượng các tế bào bị khô và co lại, quá trình trích ly bị cản trở nên hàm lượng ethanol giảm [15, tr.1727-1741]. Do đó, phải điều chỉnh độ phân cực của dung môi đã chọn sao cho phù hợp với quá trình trích ly.

Qua phân tích kết quả ANOVA, có sự ảnh hưởng của nồng độ ethanol đến hàm lượng polyphenol và có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95% ($P < 0,05$). Bảng phân tích kết quả LSD cho thấy giữa các nồng độ đều có sự khác biệt, nên chọn nồng độ ethanol 50% cho thí nghiệm tiếp theo.

3.2. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của số lần trích ly



Hình 2. Ảnh hưởng của số lần trích ly đến hàm lượng phenolic tổng (TPC)

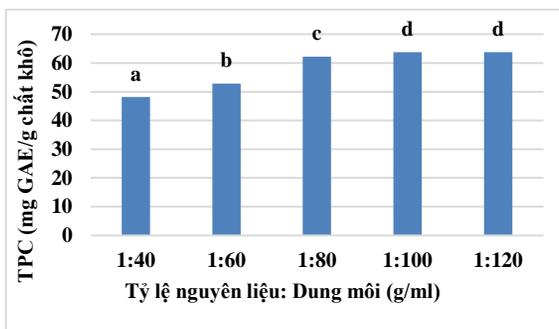
Chú thích: Các chữ cái khác nhau (a,b,c và d) chỉ ra sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Theo Hình 2, khi cố định yếu tố nồng độ dung môi ethanol 50%, khảo sát số lần trích ly với cùng một lượng dung môi, nếu đem chia nhỏ dung môi thành nhiều lần chiết (từ 1 đến 3 lần), hàm lượng polyphenol tăng. Nếu tiếp tục chia nhỏ, hàm lượng polyphenol có xu hướng giảm. Nguyên nhân, do khi chiết nhiều lần, lượng dung môi mới được thêm vào nhiều lần, làm chênh lệch nồng độ giữa chất cần chiết bên trong tế bào và bên ngoài dung môi tăng lên, giúp tăng hiệu quả trích ly. Lượng dung môi cần chia nhỏ ở mức thích hợp, nếu quá nhỏ sẽ

không đủ để trích ly hoặc hao hụt do quá trình lọc. Kết quả này tương tự với nghiên cứu [7], khi thực hiện trích ly polyphenol 3 lần cho hiệu quả trích ly cao; Nghiên cứu [4], [2, tr.205-213] cũng thực hiện trích ly 3 lần.

Qua phân tích kết quả ANOVA, có sự ảnh hưởng số lần trích ly đến hàm lượng polyphenol và có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95% ($P < 0,05$). Bảng phân tích kết quả LSD cho thấy, giữa các số lần trích ly có sự khác biệt. Trong đó chiết 3 lần cho hàm lượng cao nhất nên chọn trích ly 3 lần cho thí nghiệm tiếp theo.

3.3. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu: Dung môi



Hình 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu: Dung môi đến hàm lượng phenolic tổng (TPC)

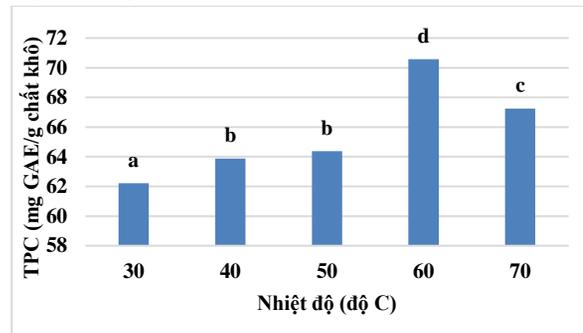
Chú thích: Các chữ cái khác nhau (a,b,c,d và e) chỉ ra sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Theo Hình 3, khi cố định yếu tố nồng độ dung môi ethanol 50%, 3 lần trích ly, kết quả khảo sát tỷ lệ nguyên liệu: Dung môi cho thấy, hàm lượng polyphenol tăng dần khi tăng lượng dung môi. Điều này thể hiện rõ ràng khi tỷ lệ thay đổi từ 1:40 (g/ml) đến 1:80 (g/ml). Khi tiếp tục tăng lượng dung môi, hàm lượng polyphenol thu được có xu hướng tiệm cận ngang. Điều này có thể giải thích: Khi tỷ lệ nguyên liệu: Dung môi cao thúc đẩy gradient nồng độ tăng, dẫn đến tăng độ khuếch tán giúp quá trình trích ly được tốt hơn [11, tr.977-985]. Bên cạnh đó, nguyên liệu có thể tiếp xúc với dung môi tốt hơn [20, tr.277-282]. Tuy nhiên, khi tiếp tục tăng tỷ lệ dung môi/nguyên liệu,

hiệu quả trích ly không tăng mà chỉ làm pha loãng dịch trích ly.

Qua phân tích kết quả ANOVA, có sự ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu: Dung môi đến hàm lượng polyphenol và có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95% ($P < 0,05$). Bảng phân tích kết quả LSD cho thấy giữa các tỷ lệ có sự khác biệt, riêng tỷ lệ 1:100 (g/ml) và 1:120 (g/ml) không có sự khác biệt. Mặc dù tỷ lệ 1:120 (g/ml) cho hàm lượng polyphenol cao hơn, nhưng vì lợi ích kinh tế nên chọn tỷ lệ 1:80 (g/ml) cho các thí nghiệm sau.

3.4. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ trích ly



Hình 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hàm lượng phenolic tổng (TPC)

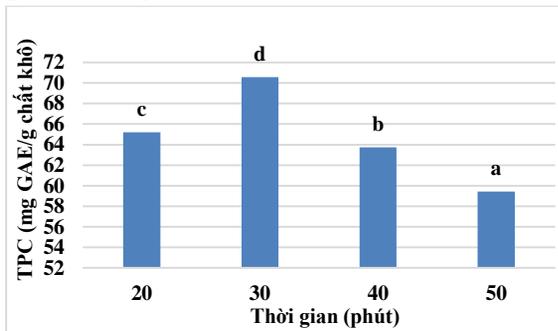
Chú thích: Các chữ cái khác nhau (a,b,c,d và e) chỉ ra sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Theo Hình 4, khi cố định yếu tố nồng độ dung môi ethanol 50%, 3 lần trích ly, tỷ lệ nguyên liệu: Dung môi 1:80 (g/ml), kết quả khảo sát nhiệt độ trích ly bằng cách đun trực tiếp cho thấy, nhiệt độ có ảnh hưởng đến hiệu quả trích ly polyphenol. Hàm lượng polyphenol tăng khi nhiệt độ tăng từ 30 °C đến 60°C. Nếu tiếp tục tăng nhiệt độ lên 70°C, hàm lượng polyphenol có xu hướng giảm. Điều này có thể giải thích: Khi nhiệt độ tăng sẽ tăng cường sự phân hủy các thành phần của tế bào thực vật dẫn đến tăng khả năng thẩm thấu qua màng tế bào [19, tr.4869-4873]. Đối với dung môi, khi tăng nhiệt độ, làm tăng độ hòa tan và tốc độ truyền khối. Độ nhớt và sức căng bề mặt giảm khi tăng nhiệt độ của dung môi, góp phần làm

tăng hiệu quả trích ly polyphenol [13, tr.901]. Nhiệt độ cao sẽ làm biến tính các hợp chất không bền với nhiệt dẫn đến làm giảm hàm lượng polyphenol [14, tr.15550-15571], so sánh với nghiên cứu [3], ở nhiệt độ 60°C cho hàm lượng polyphenol và cả flavonoid hiệu quả.

Qua phân tích kết quả ANOVA, có sự ảnh hưởng của nhiệt độ đến hàm lượng polyphenol và có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95% ($P < 0,05$). Bảng phân tích kết quả LSD cho thấy có sự khác biệt giữa các khoảng nhiệt độ, nên chọn nhiệt độ 60°C cho thí nghiệm tiếp theo.

3.5. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của thời gian trích ly



Hình 5. Ảnh hưởng của thời gian đến hàm lượng phenolic tổng (TPC)

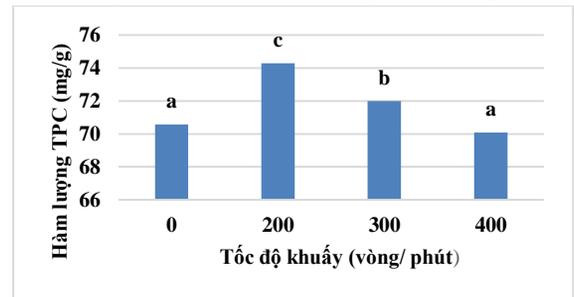
Chú thích: Các chữ cái khác nhau (a,b,c và d) chỉ ra sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Theo Hình 5, khi cố định yếu tố nồng độ dung môi ethanol 50%, 3 lần trích ly, tỷ lệ nguyên liệu: Dung môi 1:80 (g/ml), nhiệt độ trích ly 60°C, kết quả khảo sát thời gian trích ly cho thấy, thời gian có ảnh hưởng đến hàm lượng polyphenol trích ly. Hàm lượng polyphenol tăng khi tăng thời gian từ 20 phút đến 30 phút. Khi tiếp tục tăng thời gian, hàm lượng polyphenol giảm. Nguyên nhân của sự thay đổi trên là do khi tăng thời gian trích ly, dung môi có đủ thời gian thẩm thấu vào bên trong tế bào và polyphenol được khuếch tán ra dung môi nhiều hơn. Nếu thời gian quá ngắn, không thể trích ly triệt để lượng polyphenol. Nếu tiếp tục kéo dài thời gian có thể làm cho một số hợp chất dễ oxy

hóa bị oxy hóa, nên hàm lượng polyphenol giảm [8, tr.509-519].

Qua phân tích kết quả ANOVA, có sự ảnh hưởng của thời gian trích ly đến hàm lượng polyphenol, có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95% ($P < 0,05$). Bảng phân tích kết quả LSD cho thấy có sự khác biệt giữa các khoảng thời gian, nên chọn thời gian 30 phút cho thí nghiệm tiếp theo.

3.6. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của tốc độ khuấy



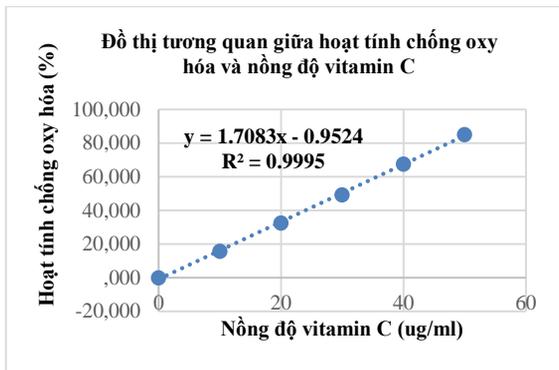
Hình 6. Ảnh hưởng của tốc độ khuấy đến hàm lượng phenolic tổng (TPC)

Chú thích: Các chữ cái khác nhau (a,b,c và d) chỉ ra sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Theo Hình 6, khi cố định yếu tố nồng độ dung môi ethanol 50%, 3 lần trích ly, tỷ lệ nguyên liệu: Dung môi 1:80 (g/ml), nhiệt độ trích ly 60°C, thời gian trích ly 30 phút, kết quả khảo sát tốc độ khuấy cho thấy, tốc độ khuấy có ảnh hưởng đến hàm lượng polyphenol. Hàm lượng polyphenol cao nhất ở tốc độ khuấy 200 vòng/ phút. Nếu tăng tốc độ khuấy lớn hơn, hàm lượng polyphenol bắt đầu giảm. Có thể khi tăng tốc độ khuấy làm tăng sự tiếp xúc giữa nguyên liệu và dung môi, làm tăng hàm lượng polyphenol. Nếu tiếp tục tăng tốc độ khuấy, làm hàm lượng oxy trong dung môi tăng, các chất dễ oxy hóa sẽ bị oxy hóa làm giảm hàm lượng polyphenol [16, tr.2572-2577].

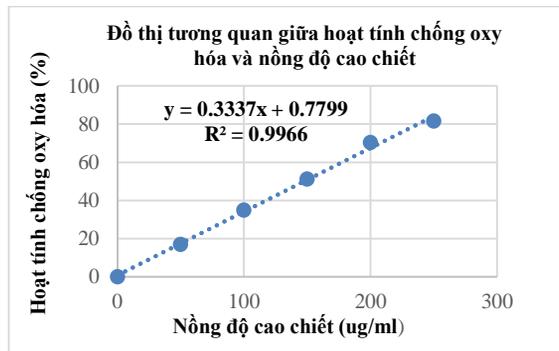
Qua phân tích kết quả ANOVA, có sự ảnh hưởng của tốc độ khuấy đến hàm lượng polyphenol, có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95% ($P < 0,05$). Bảng phân tích kết quả LSD cho thấy có sự khác biệt giữa các khoảng tốc độ khuấy, nên chọn tốc độ khuấy 200 vòng/phút cho thí nghiệm tiếp theo.

3.7. Kết quả đánh giá hoạt tính kháng oxy hóa của cao chiết



Hình 7. Đồ thị tương quan giữa hoạt tính chống oxy hóa và nồng độ vitamin C

Theo kết quả Hình 7, có phương trình tuyến tính biểu hiện mối tương quan giữa hoạt tính chống oxy hóa và nồng độ Vitamin C là $y = 1,7083x - 0,9524$. Từ đó, thay $y = 50$ vào được giá trị $IC_{50} = 29,83 \mu\text{g/ml}$.



Hình 8. Đồ thị tương quan giữa hoạt tính chống oxy hóa và nồng độ cao chiết

Dựa vào kết quả Hình 8, có phương trình tuyến tính biểu hiện mối tương quan giữa hoạt tính chống oxy hóa và nồng độ cao chiết hương

thảo là $y = 0,3337x + 0,7799$. Từ đó, thay $y = 50$ vào được giá trị $IC_{50} = 147,5 \mu\text{g/ml}$. Khả năng kháng oxy hóa của cao chiết hương thảo với $IC_{50} = 147,5 \mu\text{g/ml}$ thấp hơn 5 lần so với Vitamin C ($IC_{50} = 29,83 \mu\text{g/ml}$). Khi so với các loài cây khác như cây chùm ngây [9, tr.1423-1428] với $IC_{50} = 320 \mu\text{g/ml}$, cây cà gai leo với $IC_{50} = 1734 \mu\text{g/ml}$, cao hà thủ ô với $IC_{50} = 2586 \mu\text{g/ml}$ [18, tr.2798-2811], cao lá nhàu [6] với $IC_{50} = 917,16 \mu\text{g/ml}$... cao chiết hương thảo có hoạt tính kháng oxy hóa tốt hơn. Hương thảo có thể là một nguồn nguyên liệu mới trong sản xuất dược liệu.

4. KẾT LUẬN

Từ các kết quả trình bày trên, rút ra kết luận trong quá trình thực hiện như sau: Điều kiện thích hợp cho quá trình trích ly hợp chất có hoạt tính sinh học từ hương thảo: Nồng độ ethanol 50% (v/v), số lần trích ly là 3 lần, tỷ lệ nguyên liệu/dung môi 1/80 (g/ml), nhiệt độ trích ly 60°C , thời gian trích ly 30 phút và tốc độ khuấy 200 (vòng/phút). Hoạt tính kháng oxy hóa của cao chiết được đánh giá bằng giá trị IC_{50} lần lượt là 147,5 thấp hơn hoạt tính của Vitamin C là 29,83 ($\mu\text{g/ml}$). Khi so với các loài cây khác thì cao chiết hương thảo có hoạt tính kháng oxy hóa tốt hơn. Do đó, hương thảo có thể là một nguồn nguyên liệu mới trong sản xuất dược liệu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lại Thị Ngọc Hà và Vũ Thị Thu (2009), *Stress oxy hóa và các chất chống oxy hóa tự nhiên*, 7 (5), *Tạp chí Khoa học và Phát triển Đại học Nông nghiệp Hà Nội*.
- [2] Giang Trung Khoa, Bùi Quang Thuật, Ngô Xuân Mạnh (2017), *Bước đầu nghiên cứu ảnh hưởng của một số yếu tố công nghệ đến hiệu suất trích ly polyphenol từ lá chè (Camellia sinensis(L) O. Kuntze)*, *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*.
- [3] Phạm Ngọc Khôi, Nguyễn Thị Mỹ Duyên (2017), *Khảo sát điều kiện tách chiết và hoạt tính kháng oxy hóa kháng khuẩn của hợp chất polyphenol từ vỏ thân cây quao nước*, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh*.

- [4] Nguyễn Khoa Hạ Mai, Nguyễn Xuân Hải, Nguyễn Trung Nhân và Nguyễn Thị Thanh Mai (2014), *Tổng hàm lượng polyphenol của một số cây thuốc An Giang, Tạp chí phát triển Khoa học và Công nghệ.*
- [5] Nguyễn Tiến Toàn và Nguyễn Xuân Duy (2014), *Ảnh hưởng của điều kiện tách chiết đến hàm lượng polyphenol và hoạt tính chống oxy hóa của cây diệp hạ châu (Phyllanthus amarus) trồng tại Phú Yên, Tạp chí Khoa học và Phát triển.*
- [6] Đái Thị Xuân Trang và ctv (2012), *Khảo sát hoạt tính kháng khuẩn và kháng oxy hóa của cao methanol cây hà thủ ô trắng, Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ.*
- [7] Nguyễn Quang Vinh, Nguyễn Thị Minh Hiếu, Trịnh Xuân Cảnh và Nguyễn Ngọc Hữu (2014), *Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng polyphenol tổng số và khả năng kháng oxy hóa của đài hoa búp giấm (Hibiscus Sabdariffa L.), Tạp chí Khoa học Trường Đại học An Giang.*
- [8] Hoàng Thị Yến và ctv (2015), *Tối ưu hóa điều kiện tách chiết các hợp chất polyphenol có tính chống oxy hóa cao từ cây sim (Rhodomyrtus tomentosa (Ait) Hassk), Thu thập ở vùng đồi núi Chí Linh, Hải Dương, Tạp chí Sinh học.*
- [9] Abdulkadir, R.A., Zawawi, D., and Jahan, S.M. (2015), *DPPH antioxidant activity, total phenolic and total flavonoid content of different part of Drumstick tree (Moringa oleifera Lam), Journal of Chemical and Pharmaceutical Research.*
- [10] Addiriyah Chair for Environmental Studies, College of Science, King Saud University, Riyadh 11451, Saudi Arabia.
- [11] Al-Farsi M. A. and Chang Y. L. (2008), *Optimization of phenolics and dietary fiber extraction from date seeds*, 108, Food Chemistry.
- [12] Al-Dhabi N.A., K. Ponmurugan and Maran Jeganathan P. (2017), *Development and validation of ultrasound-assisted solid-liquid extraction of phenolic compounds from waste spent coffee grounds*, Department of Botany and Microbiology.
- [13] Brglez MoJzer, E., Knez Hrněiš, et al. (2016), *Polyphenols: Extracion methods, antifioxidatve action, bioavailability and anticarcinogenic effects*, Molecules.
- [14] Jing, C. L., Dong, X. F. et al. (2015), *Op-timization of ultrasonic-assisted extraction of flavonoid compounds and antioxidants from Alfalfa using response surface method*, Molecules.
- [15] Lako J., Trenerry V. C., Wahlqvist M., Wattanapenpaiboon N., Sotheeswaran S., Premier R. (2007), *Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods*, 101, Food Chemistry.
- [16] Mohamad et al. (2010), *Modelling for extraction of major phytochemical components from Eurycoma longifolia*, Journal of Applied Sciences.
- [17] Qin Y. Z., Hackman M. R., Ensunsa L. J., Holt R. R., and Keen L. C. (2002), *Antioxidative Activities of Oolong Tea*, Journal of Agricultural and Food Chemistry.
- [18] Quang – Vinh Nguyen, Jong – Ban Eun (2011), *Antioxidant activity of solvent extracts from Vietnamese medicinal plants*, Journal of Medicinal Plants Research.
- [19] Wang, M., Li, et al. (1998), *Antioxidative phenolic compounds from sage (Salvia officinalis)*, Journal of Agricultural and Food Chemistry.
- [20] Zhang, S. Q., Bi et al. (2007), *Ex-traction of bio-active components from Rhodiola sachalinensis under ultra high hydrostatic pressure*, Separation and Purification Technology.

Ngày nhận bài: 24-02-2021. Ngày biên tập xong: 25-4-2021. Duyệt đăng: 20-5-2021