



EFFECTS OF OPTIMUM CONDITIONS FOR EXTRACTION OF PHENOL COMPOUNDS FROM RHODOMYRTUS ROMMENTOSA LEAVES

Trinh Thi Chung*, Luu Hong Son

Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry - TNUS

Email address: trinhthichung@tuaf.edu.vn

DOI: 10.51453/2354-1431/2022/791

Article info	Abstract:
<i>Received: 10/06/2022</i> <i>Revised: 15/07/2022</i> <i>Accepted: 01/08/2022</i>	Optimum conditions for extraction of phenolic compounds and antioxidant activity by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) reagent of sim leaves (<i>Rhodomyrtus tomentosa</i>) harvested in Song Cong, Thai Nguyen province was determined by the conventional liquid-solid method. The phenolic content and antioxidant activity were affected by solvent type and the concentration of solvent, concentration of HCl used, solid/liquid ratio, temperature and extraction time. The selected conditions for the extraction of antioxidant phenol were as follows: methanol concentration, 60%, acidified with 0.5% HCl; solvent/material ratio 1/30; temperature 70°C and extraction time was 60 min. The obtained polyphenol content and DPPH scavenging activity of 162.33 ± 1.23mg equivalent of gallic acid per gram of dried leaves and 1334.84 ± 14.05 μmol of Trolox equivalent per gram of dried leaves, respectively. These high values indicate that sim leaves can be considered a potential nutraceutical source of antioxidant phenolic compounds in the future.
Keywords: <i>sim leaves, Rhodomyrtus tomentosa, phenolic compound, DPPH</i>	



NGHIÊN CỨU CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG TỚI TÁCH CHIẾT HỢP CHẤT POLYPHENOL TỪ LÁ SIM (*RHODOMYRTUS ROMMENTOSA*)

Trịnh Thị Chung*, Lưu Hồng Sơn

Trường Đại học Nông Lâm - Đại học Thái Nguyên

Địa chỉ email: trinhthichung@tuaf.edu.vn

DOI: 10.51453/2354-1431/2022/791

Thông tin bài viết	Tóm tắt
Ngày nhận bài: 10/06/2022 Ngày sửa bài: 15/07/2022 Ngày duyệt đăng: 01/08/2022	Tách chiết các hợp chất polyphenol và xác định hoạt tính chống oxy hóa bằng thuốc thử 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) của lá sim (<i>Rhodomyrtus tomentosa</i>) thu hoạch xã Tiên Hội, huyện Đại Từ, tỉnh Thái Nguyên được thực hiện bằng phương pháp chiết bằng dung môi thông thường. Hàm lượng polyphenol và hoạt tính chống oxy hóa được xác định bị ảnh hưởng bởi loại dung môi và nồng độ dung môi, tỷ lệ dung môi/nguyên liệu, nhiệt độ và thời gian chiết. Các điều kiện được lựa chọn phù hợp cho chiết xuất polyphenol có hoạt tính chống oxy hóa như sau: nồng độ ethanol, tỷ lệ dung môi/nguyên liệu; nhiệt độ và thời gian chiết lần lượt là 60%, 1/30, 70°C và 60 phút. Hàm lượng polyphenol thu được và hoạt tính chất oxy hóa của lá sim là $162,33 \pm 1,23$ mg GAE /g DW và $1334,84 \pm 14,05$ μmol TE/g DW đương lượng trolox trên một gam lá khô tương ứng. Những giá trị cao có thể thấy lá sim là một nguồn dược liệu tiềm năng về hợp chất polyphenol có hoạt tính chống oxy hóa cao để ứng dụng trong thực phẩm chức năng và dược phẩm trong tương lai.
Từ khóa: lá sim, <i>Rhodomyrtus tomentosa</i>, hợp chất polyphenol, DPPH.	

1. Mở đầu

Các hợp chất polyphenol đại diện cho một nhóm lớn các chất chuyển hóa thứ cấp được tạo ra trong thực vật (Lattanzio và cs., 2006). Theo D'A Kennedy và cs. (2011) khoảng 10000 cấu trúc polyphenol hiện đã được biết đến và chúng thường được phân loại thành flavonoid, axit phenolic, rượu phenolic, stilbenes và lignans. Thực vật cần các hợp chất phenolic để kháng sắc tố đối với mầm bệnh và cho nhiều chức năng khác như bức xạ bảo vệ và chất oxy hóa [10]. Trong công nghệ thực phẩm, các hợp chất polyphenol có thể ảnh hưởng tích cực đến các đặc tính cảm quan của thực phẩm có nguồn gốc thực vật và khả năng làm se [14]. Bên cạnh đó, chúng có thể được coi là các hợp chất tăng cường sức khỏe do các đặc tính sinh học quan trọng của

chúng là các hoạt động chống viêm, chống ung thư và chống vi khuẩn [12].

Sim (*Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk.) là một loài cây bụi thuộc họ Myrtaceae, có nguồn gốc Đông Nam Á. Nó phát triển rầm rộ ở nhiều quốc gia như Trung Quốc, Đài Loan, Philippines, Malaysia, Indonesia, Việt Nam và đã được sử dụng trong y học cổ truyền từ lâu [5]. Lá có thể được sử dụng để điều trị nhiễm trùng da như chốc lở, nhọt và áp xe hoặc có tác dụng sát trùng và dùng để làm sạch vết thương từ nước sắc của lá. Lá già nát có thể dùng đắp vết thương. Những điều này có thể được giải thích bởi sự hiện diện của các hợp chất polyphenol trong lá bao gồm tannin (pedunculagin, casuarinin và tomentosin, và flavonoid và combretol [7, 19] được xác định bằng phân tích định tính.

Với những công dụng có giá trị từ lá sim như trên, việc định lượng các hợp chất polyphenol trong lá sim cần được thực hiện chuyên sâu, trên đối tượng lá sim được trồng tại nhiều vùng lãnh thổ khác nhau để có thể ứng dụng nguồn nguyên liệu này trong tương lai gần. Vì vậy, nghiên cứu này sẽ tìm hiểu các yếu tố ảnh hưởng tới điều kiện chiết xuất các hợp chất polyphenol từ mẫu lá sim, thu thập được từ Đại Từ, Thái Nguyên. Dịch chiết có hàm lượng hợp chất phenol cao nhất sẽ được tiếp tục sử dụng trong phân tích đặc tính của các hợp chất phenol bằng HPLC-DAD-MS.

2. Địa điểm, thời gian và phương pháp nghiên cứu

2.1. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Vật liệu: Lá sim (*Rhodomyrtus tomentosa*) được thu hái tại xã Tiên Hội, huyện Đại Từ, tỉnh Thái Nguyên tháng 8 năm 2021. Mẫu lá được đặt trong hộp nhựa, giữ lạnh và được vận chuyển tới phòng thí nghiệm trong cùng ngày.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Hoá chất và thiết bị

Axitgallic, gốc 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid (Trolox) diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) được mua từ Sigma-Aldri Axeton; metanol, etanol và axit clohydric dùng phân tích được sản xuất tại Trung Quốc.

2.2.2. Bố trí thí nghiệm

Lá sim được rửa sạch, để ráo, bảo quản ở nhiệt độ -50°C trong 2 ngày. Mẫu sau đó được nghiền nhỏ 0,3 mm và được bảo quản ở -20°C trong lạnh đông.

Các công thức được tách chiết trong điều kiện: tỷ lệ nguyên liệu/ dung môi; nhiệt độ chiết và thời gian chiết lần lượt là 1/20 (cụ thể 0,5mg mẫu/ 10ml dung môi), 40°C và 60 phút. Sau khi ly tâm trong 10 phút ở 4°C , phần nổi phía trên được thu hồi và đem đi phân tích. Nghiên cứu sẽ được thực hiện với 5 thí nghiệm chính để xác định các yếu tố ảnh hưởng tới tách chiết hợp chất polyphenol và hoạt tính chống oxy hoá thu được.

Thí nghiệm 1: Xác định ảnh hưởng của loại dung môi.

Để xác định các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình tách chiết hợp chất polyphenol, thí nghiệm sử dụng 4 loại dung môi khác nhau gồm nước, ethanol, acetone và methanol. Các yếu tố khác gồm tỷ lệ nguyên liệu/ dung môi là 1/20, nhiệt độ chiết 40°C và thời gian chiết ở 60 phút.

Thí nghiệm 2: Xác định ảnh hưởng của nồng độ ethanol

Để xác định ảnh hưởng của nồng độ ethanol tới quá trình tách chiết polyphenol từ lá sim, thí nghiệm được bố trí với các mức nồng độ khác nhau 40% tới 80% với bước nhảy 10%. Các yếu tố khác gồm tỷ lệ nguyên

liệu/ dung môi, nhiệt độ chiết và thời gian chiết vẫn giữ nguyên, lần lượt vẫn là 1/20; 40°C và 60 phút.

Thí nghiệm 3: Xác định ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu/ dung môi

Thí nghiệm với mẫu lá sim được tách chiết trong điều kiện tỷ lệ nguyên liệu/ dung môi các mức là 1/60 tới 1/10. Nhiệt độ chiết và thời gian chiết là 40°C và 60 phút, và nồng độ ethanol được lựa chọn từ kết quả của thí nghiệm 2.

Thí nghiệm 4: Xác định ảnh hưởng của nhiệt độ chiết

Thí nghiệm được bố trí với các dải nhiệt độ từ 40°C tới 95°C để theo dõi ảnh hưởng của yếu tố nhiệt độ tới điều kiện tách chiết hợp chất polyphenol từ lá sim, với thời gian chiết là 60 phút, tỷ lệ nguyên liệu/ dung môi và nồng độ ethanol được lựa chọn từ kết quả thí nghiệm 2 và 3.

Thí nghiệm 5: Xác định ảnh hưởng của thời gian chiết

Thí nghiệm được bố trí với các dải thời gian 15, 30, 45, 60, 90 và 120 phút để theo dõi ảnh hưởng của yếu tố nhiệt độ tới điều kiện tách chiết hợp chất polyphenol từ lá sim. Các yếu tố khác gồm nồng độ ethanol, tỷ lệ nguyên liệu/ dung môi và nhiệt độ chiết được lựa chọn từ kết quả thí nghiệm 2, 3 và 4.

Các chỉ tiêu phân tích gồm hàm lượng polyphenol (mg GAE/g DW) và khả năng chống oxy hóa ($\mu\text{mol TE/g DW}$).

2.2.3. Phương pháp phân tích

Dịch chiết thu được được xác định hàm lượng polyphenol bằng phương pháp Folin-Ciocalteu [18] với chất chuẩn là acid gallic. Nghiên cứu cũng tiến hành xác định hoạt tính chống oxy hoá của hợp chất polyphenol thu được bằng các xét nghiệm Folin-Ciocalteu và DPPH [18, 4] với chất chuẩn là trolox. Kết quả khả năng kháng oxy hóa được biểu diễn theo μmol đương lượng Trolox (Trolox Equivalent -TE) trên 1 g chất khô (Dry Weight - DW) hay $\mu\text{M TE/g DW}$.

2.2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu biểu diễn là kết quả trung bình của 3 lần lặp lại $\pm$ SD, được phân tích bằng phần mềm SAS 9.0 và xử lý phân tích phương sai ANOVA.

3. Kết quả và thảo luận

Các kết quả bên dưới sẽ biểu thị ảnh hưởng của các yếu tố tới điều kiện tách chiết hợp chất phenol từ lá sim (*Rhodomyrtus Rommentosa*).

3.1. Ảnh hưởng của loại dung môi tới điều kiện tách chiết

Hàm lượng phenol và hoạt tính chống oxy hóa thu được được biểu thị ở bảng 3.1

Bảng 3.1. Ảnh hưởng của loại dung môi tới hàm lượng phenol và hoạt tính chống oxy hóa của lá sim

Loại dung môi	Hàm lượng phenol (mg GAE/ g DW)	Hoạt tính chống oxy hóa ($\mu\text{mol TE/g DW}$)
Nước	52,69 $\pm$ 1,23 ^c	415,47 $\pm$ 15,0 ^c
Methanol	100,02 $\pm$ 1,02 ^a	720,25 $\pm$ 9,0 ^a
Ethanol	94,78 $\pm$ 0,5^b	659,58 $\pm$ 10,35^{ab}
Acetone	61,81 $\pm$ 0,42 ^d	485,06 $\pm$ 21,02 ^c

(Ghi chú: Các giá trị trong cùng một cột có chỉ số mũ khác nhau thì có sự khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$)

Theo kết quả bảng 3.1, loại dung môi ảnh hưởng lớn tới hàm lượng polyphenol và hoạt tính chống oxy hóa thu được khác nhau có ý nghĩa ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Hiệu quả tách chiết thông qua hàm lượng polyphenol thu được từ lá sim giảm dần theo thứ tự các loại dung môi: methanol, ethanol, nước và acetone. Mặc dù chiết bằng dung môi ethanol cho hàm lượng polyphenol và hoạt tính oxy hóa sau methanol, ethanol được lựa chọn vì đây là dung môi không an toàn để ứng dụng trong bảo quản và chế biến thực phẩm [1, 11, 16]. Dung môi ethanol và nước đều cho hợp chất có hoạt tính oxy hóa khác nhau không có ý nghĩa, nhưng dung môi ethanol cho kết quả hàm lượng polyphenol cao hơn so với nước ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Ethanol cũng là lựa chọn tương đồng cho nhiều nghiên cứu trước đây để chiết polyphenol (1). Do vậy, thí nghiệm này lựa chọn ethanol làm dung môi chiết cho các thí nghiệm sau.

3.2. Ảnh hưởng của nồng độ ethanol tới điều kiện tách chiết

Kết quả thu được được biểu thị ở bảng 3.2.

Bảng 3.2 Ảnh hưởng của nồng độ ethanol tới hàm lượng phenol và hoạt tính chống oxy hóa của lá sim

Nồng độ ethanol (%)	Hàm lượng phenol (mg GAE/ g DW)	Hoạt tính chống oxy hóa ($\mu\text{mol TE/g DW}$)
40	95,45 $\pm$ 5,08 ^b	775,25 $\pm$ 10,15 ^{bc}
50	97,34 $\pm$ 1,18 ^a	690,45 $\pm$ 21,45 ^{bc}
60	112,02 $\pm$ 0,56 ^a	820,12 $\pm$ 18,33 ^a
70	98,56 $\pm$ 2,56 ^a	801,56 $\pm$ 15,73 ^{ab}
80	66,56 $\pm$ 1,07 ^d	530,44 $\pm$ 23,46 ^d

(Ghi chú: Các giá trị trong cùng một cột có chỉ số mũ khác nhau thì có sự khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$)

Theo kết quả bảng 3.2, nồng độ ethanol ảnh hưởng lớn đến hàm lượng polyphenol thu được và hoạt tính chống oxy hóa của lá sim thu được khác nhau có ý nghĩa ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Khi nồng độ ethanol tăng dần từ 40% đến 60% thì hàm lượng phenol và hoạt

tính chống oxy hóa thu được cũng tăng dần và đạt giá trị cực đại khi chiết tại nồng độ 60%. Khi chiết ở nồng độ cao hơn 70% thì hàm lượng phenol thu được thay đổi khác nhau không có ý nghĩa, nhưng giảm đáng kể ở nồng độ 80% ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Ở nồng độ dung môi 50% và 60% hàm lượng polyphenol thu được khác nhau không có ý nghĩa nhưng ở nồng độ dung môi 60% thu được hoạt tính oxy hóa cao hơn có ý nghĩa ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Kết quả này cũng tương đồng với nghiên cứu của Chew và cs. (2011) rằng lượng polyphenol chiết thu được cực đại ở nồng độ ethanol 60%. Một ảnh hưởng khác của nồng độ ethanol tới tách chiết polyphenol cũng được Chan và cs. (2009) tìm ra cho một loại chanh đại là 52,9%. Do vậy, nồng độ ethanol 60% được lựa chọn cho các thí nghiệm sau.

3.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu/ dung môi tới điều kiện tách chiết

Kết quả về hàm lượng polyphenol và hoạt tính oxy hóa thu được được biểu thị ở bảng 3.3

Bảng 3.3 Ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu/ dung môi tới hàm lượng phenol và hoạt tính chống oxy hóa của lá sim

Tỷ lệ nguyên liệu/ dung môi	Hàm lượng phenol (mg GAE/ g DW)	Hoạt tính chống oxy hóa ($\mu\text{mol TE/g DW}$)
1/10	42,58 $\pm$ 0,68 ^d	802,02 $\pm$ 14,94 ^b
1/20	112,02 $\pm$ 0,56 ^b	820,12 $\pm$ 28,33 ^b
1/30	123,05 $\pm$ 2,13^a	1200,01 $\pm$ 25,98^a
1/40	109,15 $\pm$ 1,19 ^b	805,78 $\pm$ 19,05 ^b
1/50	105,34 $\pm$ 2,15 ^b	800,01 $\pm$ 15,55 ^b
1/60	98,25 $\pm$ 1,05 ^c	589,25 $\pm$ 25,23 ^d

(Ghi chú: Các giá trị trong cùng một cột có chỉ số mũ khác nhau thì có sự khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$)

Từ bảng 3.3 cho thấy tỷ lệ nguyên liệu/ dung môi có ảnh hưởng tới hàm lượng polyphenol và hoạt tính oxy hóa thu được ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Tỷ lệ nguyên liệu/ dung môi giảm từ 1/40-1/60 thì hàm lượng polyphenol và hoạt tính oxy hóa có chiều hướng giảm nhẹ và có khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Tỷ lệ 1/30 cho kết quả thu được cao nhất và khác nhau có ý nghĩa ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Tỷ lệ nguyên liệu/ dung môi 1/30 này cũng được Nguyên và cs. (2014) lựa chọn lần lượt cho lá cây diệp hạ châu đắng (*Phyllanthus amarus*). Vì vậy, tỷ lệ nguyên liệu/ dung môi 1/30 được lựa chọn cho các thí nghiệm sau.

3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ tới điều kiện tách chiết

Kết quả thu được được biểu thị ở bảng 3.4.

Bảng 3.4 Ảnh hưởng của nhiệt độ tới hàm lượng phenol và hoạt tính chống oxy hóa của lá sim

Nhiệt độ (°C)	Hàm lượng phenol (mg GAE/ g DW)	Hoạt tính chống oxy hóa (μmol TE/g DW)
40	123,05 ± 2,13 ^c	953,01 ± 25,98 ^c
50	135,75 ± 3,21 ^c	959,10 ± 41,78 ^c
60	142,23 ± 1,01 ^b	1197,25 ± 25,67 ^b
70	162,33 ± 1,23^a	1334,84 ± 14,05^a
80	131,15 ± 0,75 ^d	1297,67 ± 11,05 ^a
90	108,81 ± 2,07 ^f	1188,76 ± 8,98 ^b
95	104,25 ± 1,05 ^e	1105,85 ± 10,71 ^b

(Ghi chú: Các giá trị trong cùng một cột có chỉ số mũ khác nhau thì có sự khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$).

Bảng 3.4 cho thấy nhiệt độ có ảnh hưởng đáng kể đến hàm lượng polyphenol và khả năng chống oxy hóa của dịch mẫu lá sim. Hàm lượng polyphenol và khả năng chống oxy hóa tăng khi nhiệt độ tăng, và đạt giá trị lớn nhất ở khoảng 70°C và sau đó giảm xuống. Kết quả này tương đồng với các nghiên cứu tách chiết polyphenol từ vỏ 1 loài chanh đại [1] và từ lá neem [6]. Đồng thời, nếu nhiệt độ tiếp tục tăng, hàm lượng polyphenol thu được cũng giảm từ 162,33 ± 1,23 mg GAE/ g DW xuống 104,25 ± 1,05 mg GAE/ g DW ở mức 95°C với sự giảm khác nhau có ý nghĩa ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$ của hoạt tính chống oxy hóa. Việc tăng nhiệt độ chiết xuất có thể làm tăng chi phí sản xuất và sự phân hủy hợp chất phenol có thể xảy ra đồng thời [6, 1]. Ở nhiệt độ 70°C mẫu lá sim cũng cho hàm lượng polyphenol và hoạt tính chống oxy hóa là cao nhất và có ý nghĩa ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Vì vậy 70°C được chọn nhiệt độ tốt nhất để chiết xuất chất chống oxy hóa polyphenol từ lá sim, nên nhiệt độ này sẽ được áp dụng trong thí nghiệm tiếp theo.

3.5. Ảnh hưởng của thời gian tới điều kiện tách chiết

Bảng 3.5 Ảnh hưởng của nhiệt độ tới hàm lượng phenol và hoạt tính chống oxy hóa của lá sim

Thời gian (phút)	Hàm lượng phenol (mg GAE/ g DW)	Hoạt tính chống oxy hóa (μmol TE/g DW)
15	54,67 ± 1,34 ^f	578,51 ± 17,01 ^f
30	68,89 ± 2,23 ^c	807,53 ± 9,34 ^c
45	129,23 ± 0,78 ^d	1200,34 ± 20,56 ^c
60	162,33 ± 1,23^a	1334,84 ± 14,05^a
90	145,16 ± 2,14 ^b	1235,12 ± 23,05 ^b
120	131,68 ± 3,35 ^c	996,78 ± 17,68 ^d

(Ghi chú: Các giá trị trong cùng một cột có chỉ số mũ khác nhau thì có sự khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$).

Thời gian chiết xuất có ảnh hưởng đáng kể đến hàm lượng hợp chất phenol và khả năng chống oxy hóa của dịch chiết lá sim ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Hàm lượng phenol và khả năng chống oxy hóa tăng lên khi thời gian tăng lên, và đạt giá trị cực đại vào khoảng 60 phút và sau đó giảm xuống. Kết quả này chỉ ra rằng 60 phút là đủ để chiết xuất các hợp chất phenolic chống oxy hóa của lá sim. Quá trình chiết xuất kéo dài hơn ở mức 90 và 120 phút có thể dẫn đến quá trình oxy hóa hoặc phân hủy hợp chất phenol do tiếp xúc với ánh sáng, oxy hoặc nhiệt độ cao [9]. Vì vậy, 60 phút được lựa chọn là khoảng thời gian thích hợp để tách chiết polyphenol từ lá mẫu lá sim.

4. Kết luận

Kết quả về ảnh hưởng của loại dung môi và nồng độ, tỷ lệ nguyên liệu/ dung môi, nhiệt độ và thời gian chiết cho thấy rằng các điều kiện sau đây là hiệu quả nhất để chiết tách các hợp chất chống oxy hóa phenol từ lá sim: ethanol 60%, tỷ lệ nguyên liệu/ dung môi 1/30, nhiệt độ 70°C và thời gian chiết là 60 phút. Hàm lượng polyphenol và khả năng chống oxy hóa dịch chiết lá sim thu được bằng cách sử dụng các điều kiện này là 162,33 ± 1,23 mg GAE /g DW và 1334,84 ± 14,05 μmol TE/g DW, tương đương với 324000mg GAE / kg FW (FW: fresh weight – lá tươi) và 2668000 μmol TE/kg FW. Theo Mongkolsilp và cs. (2004) và Silva và cs. (2007) các giá trị này cao hơn nhiều so với giá trị tương ứng lần lượt của cây thuốc Thái Lan 12200-97400 mg GAE / kg FW và của cây thuốc Amazon là 9800-45500mg GAE / kg FW. Điều này có thể cho thấy rằng lá sim có thể trở thành một trong những nguồn cung cấp các hợp chất phenol có hoạt tính chống oxy hóa cao trong giới thực vật. Vì vậy, nghiên cứu này cần được mở rộng, khai thác và ứng dụng trong ngành thực phẩm và dược phẩm trong tương lai. Dịch chiết lá sim thu được có thể được phân tích bằng HPLC-DAD-MS để xác định rõ hơn đặc tính của các hợp chất polyphenol sâu hơn.

REFERENCES

- [1]. Chan, S. W., Lee, C. Y. Yap. C. E. Wan Aida, W. M., Ho, C. W. (2009). Optimization of extra conditions for phenolic compounds from lima phenolic compounds from limau purut (*Citrus hystrix*) peels. International Food Research Journal, 16, 203-213.
- [2]. Chew, K. K., Ng, S. Y., Thoo, Y. Y. K., Ng, S. Y., Thoo, Y. Y., Khoo, M. Z., Wan Aida, W. M., Ho, C. W. (2011). Effect of ethanol concentration, extraction time and extraction temperature on the recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity of *Centella Asiatica* extracts. International Food Research Journal, 18, 571-578.
- [3]. Cicerale, S., Lucas, L. J., & Keast, R. S.J. (2012). Antimicrobial, antioxidant and anti-inflaming

phenolic activities in extra virgin olive oil. *Current Opinion in Biotechnology*, 23, 129-135.

[4]. Duan, X., Jiang, Y., Su, X., Zhang, Z., Shi, J. (2007). Antioxidant properties of anthocyanins extract from litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit pericarp tissues in relation to their role in the pericarp brown Food Chemistry, 101 (4), 1365–1371.

[5]. Do, T. L. (2011). *Medicine plants and remedies of Vietnam* (16th ed.). Ha Noi, Viet Nam: Thoi Dai Publication House.

[6]. Hismath, I., Wan Aida, W. M., Ho, C. W. (2011). Optimization of extraction conditions for phenolic compounds from neem (*Azadirachta indica*) leaves. *International Food Research Journal*, 18 (3), 931-939.

[7]. Kennedy, D. O. & Wightman, E. L. (2011). Herbal extracts and phytochemicals: plant secondary metabolites and the enhancement of human brain function. *Advances in Nutrition*, 2(1), 32-50.

[8]. Kossah, R. Nsabimana, C. Zhang, H., Chen, W. (2010). Optimization of extraction promotes from Syrian sumac (*Rhus coriaria* L.) and Chinese sumac (*Rhus typhina* L.) fruits, *Research Journal of Phytochemistry*, 4 (3), 146–153.

[9]. Lai, T. N. H., André, C. M. Chirinos, R., Nguyen, T. B. T., Larondelle, Y., Rogez, H. (2014). Optimization of extraction of piceatannol from *Rhodomyrtus tomentosa* seeds using response surface methodology. *Separation and Purification Technology*, 134, 139-146.

[10]. Lattanzio, V., Lattanzio, V. M. T., Cardinali A. (2006). Role of phenolics in the resistance mechanisms of plants against fungal pathogens and insects. In F. Imperato (Ed.) *Phytochemistry: Advances in Research* (pp 23-67). Kerala, India: Research Signpost.

[11]. Lohvina, H.; Sándor, M.; Wink, M. (2022). Effect of Ethanol Solvents on Total Phenolic Content and Antioxidant Properties of Seed Extracts of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) Varieties and Determination of Phenolic Composition by HPLC-ESI-MS. *Diversity*, 14, 7. <https://doi.org/10.3390/d14010007>

[12]. Mongkolsilp, S., Pongbupakit, I., Sae-Lee, N., Sitthithaworn, W. (2004). Radical scavenging activity and total phenolic content of medicinal plants used in primary health care. *SWU European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 9 (1), 32-35.

[13]. Nguyen, T.T. & Nguyen, X. D. (2014). *Effect of extraction conditions on polyphenol content and antioxidant activity of Diep Ha Chau (Phyllanthus amarus) grown in Phu Yen*, *Journal of Science and Development*, 12 (3), 412-421.

[14]. Oliveira, L. de L. de, Carvalho, M. Veras. De, Melo, L. (2014). Health-promoting and sensory properties of phenolic compounds in food. *Revista Ceres*, 61 (suppl.), 764-779.

[15]. Pompeu, D. R., Silva, E. M., Rogez, H. (2009). Optimization of the solvent extraction of phenolic antioxidants from fruits of *Euterpe oleracea* using response surface methodology. *Bioresource Technology* 100, 6076-6082.

[16]. Quy Diem Do, Artik Elisa Angkawijaya, Phuong Lan Tran-Nguyen, Lien Huong Huynh, Felycia Edi Soetaredjo, Suryadi Ismadji, Yi-Hsu Ju (2014). *Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of Limnophila aromatica*, *Journal of Food and Drug Analysis*, Vol. 22 (3), p. 296-302, <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2013.11.001>

[17]. Silva, E. M., Rogez, H., Larondelle, Y. (2007). Optimization of extraction of phenolics free *edulis* leaves using response surface methodology. *Separation and Purification Technology*, 55, 381-387.

[18]. Singleton, V. L., Rossi, J. A. J. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144–158.

[19]. Yanze, L., Aijun, H., Chunru, J. (1998). Isolation and structure of hydrolysable tanning from *Rhodomyrtus tomentosa*. *Natural Product Research and Development*, 10 (1), 14-19.