DOI: 10.31276/VJST.2026.4220

Khoa học kỹ thuật và công nghệ | *Kỹ thuật thực phẩm và đồ uống*; **Khoa học nông nghiệp** | *Các lĩnh vực khác của khoa học nông nghiệp*

Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình trích ly hợp chất phenolic và flavonoid từ lá chòi mòi (*Antidesma ghaesembilla*)

Lý Thị Minh Hiệu*

Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh, 12 Nguyễn Văn Bảo, phường Hạnh Thông, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

Ngày nhận bài 17/8/2026; ngày chuyển phản biện 19/8/2026; ngày nhận phản biện 19/9/2026; ngày chấp nhận đăng 21/9/2026

Tóm tắt:

Lá chòi mòi (*Antidesma ghaesembilla*) là nguồn nguyên liệu tiềm năng chứa các hợp chất phenolic và flavonoid có hoạt tính sinh học. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định độ ẩm, thành phần hợp chất thứ cấp và khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ dung môi/nguyên liệu, nhiệt độ và thời gian đến hàm lượng phenolic tổng (TPC) và flavonoid tổng (TFC) trong dịch chiết lá chòi mòi. Lá tươi được sấy ở 50°C trong 6 giờ, sau đó tiến hành phân tích định tính các hợp chất thứ cấp và khảo sát các yếu tố trích ly với dung môi nước. Kết quả cho thấy độ ẩm của lá sau sấy đạt 6,68%; dịch chiết chứa phenolic, flavonoid, saponin, alkaloid, terpenoid và tannin, trong khi coumarin chỉ phát hiện ở mức thấp. Kết quả khảo sát đơn yếu tố cho thấy, tỷ lệ dung môi/nguyên liệu 60:1 (v/w), nhiệt độ 70°C và thời gian trích ly 90 phút là các mức cho kết quả tốt nhất trong phạm vi khảo sát. Hàm lượng TPC và TFC cao nhất lần lượt đạt 0,82 mg GAE/g chất khô và 1,77 mg QE/g chất khô. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học cho việc chiết xuất các hợp chất có hoạt tính sinh học từ lá chòi mòi, định hướng ứng dụng trong thực phẩm và dược phẩm.

Từ khóa: ***Antidesma ghaesembilla*, hoạt chất sinh học, yếu tố chiết xuất.**

Chỉ số phân loại: **2.10, 4.7**

**Email: ltmhieu24@gmail.com*

DOI: 10.31276/VJST.2026.4220

Factors affecting the extraction of phenolic and flavonoid compounds from Choi moi leaves (*Antidesma ghaesembilla*)

Thi Minh Hieu Ly*

Institute of Biotechnology and Food Technology, Industrial University of Ho Chi Minh City, 12 Nguyen Van Bao Street, Hanh Thong Ward, Ho Chi Minh City, Vietnam

Received 17 August 2026; revised 19 September 2026; accepted 21 September 2026

Abstract:

***Antidesma ghaesembilla* leaves are a potential source of phenolic and flavonoid compounds with bioactive properties. This study aimed to determine the moisture content, secondary metabolite composition, and investigate the effects of solvent-to-material ratio, temperature, and time on total phenolic content (TPC) and total flavonoid content (TFC) in the leaf extracts. Fresh leaves were dried at 50°C for six hours, followed by qualitative analysis of secondary metabolites and evaluation of extraction factors using aqueous solvent. The results showed that the moisture content of dried leaves was 6.68%; the extracts contained phenolics, flavonoids, saponins, alkaloids, terpenoids, and tannins, while coumarins were detected only at low levels. The results of the one-factor-at-a-time experiments showed that a solvent-to-material ratio of 60:1 (v/w), an extraction temperature of 70°C, and an extraction time of 90 min yielded the best results within the investigated ranges. The highest TPC and TFC values were 0.82 mg GAE/g dry matter and 1.77 mg QE/g dry matter, respectively. These findings provide a scientific basis for the extraction of bioactive compounds from *Antidesma ghaesembilla* leaves, with potential applications in food and pharmaceutical industries.**

Keywords: ***Antidesma ghaesembilla*, bioactive compounds, extraction parameters.**

Classification numbers: **2.10, 4.7**

1. Đặt vấn đề

Cây chòi mòi (*Antidesma ghaesembilla* Gaertn.) thuộc họ Thầu dầu (Euphorbiaceae), là loài thực vật bản địa phân bố phổ biến tại các nước Đông Nam Á, trong đó có Việt Nam [1]. Trong y học cổ truyền, lá chòi mòi được sử dụng để điều trị các bệnh ngoài da, đau đầu và hạ sốt, trong khi quả được dùng chữa viêm họng và các bệnh về phổi [1, 2]. Về mặt hóa học, lá *A. ghaesembilla* chứa nhiều nhóm hợp chất thứ cấp đa dạng. P.C. Patil và cs (2013) [1] đã sàng lọc sơ bộ và xác định sự hiện diện của phenolic, flavonoid, saponin, alkaloid, terpenoid và tannin trong dịch chiết lá. P.V. Kiem và cs (2017) đã phân lập được hai alkaloid mới (antidesoic acids A và B) cùng với mười bốn hợp chất đã biết (gồm bisflavone, phenolic glycoside, lignan và các hợp chất khác) từ lá chòi mòi [2]. Ngoài ra, các nghiên cứu cũng đã phân lập được flavonoid glycoside [2], isoflavonoid glycoside từ vỏ cây *A. laciniatum* và các hợp chất thuộc nhóm phenolic từ các bộ phận khác nhau của chi *Antidesma* [3].

Về hoạt tính sinh học, P.V. Kiem và cs (2017) [2] đã chứng minh bisflavone phân lập từ lá có khả năng ức chế mạnh sản sinh nitric oxide (NO) trên tế bào BV2 và đại thực bào RAW 264.7 với giá trị IC_{50} lần lượt là 5,4 và 8,0 µM, trong khi các hợp chất khác thể hiện hoạt tính ức chế NO ở mức trung bình (IC_{50} từ 11,7 đến 77,4 µM) [3]. Bên cạnh đó, dịch chiết lá cây còn được ghi nhận có khả năng chống oxy hóa, kháng khuẩn và kháng viêm [2, 4]. P. Sithisarn và cs (2015) [5] đã nghiên cứu hàm lượng phenolic tổng (1,22±0,36 g GAE/100 g cao) và anthocyanin (7,09±0,24 g C-3-GE/100 g cao) trong dịch chiết quả chòi mòi, đồng thời đánh giá hoạt tính kháng oxy hóa.

Tại Việt Nam, mặc dù *A. ghaesembilla* phân bố khá phổ biến, các nghiên cứu về thành phần hóa học và hoạt tính sinh học của loài này vẫn còn rất hạn chế. Hầu hết các nghiên cứu trên thế giới tập trung vào phân lập và định danh hợp chất, trong khi các nghiên cứu về điều kiện trích ly để thu hồi các hợp chất phenolic và flavonoid từ lá chòi mòi hầu như chưa được thực hiện một cách có hệ thống. Việc xác định các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình trích ly (như tỷ lệ dung môi/nguyên liệu, nhiệt độ và thời gian) là rất cần thiết để xác định hàm lượng phenolic/flavonoid, các hợp chất có hoạt tính sinh học, làm tiền đề cho các nghiên cứu ứng dụng sau này.

Do đó, nghiên cứu này được thực hiện với các mục tiêu: (1) Xác định độ ẩm của lá tươi và lá sau sấy; (2) Phân tích định tính các hợp chất thứ cấp trong lá *A. ghaesembilla*; (3) Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ dung môi/nguyên liệu, nhiệt độ và thời gian trích ly đến hàm lượng phenolic tổng (TPC) và flavonoid tổng (TFC) của dịch chiết; (4) Xác định điều kiện trích ly phù hợp để thu hồi phenolic và flavonoid. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học cho việc khai thác nguồn nguyên liệu bản địa này cũng như định hướng ứng dụng trong thực phẩm chức năng và dược phẩm.

2. Vật liệu và phương pháp

2.1. Vật liệu và hóa chất

Nguyên liệu: Lá chòi mòi (*A. ghaesembilla*) được thu hoạch tại Ấp Sậy Đôi, xã Long Thành, tỉnh Long An (trước sáp nhập). Mẫu được lấy từ cây 3-4 năm tuổi, phát triển tự nhiên trong điều kiện không bón phân và không sử dụng thuốc bảo vệ thực vật. Cây sinh trưởng tại vùng đất thấp, nhiệt đới gió mùa, độ che phủ ánh sáng khoảng 70-80% (dưới tán rừng thưa). Lá được thu vào tháng 3/2025 (mùa khô), vào lúc 9-10 giờ sáng, chỉ chọn những lá không sâu bệnh, không dập nát, nằm ở vị trí giữa tán cây trở lên.

Hóa chất: Nước cất (hệ thống lọc nước cất, Việt Nam), axit gallic 99% (Sigma-Aldrich, Hoa Kỳ), thuốc thử Folin-Ciocalteu (Merck, Đức), Na_2CO_3 7,5% (Xilong, Trung Quốc), quercetin (Sigma-Aldrich, Hoa Kỳ), $AlCl_3$ (Xilong, Trung Quốc), $NaNO_2$ (Merck, Đức), NaOH (Xilong, Trung Quốc), chloroform (Xilong, Trung Quốc), H_2SO_4 đậm đặc (Merck, Đức), $FeCl_3$ 5% (Xilong, Trung Quốc). Tất cả hóa chất đều ở dạng tinh khiết phân tích (AR).

2.2. Phương pháp xử lý mẫu

Lá chòi mòi sau khi thu hái được vận chuyển về phòng thí nghiệm trong vòng 2 giờ, bảo quản trong túi PE kín, để ở nơi thoáng mát. Quá trình sơ chế được thực hiện qua các bước sau:

Bước 1 - Lựa chọn và làm sạch: Lá được phân loại thủ công, loại bỏ cuống lá già, lá bị sâu bệnh, lá dập nát hoặc có màu sắc bất thường. Chỉ giữ lại những lá nguyên vẹn, có màu xanh đặc trưng, kích thước đồng đều (chiều dài khoảng 5-8 cm). Lá sạch được rửa nhẹ nhàng dưới vòi nước chảy trong 2-3 phút để loại bỏ đất cát và bụi bẩn, sau đó tráng lại bằng nước cất 2 lần.

Bước 2 - Để ráo và tiền xử lý: Lá sau khi rửa được để ráo tự nhiên trên khay nhựa sạch, ở nhiệt độ phòng (khoảng 25-30°C), trong bóng râm, thời gian 30-45 phút cho đến khi bề mặt lá khô ráo, không còn nước đọng.

Bước 3 - Sấy khô: Lá được trải đều trên khay sấy thành một lớp mỏng (không chồng lên nhau) và sấy trong tủ sấy (Memmert UN110, Đức) ở nhiệt độ 50°C trong thời gian 6 giờ. Trong quá trình sấy, khay sấy được xoay vị trí 3 lần (sau giờ thứ 2, 4 và 5) để đảm bảo nhiệt độ phân bố đều. Lá sau sấy được để nguội tự nhiên đến nhiệt độ phòng trong bình hút ẩm chứa silica gel.

Bước 4 - Nghiền và rây: Mẫu lá khô được xay nhuyễn bằng máy xay chuyên dụng (IKA A11, Đức) trong thời gian 1 phút, mỗi lần xay khoảng 30 g. Bột sau khi

xay được rây qua rây (Retsch, Đức) với kích thước mắt lưới 0,45 mm để thu được bột mịn đồng nhất. Phần bột không lọt rây được xay lại và rây tiếp cho đến khi toàn bộ mẫu lọt qua rây.

Bước 5 - Bảo quản: Bột lá mịn được cho vào túi zip kín, đậy kín, bảo quản ở điều kiện khô ráo, thoáng mát, tránh ánh sáng trực tiếp và được sử dụng cho các thí nghiệm tiếp theo trong vòng 48 giờ để đảm bảo ổn định chất lượng.

2.3. Phân tích định tính các hợp chất thứ cấp trong lá cây A. ghaesembilla

Cân 5 g lá *A. ghaesembilla* đã sấy khô, nghiền mịn và thêm vào nước với tỷ lệ 60:1 (v/w) với thời gian trích ly 90 phút trong 70°C. Lọc lấy dịch trích ly, quá trình trích ly được lặp lại 2 lần trong cùng điều kiện. Cuối cùng, cả ba dịch chiết được kết hợp và sử dụng để phân tích định tính các thành phần hoạt tính sinh học, như trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Định tính thành phần lá cây *Antidesma ghaesembilla*.

Thành phần	Phản ứng	Quan sát
Alkaloid [6]	2 ml dịch chiết + 3-4 giọt thuốc thử Wagner	Màu đỏ nâu, kết tủa
Coumarin [7]	2 ml dịch chiết + 3 ml NaOH (10%)	Màu vàng
Flavonoid [6]	1 ml dịch chiết + 1 ml NaOH (10%)	Màu vàng, kết tủa
Saponin và Terpenoid [8, 9]	2 ml dịch chiết + 2 ml chloroform + 3-4 giọt acid sulfuric đậm đặc (H_2SO_4)	Màu vàng, nâu cam
Phenolic và Tanin [10]	2 ml dịch chiết + 2 ml H_2O + 2-3 giọt $FeCl_3$ (5%)	Màu nâu đen

2.4. Độ ẩm của lá

Cân 1 g lá chòi mòi vào cân sấy ẩm (Sartorius MA150, Đức) ở 105°C, thiết bị tự ghi nhận % độ ẩm, phương pháp phân tích được lặp lại 3 lần [11].

2.5. Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến hàm lượng phenolic và flavonoid

Các thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên. Quá trình trích ly được thực hiện trong bình tam giác 250 ml đặt trên máy khuấy từ gia nhiệt (IKA C-MAG HS7, Đức), tốc độ khuấy 200 vòng/phút, sử dụng dung môi nước cất. Khối lượng bột lá cố định là 2 g cho mỗi thí nghiệm. Sau khi trích ly, dịch chiết được lọc qua giấy lọc Whatman No. 1 và thu dịch trong để phân tích TPC và TFC.

Trong mỗi thí nghiệm, chỉ thay đổi một yếu tố và cố định các yếu tố còn lại. Cụ thể:

2.5.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ dung môi/nguyên liệu

Khảo sát tỷ lệ dung môi/nguyên liệu (v/w) ở các mức: 20/1, 40/1, 60/1, 80/1 và 100/1. Cố định nhiệt độ ở 70°C và thời gian 90 phút.

2.5.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ trích ly

Khảo sát nhiệt độ trích ly ở các mức: 50, 60, 70, 80 và 90°C. Sử dụng tỷ lệ dung môi/nguyên liệu thu được từ thí nghiệm 2.5.1 và cố định thời gian 90 phút.

2.5.3. Ảnh hưởng của thời gian trích ly

Khảo sát thời gian trích ly ở các mức: 30, 60, 90, 120 và 150 phút. Sử dụng tỷ lệ dung môi/nguyên liệu và nhiệt độ thu được từ các thí nghiệm 2.5.1 và 2.5.2.

2.6. Xác định hàm lượng phenolic tổng

Đường chuẩn axit gallic được xây dựng ở dải nồng độ 0-100 µg/ml. Phương trình đường chuẩn thu được là y=0,0813x+0,1659 (trong đó, x: nồng độ chất chuẩn (µg/ml), y: độ hấp thụ quang) với hệ số xác định R^2=0,9847. Đường chuẩn được

xây dựng bằng cách sử dụng axit gallic làm chất chuẩn. Hàm lượng phenolic được xác định bằng phương pháp quang phổ UV-Vis (Gensys 20, Thermo Scientific, Hoa Kỳ), theo phương pháp của E.A. Ainsworth và cs (2007) [12] với một số sửa đổi.

Cân chính xác 2 g bột lá khô cho mỗi thí nghiệm trích ly ở các điều kiện đã khảo sát (mục 2.5.1, 2.5.2 và 2.5.3). Sau khi trích ly, dịch chiết được lọc và pha loãng thích hợp (hệ số pha loãng D=10). Hút 1 ml dịch chiết đã pha loãng cho vào ống nghiệm, thêm 2 ml thuốc thử Folin-Ciocalteu, lắc đều, ủ trong tối 5 phút. Hút thêm 4 ml dung dịch Na_2CO_3 7,5% (v/w), lắc đều, định mức bằng nước cất lên 10 ml, ủ tối ở nhiệt độ phòng trong 30 phút. Dung dịch được đo ở bước sóng 765 nm. Tổng hàm lượng phenolic được tính bằng công thức (1).

$$TPC\ (mg\ GAE/g\ chất\ khô) = (C \times V \times D)/m \quad (1)$$

trong đó: C là nồng độ tương đương axit gallic tính từ đường chuẩn (µg/ml); V là thể tích dịch chiết ban đầu đem trích ly (ml); D là hệ số pha loãng; m là khối lượng chất khô của mẫu đem trích ly (g).

2.7. Xác định hàm lượng flavonoid tổng

Đường chuẩn quercetin được xây dựng ở dải nồng độ 0-100 µg/ml. Phương trình đường chuẩn thu được là y=0,0033x+0,0243 (trong đó, x: nồng độ chất chuẩn (µg/ml), y: độ hấp thụ quang) với hệ số xác định R^2=0,9823. Đường chuẩn được xây dựng bằng cách sử dụng quercetin ($C_{15}H_{10}O_7$) làm chất chuẩn. Hàm lượng flavonoid được xác định bằng phương pháp quang phổ UV-Vis (Gensys 20, Thermo Scientific, Hoa Kỳ), theo phương pháp của E. Trinovani và cs (2025) với một số sửa đổi [13].

Cân chính xác 2 g bột lá khô cho mỗi thí nghiệm trích ly ở các điều kiện đã khảo sát (mục 2.5.1, 2.5.2 và 2.5.3). Sau khi trích ly, dịch chiết được lọc và pha

loãng thích hợp (hệ số pha loãng D=10). Hút 1 ml dịch chiết đã pha loãng cho vào ống nghiệm, thêm 0,3 ml NaNO2 0,5%, lắc đều, ủ 5 phút. Hút thêm 0,3 ml dung dịch $AlCl_3$ 10% (v/w), lắc đều, để phản ứng 1 phút. Thêm 2 ml dung dịch NaOH 1 M, định mức bằng nước cất lên 10 ml, ủ ở nhiệt độ phòng trong 15 phút. Dung dịch được đo ở bước sóng 415 nm. Tổng hàm lượng flavonoid được tính bằng công thức (2).

$$\text{TFC (mg QE/g chất khô)} = (C \times V \times D)/m \quad (2)$$

trong đó, C là nồng độ tương đương quercetin tính từ đường chuẩn (µg/ml); V là thể tích dịch chiết ban đầu đem trích ly (ml); D là hệ số pha loãng; m là khối lượng chất khô của mẫu đem trích ly (g).

2.8. Phân tích thống kê

Tất cả các thí nghiệm được thực hiện với 3 lần lặp lại độc lập, kết quả được biểu thị dưới dạng giá trị trung bình±độ lệch chuẩn (SD). Sự khác biệt giữa các giá trị trung bình được đánh giá bằng phân tích phương sai một yếu tố (one-way ANOVA), tiếp theo là kiểm định hậu nghiệm Tukey's honestly significant difference (HSD), với mức ý nghĩa thống kê được xác định tại $p \leq 0,05$. Phân tích thống kê được thực hiện bằng phần mềm Statgraphics Centurion XX (Statgraphics Technologies, Inc., Hoa Kỳ).

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Xác định đặc tính nguyên liệu và định tính thành phần trong nguyên liệu

Bảng 2. Độ ẩm của lá chòi mòi trước và sau khi sấy.

	Lá tươi	Lá khô
Độ ẩm (%)	$75,04^{b}$±0,52	$6,68^{a}$±0,33

Số liệu được thể hiện dưới dạng giá trị trung bình±độ lệch chuẩn (mean±SD). Các chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy p≤0,05.

Bảng 2 thể hiện lá chòi mòi tươi có hàm lượng ẩm tương đối cao, cho thấy nguyên liệu có khả năng bị hư hỏng nhanh và gặp hạn chế trong quá trình bảo quản sau thu hoạch. Đặc điểm này phù hợp với các đặc tính chung của nguyên liệu thực vật có hàm lượng ẩm cao [13]. Sau khi sấy ở 50°C trong 6 giờ, hàm lượng ẩm của lá chòi mòi giảm xuống còn 6,68%, chứng minh hiệu quả của quá trình sấy trong việc loại bỏ nước khỏi nguyên liệu. Hàm lượng ẩm thấp hơn có thể hạn chế các biến đổi bất lợi liên quan đến hoạt độ nước và sự phát triển của vi sinh vật, qua đó cải thiện khả năng bảo quản và tạo điều kiện thuận lợi cho việc lưu trữ nguyên liệu trước khi chế biến [1].

Bảng 3. Hàm lượng phenolic tổng (TPC) và flavonoid tổng (TFC) trong lá chòi mòi tươi và sau khi sấy.

Thành phần	Lá tươi	Lá khô
TPC (mg GAE/g CK)	$1,66^{b}$±0,04	$1,4^{a}$±0,02
TFC (mg QE/g CK)	$6,69^{b}$±0,33	$5,27^{a}$±0,41

Số liệu được thể hiện dưới dạng giá trị trung bình±độ lệch chuẩn (mean±SD). Các chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy p≤0,05.

Kết quả trình bày trong bảng 3 cho thấy, lá tươi có hàm lượng TPC là 1,66±0,04 mg GAE/g CK và TFC là 6,69±0,33 mg QE/g CK. Sau khi sấy ở 50°C trong 6 giờ, hàm lượng TPC giảm xuống còn 1,4±0,02 mg GAE/g CK và TFC

giảm còn 5,27±0,41 mg QE/g CK ($p \leq 0,05$). Sự sụt giảm đáng kể này cho thấy, quá trình sấy đã làm mất đi một lượng đáng kể các hợp chất phenolic và flavonoid, có thể liên quan đến sự phân hủy hoặc biến đổi của các hợp chất nhạy cảm với nhiệt trong quá trình xử lý. Xu hướng này phù hợp với báo cáo trước đây, cho thấy quá trình gia nhiệt có thể làm giảm hàm lượng phenolic và flavonoid trong nguyên liệu thực vật [11]. Mặc dù quá trình sấy làm giảm một phần hàm lượng hợp chất hoạt tính (từ 1,66 xuống 1,4 mg GAE/g đối với TPC), nguyên liệu khô vẫn được lựa chọn cho các thí nghiệm tiếp theo nhờ hàm lượng ẩm thấp (6,68%), thuận lợi cho bảo quản và kiểm soát nguyên liệu trong quá trình trích ly. Do đó, kết quả này đặt ra yêu cầu tiếp theo là khảo sát điều kiện trích ly nhằm tăng cường khả năng thu hồi các hợp chất phenolic và flavonoid còn lại trong nguyên liệu sau khi sấy.

Bảng 4 phân tích định tính dịch chiết lá chòi mòi, cho thấy sự hiện diện của nhiều nhóm hợp chất thứ cấp, bao gồm phenolic, flavonoid, saponin, alkaloid, terpenoid và tannin, trong khi coumarin chỉ được phát hiện ở mức thấp. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đây, trong đó nhiều hợp chất thuộc nhóm phenolic, flavonoid, coumarin, lignan, tannin, alkaloid và terpenoid đã được phân lập từ các bộ phận khác nhau của chi *Antidesma* [14, 15]. Trong số các hợp chất này, một số dẫn xuất phenolic, flanovoid, tanin, steroid đã được báo cáo có hoạt tính sinh học đáng chú ý tiêu biểu nhất là khả năng chống viêm [16]. Sự hiện diện của các hợp chất này cho thấy tiềm năng sinh học của lá chòi mòi, đồng thời cung cấp cơ sở để tiếp tục định lượng các hợp chất phenolic và flavonoid trong các phân tích tiếp theo.

Bảng 4. Kết quả định tính các hợp chất trong dịch chiết từ lá cây *Antidesma ghaesembilla.*

Hợp chất	Kết quả
Alkaloid	++
Coumarin	+
Flavonoid	+++
Saponin và Terpenoid	+++
Phenolic và tannin	+++

(-) không có, (+) có ít, (++) trung bình, (+++) nhiều.

3.2. Khảo sát tỷ lệ dung môi/nguyên liệu

Kết quả ở bảng 5 cho thấy, hàm lượng TPC và TFC của dịch chiết thay đổi rõ rệt theo tỷ lệ dung môi/nguyên liệu, phản ánh mức độ hòa tan các hợp chất phụ thuộc vào lượng dung môi sử dụng.

Bảng 5. Ảnh hưởng của tỷ lệ dung môi/nguyên liệu (v/w) đến hàm lượng phenolic tổng (TPC) và flavonoid tổng (TFC).

Tỷ lệ dung môi/nguyên liệu (v/w)	TPC (mg GAE/g CK)	TFC (mg QE/g CK)
20/1	$0,48^{a}$±0,01	$0,38^{a}$±0,03
40/1	$0,67^{b}$±0,01	$0,46^{b}$±0,02
60/1	$0,82^{e}$±0,01	$1,77^{e}$±0,05
80/1	$0,73^{d}$±0,01	$1,53^{d}$±0,01
100/1	$0,69^{c}$±0,01	$0,61^{c}$±0,02

Số liệu được thể hiện dưới dạng giá trị trung bình±độ lệch chuẩn (mean±SD). Các chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy p≤0,05.

Cụ thể, khi tăng tỷ lệ dung môi/nguyên liệu từ 20/1 đến 60/1, hàm lượng TPC tăng từ 0,48±0,01 đến 0,82±0,01 mg GAE/g CK (tăng khoảng 1,6 lần), trong khi hàm lượng TFC tăng từ 0,38±0,03 đến 1,77±0,05 mg QE/g CK (tăng khoảng 4,7 lần). Cả hai chỉ số đều đạt giá trị cao nhất tại tỷ lệ 60/1.

Khi tiếp tục tăng tỷ lệ dung môi đến 80/1 và 100/1, hàm lượng TPC lần lượt giảm xuống còn 0,73±0,01 và 0,69±0,01 mg GAE/g CK; tương tự, hàm lượng TFC giảm xuống còn 1,53±0,01 và 0,61±0,02 mg QE/g CK. Sự suy giảm này có thể do khi vượt quá tỷ lệ, phần lớn các hợp chất dễ chiết đã được giải phóng và quá trình tiến gần đến trạng thái cân bằng, khiến lượng hoạt chất thu hồi không còn tăng tương ứng với lượng dung môi bổ sung [17]. Đồng thời, sự pha loãng dịch chiết ở tỷ lệ dung môi quá cao có thể góp phần làm giảm hàm lượng TPC và TFC đo được.

Sự gia tăng TPC và TFC đến tỷ lệ 60/1 có thể liên quan đến sự cải thiện khả năng tiếp xúc giữa dung môi và nền nguyên liệu, qua đó thúc đẩy quá trình hòa tan và khuếch tán các hợp chất phenolic và flavonoid. Theo G. Ayele và cs (2025) [18], tỷ lệ dung môi cao hơn làm tăng lực thúc đẩy truyền khối trong giai đoạn đầu của quá trình chiết. Tuy nhiên, khi vượt quá tỷ lệ, phần lớn các hợp chất dễ chiết đã được giải phóng và quá trình tiến gần lại trạng thái cân bằng, khiến lượng hoạt chất thu hồi không còn tăng tương ứng với lượng dung môi bổ sung. Đồng thời, sự pha loãng dịch chiết ở tỷ lệ dung môi quá cao có thể góp phần làm giảm hàm lượng TPC và TFC đo được. Do đó, tỷ lệ 60/1 được xem là điều kiện phù hợp để cân bằng giữa khả năng thu hồi hợp chất hoạt tính và mức tiêu thụ dung môi.

3.3. Khảo sát nhiệt độ trích ly

Nhiệt độ đóng vai trò quan trọng trong quá trình chiết xuất, ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu suất. Kết quả ở bảng 6 cho thấy, khi tăng nhiệt độ trích ly từ 50 đến 70°C, hàm lượng TPC tăng từ 0,63±0,01 đến 1,68±0,02 mg GAE/g CK (tăng

khoảng 2,7 lần), trong khi hàm lượng TFC tăng từ 0,81±0,03 đến 1,68±0,01 mg QE/g CK (tăng khoảng 2,1 lần). Cả hai chỉ số đều đạt giá trị cao nhất tại 70°C.

Bảng 6. Ảnh hưởng của nhiệt độ trích ly (°C) đến hàm lượng phenolic tổng (TPC) và flavonoid tổng (TFC).

Nhiệt độ trích ly (°C)	TPC (mg GAE/g CK)	TFC (mg QE/g CK)
50	$0,63^{a}$±0,01	$0,81^{b}$±0,03
60	$0,93^{b}$±0,01	$0,23^{a}$±0,01
70	$1,68^{e}$±0,02	$1,68^{e}$±0,01
80	$1,32^{d}$±0,01	$0,42^{d}$±0,01
90	$1,28^{c}$±0,02	$0,312^{c}$±0,01

Số liệu được thể hiện dưới dạng giá trị trung bình±độ lệch chuẩn (mean±SD). Các chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy p≤0,05.

Tuy nhiên, khi tiếp tục tăng nhiệt độ lên 80 và 90°C, hàm lượng TPC lần lượt giảm xuống còn 1,32±0,01 và 1,28±0,02 mg GAE/g CK; tương tự, hàm lượng TFC giảm xuống còn 0,42±0,01 và 0,31±0,01 mg QE/g CK. Sự suy giảm này có thể do các hợp chất phenolic và flavonoid bị oxy hóa, phân hủy hoặc biến đổi cấu trúc ở nhiệt độ quá cao, dẫn đến giảm hàm lượng thu hồi [19].

Sự gia tăng TPC và TFC khi nhiệt độ tăng có thể được giải thích bởi độ nhớt của dung môi giảm, đồng thời khả năng hòa tan, khuếch tán và truyền khối của các hợp chất phenolic và flavonoid được cải thiện, tạo điều kiện thuận lợi cho sự giải phóng các hợp chất từ mô thực vật vào dung môi. Quá trình gia nhiệt làm tăng phenolic tự do, phá vỡ ma trận tế bào và giải phóng phenolic dạng liên kết [20]. Tuy nhiên, khi nhiệt độ vượt quá mức, các hợp chất phenolic và flavonoid có thể bị oxy hóa, phân hủy hoặc biến đổi cấu trúc, dẫn đến giảm hàm lượng thu hồi [19]. Do

đó, 70°C được xác định là nhiệt độ trích ly, đảm bảo khả năng thu hồi TPC và TFC cao, đồng thời hạn chế sự phân hủy các hợp chất nhạy cảm với nhiệt.

3.4. Khảo sát thời gian trích ly

Kết quả ở bảng 7 cho thấy, hàm lượng TPC và TFC của dịch chiết thay đổi rõ rệt theo thời gian trích ly. Cụ thể, khi tăng thời gian từ 30 lên 60 phút, TPC tăng từ 0,02±0,01 đến 0,73±0,01 mg GAE/g CK (tăng 36,5 lần). Tương tự, TFC tăng từ 0,36±0,03 đến 0,73±0,01 mg QE/g CK (tăng khoảng 2 lần). Khi tiếp tục tăng thời gian lên 90 phút, TFC tiếp tục tăng và đạt giá trị cao nhất là 1,27±0,02 mg QE/g CK.

Bảng 7. Ảnh hưởng của thời gian trích ly (phút) đến tổng hàm lượng phenolic tổng (TPC) và flavonoid tổng (TFC).

Thời gian trích ly (phút)	TPC (mg GAE/g CK)	TFC (mg QE/g CK)
30	$0,02^{a}$±0,01	$0,36^{a}$±0,03
60	$0,37^{d}$±0,02	$0,73^{c}$±0,01
90	$0,73^{e}$±0,01	$1,27^{e}$±0,02
120	$0,24^{c}$±0,01	$1,13^{d}$±0,02
150	$0,23^{b}$±0,01	$0,48^{b}$±0,08

Số liệu được thể hiện dưới dạng giá trị trung bình±độ lệch chuẩn (mean±SD). Các chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy p≤0,05.

Tuy nhiên, khi kéo dài thời gian trích ly lên 120 phút và 150 phút, hàm lượng TFC lần lượt giảm xuống còn 1,13±0,02 và 0,48±0,08 mg QE/g CK; TPC giảm xuống còn 0,24±0,01 và 0,23±0,01 mg GAE/g CK. Sự suy giảm này có thể do các hợp chất phenolic và flavonoid bị oxy hóa hoặc phân hủy do tiếp xúc kéo dài với nhiệt và oxy [21, 22].

Ở giai đoạn đầu (30-60 phút), nồng độ lớn giữa nguyên liệu và dung môi thúc đẩy quá trình khuếch tán, làm TPC và TFC tăng nhanh. Tuy nhiên, khi thời gian tiếp tục tăng, nồng độ giảm và hệ thống tiến đến trạng thái cân bằng, đồng thời các hợp chất phenolic và flavonoid có thể bị oxy hóa hoặc phân hủy do tiếp xúc kéo dài với nhiệt và oxy [21, 23, 24]. Xu hướng TPC và TFC đạt cực đại tại thời điểm tốt nhất rồi giảm khi kéo dài thời gian chiết cũng được ghi nhận ở lá ô liu [24]. Do đó, 90 phút được xác định là thời gian chiết tốt nhất đối với lá chòi mòi, đảm bảo hiệu quả thu hồi polyphenol và flavonoid cao đồng thời hạn chế sự suy giảm.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã xác định được điều kiện trích ly phù hợp để thu hồi hợp chất phenolic và flavonoid từ lá chòi mòi (*Antidesma ghaesembilla*). Quá trình sấy ở 50°C trong 6 giờ giúp giảm độ ẩm nguyên liệu từ 75,04 (lá tươi) xuống còn 6,68% (lá khô). Từ kết quả của ba thí nghiệm đơn yếu tố, tỷ lệ dung môi/nguyên liệu 60:1 (v/w), nhiệt độ 70°C và thời gian 90 phút cho hàm lượng TPC và TFC cao nhất trong phạm vi khảo sát, lần lượt đạt 0,82 mg GAE/g chất khô (từ thí nghiệm tỷ lệ dung môi) và 1,77 mg QE/g chất khô (từ thí nghiệm tỷ lệ dung môi). Nghiên cứu chưa thực hiện thí nghiệm xác nhận tại tổ hợp điều kiện này, do đó chưa thể khẳng định đây là tổ hợp tối ưu. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học cho việc khai thác lá chòi mòi như một nguồn nguyên liệu giàu hợp chất phenolic và flavonoid, đồng thời định hướng cho các nghiên cứu tiếp theo về định danh hợp chất và đánh giá hoạt tính sinh học của dịch chiết.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] P.C. Patil, V.D. Jadhav, S.D. Mahadkar (2013), "Pharmacognostical studies on leaf of *Antidesma ghaesembilla* Gaertn., a promising wild edible plant", *Der Pharmacia Sinica*, **4(3)**, pp.136-142.

[2] P.V. Kiem, L.C.V. Cuong, D.T. Trang, et al. (2017), "New alkaloids and anti-inflammatory constituents from the leaves of *Antidesma ghaesembilla*", *Natural Product Communications*, **12(1)**, pp.11-14, DOI: 10.1177/1934578X1701200104.

[3] M.G. Djouossi, F.D. Mabou, P.L.F. Tebou, et al. (2014), "Chevalierinoside B and C: Two new isoflavonoid glycosides from the stem bark of *Antidesma laciniatum* Muell. Arg. (*syn. Antidesma chevalieri* Beille)", *Phytochemistry Letters*, **9**, pp.149-152, DOI: 10.1016/j.phytol.2014.05.013.

[4] C. Mili, B. Dowarah, C. Dutta, et al. (2024), "A comprehensive review on traditional uses, phytochemical, and pharmacological properties of the genus *Antidesma* L.", *Fitoterapia*, **176**, DOI: 10.1016/j.fitote.2024.106023.

[5] P. Sithisarn, W. Gritsanapan, S. Jateleela (2015), "Formulation and quality control of readily dissolving drink powder from *Antidesma ghaesembilla* fruits", *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*, **14**, pp.89-101, DOI: 10.12982/CMUJNS.2015.0073.

[6] G. Tailor, A.M. Lawal (2021), "Phytochemical screening, green synthesis, characterization and biological significance of lead oxide nanoparticles from *Eucalyptus globulus* Labill. (leaves)", *Nanotechnology for Environmental Engineering*, **6(3)**, DOI: 10.1007/s41204-021-00143-y.

[7] V.S. Settaluri, T.M.A. Anbari, S.K.A. Shukaili, et al. (2023), "Phytochemical screening and *in vitro* evaluation of antioxidant and antimicrobial efficacies of Pteropyum scoparium (Jaub. & Spach) Sidaf crude extracts", *Journal of King Saud University - Science*, **36,** DOI: 10. 1016/j.jksus.2023.102995.

[8] G. Llauradó, H.J. Morris, Y. Lebeque, et al. (2013), "Phytochemical screening and effects on cell-mediated immune response of *Pleurotus* fruiting

bodies powder", *Food and Agricultural Immunology*, **24(3)**, pp.295-304, DOI: 10.1080/09540105.2012.686988.

[9] P.T.T. Hang, N.T.T. Ngan (2017), "An evaluation of the stability of morphological characteristics and the total amount of saponosids in *Achyranthes bidentata in vitro* roots", *TNU Journal of Science and Technology*, **162(02)**, pp.35-39 (in Vietnamese).

[10] A.C. Deka, I. Sarma, S. Dey, et al. (2017), "Antimicrobial properties and phytochemical screening of some wild macrofungi of Rani-Garbhanga reserve forest area of Assam, India", *Advances in Applied Science Research*, **8(3)**, pp.17-22.

[11] L.H. Duong, N.T.H. Nhung, B.G. Linh, et al. (2024), "Extract and survey of the chemical composition, and antioxidant activity of the essential oil of leaves of *Cleistocalyx operculatus* L. in Quang Tri province", *Journal of Science and Technology - HUIT*, **24(3)**, pp.109-121, DOI: 10.62985/j.huit_ojs.vol24.no3.93 (in Vietnamese).

[12] E.A. Ainsworth, K.M. Gillespie (2007), "Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin-Ciocalteu reagent", *Nature Protocols*, **2(4)**, pp.875-877, DOI: 10.1038/nprot.2007.102.

[13] E. Trinovani, M. Prawira-Atmaja, M. Kusmiyati, et al. (2025), "Evaluation of antioxidant and α-glucosidase inhibitory activity of green tea powder from Indonesian tea cultivars", *Beverage Plant Research*, **5**, DOI: 10.48130/bpr-0024-0036.

[14] L.C.V. Cuong, D.T. Trang, N.T. Cuc, et al. (2015), "Flavonoid glycosides from *Antidesma ghaesembilla*", *Vietnam Journal of Chemistry*, **53(2e)**, pp.94-97, DOI: 10.15625/6654.

[15] N.N. Hieu, L.T.P. Thao, V.V. Tuan, et al. (2024), "Phytochemical and pharmacological review of the genus *Antidesma*", *Natural Product Communications*, **19(4)**, DOI: 10.1177/1934578X241247990.

[16] L. Kautsar, P. Sitorus, A. Dalimunthe (2019), "Anti-inflammatory activity of ethanol and fraction of Buni leaves (*Antidesma bunius* L.) on white rat in carrageenan induced paw inflammation", *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development*, **7(5)**, DOI: 10.22270/ajprd.v7i5.581.

[17] M. Pinelo, M. Rubilar, M. Jerez, et al. (2005), "Effect of solvent, temperature, and solvent-to-solid ratio on the total phenolic content and antiradical activity of extracts from different components of grape pomace", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53(6)**, pp.2111-2117, DOI: 10.1021/jf0488110.

[18] G. Ayele, H. Admassu, G. Mosisa, et al. (2025), "Emerging techniques for catechin extraction from green tea (*Camellia sinensis*): Extraction technologies, functional potential, toxicology, and food-industry applications: A systematic review", *Cogent Food & Agriculture*, **11(1)**, DOI: 10.1080/23311932.2025.2598723.

[19] S.A.K. Hizar, N.R. Putra, R. Kobun, et al. (2025), "Subcritical water extraction on phenolic, flavonoid and antioxidant activity from *Orthosiphon stamineus* leaves: Experimental and optimization", *Journal of Engineering Research*, **13(4)**, pp.2801-2808, DOI: 10.1016/j.jer.2024.10.001.

[20] M.Y. Kim, N. Yoon, Y.J. Lee, et al. (2020), "Influence of thermal processing on free and bound forms of phenolics and antioxidant capacity of rice hull (*Oryza sativa* L.)", *Preventive Nutrition and Food Science*, **25(3)**, pp.310-318, DOI: 10.3746/pnf.2020.25.3.310.

[21] M. Naczk, F. Shahidi (2004), "Extraction and analysis of phenolics in food", *Journal of Chromatography A*, **1054(1-2)**, pp.95-111, DOI: 10.1016/j.chroma.2004.08.059.

[22] K.K. Chew, M.Z. Khoo, S.Y. Ng, et al. (2011), "Effect of ethanol concentration, extraction time and extraction temperature on the recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity of *Orthosiphon stamineus* extracts", *International Food Research Journal*, **18(4)**, pp.1427-1435.

[23] N.F. Azahar, S.S.A. Gani, N.F.M. Mokhtar (2017), "Optimization of phenolics and flavonoids extraction conditions of *Curcuma zedoaria* leaves using response surface methodology", *Chemistry Central Journal*, **11**, DOI: 10.1186/s13065-017-0324-y.

[24] M. Castillo-Correa, C. Montalbán-Hernández, M.D. Navarro-Hortal, et al. (2025), "Exploring the influence of extraction methods, solvents, and temperature on total phenolic recovery and antioxidant capacity in olive leaf extracts: A systematic review with quantitative synthesis", *Separations*, **12(9)**, DOI: 10.3390/separations12090236.