

**Thu nhận cao chiết chứa polyphenol và flavonoid từ lá dứa thơm
(*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) bằng vi sóng
và đánh giá tiềm năng chống oxy hóa**

**Isolation of polyphenol and flavonoid rich extracts from pandan leaves
(*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) by microwave assisted method and
evaluation of their antioxidant potential**

Nguyễn Hoàng Thảo Ly¹, Trịnh Hữu Trúc Đào^{2,3}, Ngô Đại Nghiệp^{2,3*}

¹Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

²Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

³Đại học Quốc Gia Thành phố Hồ Chí Minh, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

*Tác giả liên hệ, Email: ndnghiep@hcmus.edu.vn

THÔNG TIN

TÓM TẮT

DOI:10.46223/HCMCOUJS.
tech.vi.21.1.4289.2026

Ngày nhận: 08/04/2025

Ngày nhận lại: 26/05/2025

Duyệt đăng: 11/06/2025

Nghiên cứu này sử dụng kỹ thuật chiết hỗ trợ vi sóng với dung môi nước để thu nhận cao chiết chứa các hợp chất tự nhiên từ lá dứa thơm (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.). Phương pháp này giúp tăng hiệu suất chiết, tiết kiệm thời gian và giảm thiểu tác động từ dung môi hữu cơ. Các yếu tố kỹ thuật như tỷ lệ mẫu: dung môi, công suất và thời gian xử lý vi sóng được khảo sát nhằm tối ưu hóa việc thu nhận polyphenol và flavonoid từ nguyên liệu. Sau khi cô đặc, cao chiết được đánh giá khả năng chống oxy hóa bằng hai chỉ tiêu: năng lực khử (FRAP) và hiệu suất bắt gốc tự do (DPPH). Điều kiện thích hợp bao gồm tỷ lệ nguyên liệu: dung môi là 1:50 (g/ml), công suất 440W và thời gian chiết 02 phút. Ở điều kiện này, cao chiết chứa 102.53mg GAE/g polyphenol và 251.18mg RE/g flavonoid tính trên mẫu khô. Cao chiết thể hiện năng lực khử sắt với $\Delta OD_{700} = 0.0575$ (100 $\mu\text{g/ml}$) và khả năng trung hòa gốc tự do với $IC_{50} = 60.696$ $\mu\text{g/ml}$ trong thử nghiệm DPPH. Những phát hiện này hỗ trợ tiềm năng ứng dụng cao chiết từ lá dứa thơm như một nguyên liệu thiên nhiên có giá trị sinh học trong thực phẩm chức năng và dược phẩm.

ABSTRACT

This study employed microwave-assisted extraction using water as a solvent to obtain natural bioactive compounds extracts from pandan leaves (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.). This method enhances extraction efficiency, reduces processing time, and minimizes the environmental impact associated with organic solvents. Key extraction parameters, including the solid-to-liquid ratio, microwave power, and extraction time, were investigated to optimize the recovery of polyphenols and flavonoids from the plant material. After concentration, the extract was evaluated for its antioxidant activity using two indicators: Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) and DPPH free radical scavenging

Từ khóa:

chiết xuất vi sóng; flavonoid;
Pandanus amaryllifolius;
polyphenol

Keywords:

microwave-assisted
extraction; flavonoids;
Pandanus amaryllifolius;
polyphenols

capacity. The optimal conditions were identified as a material-to-solvent ratio of 1:50 (g/ml), microwave power of 440W, and an extraction time of 02 minutes. Under these conditions, the extract contained 102.53mg GAE/g of total polyphenols and 251.18mg RE/g of total flavonoids (on a dry basis). The extract exhibited ferric reducing power with an ΔOD_{700} of 0.0575 at 100 $\mu\text{g/ml}$, and a free radical scavenging ability with an IC_{50} value of 60.696 $\mu\text{g/ml}$ in the DPPH assay. These findings suggest the potential application of pandan leaf extract as a natural source of bioactive compounds for functional food and pharmaceutical development.

1. Giới thiệu

Quá trình oxy hóa sinh học diễn ra liên tục trong cơ thể sinh vật, dẫn đến sự hình thành các gốc tự do và các dạng oxy phản ứng. Những phân tử có tính oxy hóa cao này có khả năng tấn công và gây tổn thương nghiêm trọng đến màng tế bào, protein, lipid và DNA. Khi sự hình thành gốc tự do vượt quá khả năng trung hòa của hệ thống bảo vệ nội sinh, hiện tượng stress oxy hóa sẽ xảy ra. Stress oxy hóa được coi là yếu tố then chốt thúc đẩy sự hình thành nhiều bệnh lý như ung thư, tim mạch, thần kinh và quá trình lão hóa sớm (Pham & ctg., 2008).

Trong những năm gần đây, hợp chất chống oxy hóa có nguồn gốc từ thực vật, đặc biệt là nhóm polyphenol và flavonoid, đã được quan tâm rộng rãi như một giải pháp tiềm năng nhằm bảo vệ tế bào trước tổn thương do gốc tự do (Pietta, 2000; Rice-Evans & ctg., 1997). Chúng có khả năng làm mất hoạt tính của gốc tự do và cản trở quá trình oxy hóa chuỗi, giúp duy trì cân bằng sinh hóa và ngăn ngừa tổn thương tế bào do stress oxy hóa.

Pandanus amaryllifolius Roxb. (lá dứa thơm) là cây phổ biến ở Đông Nam Á, thường được dùng trong chế biến thực phẩm và các bài thuốc dân gian. Nhiều nghiên cứu cho thấy lá dứa thơm chứa các hợp chất hoạt tính sinh học như flavonoid, alkaloid, saponin, tanin và các dẫn xuất phenolic - vốn liên quan đến hoạt tính chống oxy hóa, kháng viêm và kháng khuẩn (Ghasemzadeh & Jaafar, 2013). Mặc dù vậy, việc thu nhận các hợp chất này chịu ảnh hưởng lớn bởi phương pháp chiết và thông số kỹ thuật đi kèm.

Phương pháp chiết có hỗ trợ vi sóng là một kỹ thuật hiện đại trong lĩnh vực khai thác hợp chất tự nhiên, giúp cải thiện hiệu quả chiết, giảm thời gian và tổn hao nhiệt, đồng thời tiết kiệm dung môi sử dụng (Chemat & ctg., 2017). Trong phương pháp này, năng lượng vi sóng tác động đến các phân tử phân cực trong mẫu và dung môi thông qua quá trình quay lưỡng cực và dẫn điện ion, từ đó sinh nhiệt nội tại và tạo áp suất phá vỡ tế bào, từ đó giải phóng hợp chất nhanh chóng (Eskilsson & Björklund, 2000; Tiwari & ctg., 2013).

Mặc dù một số đặc tính hóa học và hoạt tính sinh học của lá dứa thơm đã được nghiên cứu, việc ứng dụng kỹ thuật chiết vi sóng kết hợp với dung môi nước, an toàn và thân thiện môi trường, vẫn còn hạn chế tại Việt Nam. Vì vậy, nghiên cứu này tiến hành khảo sát quá trình chiết xuất bằng vi sóng sử dụng dung môi nước, thông qua việc khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng thu hồi polyphenol và flavonoid từ lá dứa thơm. Ngoài ra, hoạt tính chống oxy hóa của cao chiết được xác định qua các phương pháp đánh giá năng lực khử (FRAP) và bắt gốc tự do 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Những kết quả đạt được sẽ hỗ trợ định hướng ứng dụng cao chiết từ lá dứa thơm trong ngành thực phẩm chức năng và dược liệu thiên nhiên.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên liệu

Lá dứa thơm được thu hái tại xã Tịnh Thới, Thành phố Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp. Việc định danh mẫu được thực hiện tại phòng thí nghiệm Thực vật, Khoa Sinh học - Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (Mã số: 09-2024/GXN-DLAT). Mẫu được làm sạch, để ráo, cắt đoạn 02 - 03cm, sau đó sấy khô ở 60°C cho đến khi độ ẩm dưới 10%. Nguyên liệu sau sấy được nghiền nhỏ, rây qua lưới 0.5mm và cất giữ trong túi PE kín, bảo quản ở nơi mát, tránh ánh nắng và ở điều kiện nhiệt độ phòng.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ mẫu: Dung môi đến khả năng thu nhận cao chiết chứa polyphenol và flavonoid tổng từ lá dứa thơm

Thí nghiệm được tiến hành nhằm khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ mẫu:dung môi ở các mức 1:20, 1:30, 1:40, 1:50 và 1:60 (g/ml), sử dụng nước làm dung môi. Quá trình chiết được tiến hành với công suất vi sóng 260W và thời gian chiết 02 phút. Dịch chiết sau lọc được dùng để xác định hàm lượng polyphenol và flavonoid tổng theo các phương pháp phù hợp.

2.2.2. Khảo sát ảnh hưởng của công suất vi sóng đến khả năng thu nhận cao chiết chứa polyphenol và flavonoid tổng từ lá dứa thơm

Thí nghiệm được tiến hành với các mức công suất vi sóng gồm: 130, 260, 440, 660 và 800W. Tỷ lệ mẫu:dung môi được giữ theo điều kiện thích hợp ở bước khảo sát trước đó, thời gian chiết vẫn giữ cố định ở mức 02 phút. Dịch chiết sau lọc được đem đi phân tích hàm lượng các hợp chất polyphenol và flavonoid tổng.

2.2.3. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian chiết đến khả năng thu nhận polyphenol và flavonoid tổng từ lá dứa thơm

Các mức thời gian được khảo sát gồm 01, 02, 03, 04 và 05 phút. Các điều kiện về tỷ lệ mẫu:dung môi và công suất vi sóng được thiết lập theo kết quả khảo sát trước đó. Mẫu chiết sau xử lý được sử dụng để xác định hàm lượng polyphenol và flavonoid tổng.

2.2.4. Đánh giá hoạt tính chống oxy hóa từ cao chiết lá dứa thơm

Cao chiết lá dứa thơm được thu nhận từ điều kiện chiết thích hợp đã được xác định trước đó (tỷ lệ mẫu: dung môi, công suất và thời gian chiết). Dịch chiết sau chiết được lọc và cô đặc bằng quay chân không ở 50°C nhằm thu cao chiết. Cao chiết được đem phân tích các chỉ tiêu gồm polyphenol, flavonoid tổng, hoạt tính khử và khả năng làm sạch gốc tự do DPPH.

2.2.5. Phương pháp phân tích một số chỉ tiêu

Hàm lượng polyphenol tổng số (TPC) trong mẫu cao chiết được xác định theo phương pháp Folin-Ciocalteu dựa trên mô tả của Singleton và cộng sự (1999). Mẫu chiết hoặc dung dịch chuẩn acid gallic được phản ứng với thuốc thử Folin-Ciocalteu và dung dịch Na_2CO_3 trong môi trường kiềm. Sau thời gian ủ 30 phút ở nhiệt độ phòng, độ hấp thụ được đo tại bước sóng 765nm. Hàm lượng polyphenol được tính từ đường chuẩn acid gallic và biểu thị dưới dạng mg GAE/g chất khô.

Hàm lượng flavonoid tổng số (TFC) được xác định bằng phương pháp so màu sử dụng nhôm clorua (AlCl_3) theo mô tả của Shraim và cộng sự (2021), với bước sóng đo hấp thụ tại 510nm trong sự có mặt của NaNO_2 . Phản ứng tạo màu dựa trên khả năng tạo phức giữa Al^{3+} với

các nhóm hydroxyl và carbonyl đặc trưng trên cấu trúc flavonoid, đặc biệt là các flavone và flavonol. Rutin được sử dụng làm chất chuẩn để dựng đường chuẩn. Mẫu hoặc dung dịch chuẩn được phản ứng với NaNO_2 , AlCl_3 và NaOH , sau đó đo mật độ quang sau 30 phút. Hàm lượng flavonoid được tính từ phương trình đường chuẩn và biểu thị dưới dạng mg rutin equivalents trên gram chất khô (mg RE/g DW).

Khả năng chống oxy hóa của mẫu được xác định bằng phương pháp đánh giá năng lực khử (FRAP), dựa trên phản ứng khử kali ferricyanide thành kali ferrocyanide bởi các chất có hoạt tính khử. Sau đó, ferrocyanide phản ứng với ferric chloride tạo thành phức màu xanh lam ferric ferrocyanide, có độ hấp thụ tối đa tại 700nm. Cường độ màu thu được tỷ lệ thuận với khả năng khử và phản ánh năng lực chống oxy hóa của mẫu chiết với một số điều chỉnh phù hợp cho mẫu thực vật dựa theo mô tả của (Vijayalakshmi & Ruckmani, 2016; Prior & ctg., 2005).

Khả năng bắt gốc tự do của mẫu được xác định bằng phương pháp DPPH, dựa trên sự tương tác giữa gốc tự do ổn định DPPH và các chất chống oxy hóa có khả năng cho proton hoặc electron. Phản ứng làm giảm độ hấp thụ đặc trưng của DPPH tại bước sóng 517nm và dẫn đến sự thay đổi màu sắc từ tím sang vàng. Mức độ giảm hấp thụ tỷ lệ thuận với hoạt tính dọn gốc tự do của mẫu. Vitamin C được sử dụng làm chứng dương và dung dịch DPPH được chuẩn bị trong methanol 80%, bảo quản trong điều kiện tối để tránh phân hủy (Gulci & Alwasel, 2023; Singh & ctg., 2011).

Giá trị IC_{50} được xác định là nồng độ chất chiết ($\mu\text{g/ml}$) cần thiết để ức chế 50% gốc tự do DPPH. Mẫu được pha loãng ở các nồng độ khác nhau, tiến hành phản ứng với dung dịch DPPH và đo độ hấp thụ tại 517nm. Phần trăm hoạt tính dọn gốc tự do (%RSA) được tính theo công thức:

$$\text{RSA (\%)} = [1 - A_s/A_0] \times 100 \quad (1)$$

Trong đó:

- A_0 : độ hấp thụ của dung dịch DPPH không có mẫu (chứng âm).
- A_s : độ hấp thụ của dung dịch DPPH có mẫu thử (Brand-Williams & ctg., 1995).

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ mẫu: Dung môi đến khả năng thu nhận polyphenol và flavonoid tổng từ lá dứa thơm

Tỷ lệ mẫu và dung môi là yếu tố quyết định đến hiệu quả chiết các hoạt chất tan trong nước từ thực vật. Khi tăng tỷ lệ dung môi từ 1:20 đến 1:50 (g/ml), lượng polyphenol và flavonoid tổng tăng lên, nhưng giảm nhẹ khi tỷ lệ đạt 1:60. Cụ thể, tại tỷ lệ 1:20, polyphenol tổng là $9.100 \pm 0.010\text{mg GAE/g}$ và đạt giá trị cao nhất $16.050 \pm 0.009\text{mg GAE/g}$ ở mức 1:50. Flavonoid tổng cũng tăng từ 15.200 ± 0.500 lên $37.321 \pm 0.618\text{mg RE/g}$ khi tỷ lệ dung môi tăng. Nguyên nhân có thể do việc tăng thể tích dung môi giúp giảm độ nhớt hệ chiết, cải thiện khả năng thẩm thấu vào cấu trúc mô thực vật và duy trì gradient nồng độ thuận lợi cho khuếch tán các hợp chất hòa tan (Stalikas, 2007). Ngoài ra, ở các tỷ lệ dung môi cao hơn, các hợp chất phân cực như polyphenol và flavonoid được hòa tan hiệu quả hơn vào pha lỏng nhờ vào độ phân cực cao của nước. Tuy nhiên, khi tiếp tục tăng tỷ lệ dung môi lên 1:60, hàm lượng polyphenol tổng và flavonoid tổng giảm còn $15.200 \pm 0.010\text{mg GAE/g}$ và $35.900 \pm 0.600\text{mg RE/g}$, nguyên nhân có thể do tỷ lệ dung môi vượt mức tối ưu làm giảm tương tác giữa pha rắn và dung môi, dẫn đến giảm hiệu suất khuếch tán và thu nhận hoạt chất (Chemat & ctg., 2012).

Bảng 1*Ảnh Hưởng của Tỷ Lệ Mẫu: Dung Môi đến Hàm Lượng Polyphenol và Flavonoid Tổng*

Tỷ lệ mẫu:dung môi (g/ml)	Polyphenol (mg GAE/g)	Flavonoid (mg RE/g)
1:20	9.100 ^d ± 0.010	15.200 ^d ± 0.500
1:30	10.849 ^a ± 0.010	18.271 ^a ± 0.669
1:40	12.809 ^b ± 0.008	29.000 ^b ± 0.247
1:50	16.050 ^c ± 0.009	37.321 ^c ± 0.618
1:60	15.200 ^c ± 0.010	35.900 ^c ± 0.600

Ghi chú. Những trị số mang cùng ký tự trong một cột không khác biệt đáng kể về mặt thống kê ($p > 0.05$). Kết quả từ nghiên cứu

3.2. Ảnh hưởng của công suất vi sóng đến khả năng thu nhận polyphenol và flavonoid tổng từ lá dứa thơm

Trong chiết xuất vi sóng, công suất là yếu tố cốt lõi vì nó điều khiển tốc độ sinh nhiệt và áp suất bên trong tế bào, tác động đến mức độ phá vỡ cấu trúc mô thực vật. Khi tăng công suất từ 130W đến 440W, hàm lượng polyphenol và flavonoid đều tăng, đạt đỉnh tại 440W với giá trị lần lượt là 17.993 ± 0.010 mg GAE/g và 38.488 ± 0.812 mg RE/g. Sự tăng cường hiệu suất chiết ở mức công suất trung bình được lý giải bởi khả năng gia nhiệt nhanh và sinh áp suất nội sinh, tạo điều kiện thuận lợi cho khuếch tán các hợp chất phân cực ra ngoài tế bào (Chemat & ctg., 2012; Um & ctg., 2017). Tuy nhiên, khi công suất vượt quá mức 440W, cụ thể là 660W và 800W, hàm lượng các hoạt chất thu được có xu hướng suy giảm. Tại mức 800W, polyphenol tổng chỉ còn 16.560 ± 0.134 mg GAE/g, trong khi flavonoid giảm mạnh còn 29.912 ± 1.127 mg RE/g. Nguyên nhân có thể đến từ nhiệt lượng dư thừa gây phân hủy các hợp chất phenolic, trong đó có nhiều flavonoid dễ bị biến đổi ở nhiệt độ cao (Tiwari & ctg., 2013).

Chan và cộng sự (2011) cũng ghi nhận rằng chiết xuất thực vật bằng vi sóng ở công suất trên 500W gây suy giảm hiệu quả chiết do phân hủy hoạt chất, phù hợp với xu hướng quan sát được trong nghiên cứu này. Vì vậy, công suất 440W được lựa chọn là điều kiện phù hợp để thu được hàm lượng cao nhất của cả hai nhóm hợp chất từ nguyên liệu lá dứa thơm.

Bảng 2*Ảnh Hưởng của Công Suất Vi Sóng đến Hàm Lượng Polyphenol và Flavonoid Tổng*

Công suất (W)	Polyphenol (mg GAE/g)	Flavonoid (mg RE/g)
130	13.996 ^a ± 0.029	32.168 ^a ± 0.313
260	16.049 ^{bd} ± 0.009	35.058 ^{bd} ± 0.625
440	17.993 ^c ± 0.010	38.488 ^c ± 0.812
660	16.988 ^d ± 0.019	36.231 ^d ± 0.827
800	16.560 ^e ± 0.134	29.912 ^e ± 1.127

Ghi chú. Những trị số mang cùng ký tự trong một cột không khác biệt đáng kể về mặt thống kê ($p > 0.05$). Kết quả từ nghiên cứu

3.3. Ảnh hưởng của thời gian chiết đến khả năng thu nhận polyphenol và flavonoid tổng từ lá dứa thơm

Thời gian xử lý bằng vi sóng là yếu tố quan trọng trong việc giải phóng các hợp chất phân cực từ thực vật trong quá trình chiết. Hàm lượng polyphenol và flavonoid tăng lên khi thời gian chiết tăng từ 01 đến 02 phút, nhưng bắt đầu giảm dần từ 03 đến 05 phút.

Cụ thể, thời gian 02 phút cho giá trị cao nhất, với polyphenol tổng đạt 19.475 ± 0.009 mg GAE/g và flavonoid tổng đạt 41.197 ± 0.812 mg RE/g. Giai đoạn đầu khi tiếp xúc vi sóng giúp tăng nhiệt nhanh và đồng đều, tạo áp lực trong tế bào, làm phá vỡ thành tế bào thực vật và hỗ trợ giải phóng các hợp chất có hoạt tính sinh học vào dung môi (Chemat & ctg., 2012). Khi thời gian chiết vượt quá 02 phút, cả polyphenol và flavonoid bắt đầu giảm, cho thấy chiết kéo dài không mang lại hiệu quả. Ở thời điểm 05 phút, lượng polyphenol và flavonoid giảm xuống còn 12.600 ± 0.150 mg GAE/g và 32.800 ± 0.600 mg RE/g tương ứng. Nguyên nhân được cho là nhiệt tích tụ lâu dần đến biến tính, phân hủy các hợp chất phenolic, vốn dễ tổn thương dưới tác dụng nhiệt kéo dài (Tiwari & ctg., 2013; Zhang & Hamauzu, 2004). Bên cạnh đó, hiện tượng các hợp chất bị tái hấp phụ trở lại vào bã rắn có thể làm giảm nồng độ các chất trong dịch chiết.

Vì vậy, thời gian chiết 02 phút là thích hợp để thu nhận hiệu quả cả hai nhóm hợp chất sinh học từ lá dứa thơm.

Bảng 3

Ảnh Hưởng của Thời Gian Chiết đến Hàm Lượng Polyphenol và Flavonoid Tổng

Thời gian chiết (phút)	Polyphenol (mg GAE/g)	Flavonoid (mg RE/g)
01	$15.676^a \pm 0.165$	$32.682^{a'} \pm 0.708$
02	$19.475^b \pm 0.009$	$41.197^{b'} \pm 0.812$
03	$16.610^c \pm 0.119$	$38.303^{c'} \pm 0.464$
04	$14.457^d \pm 0.165$	$35.180^{d'} \pm 0.618$
05	$12.600^d \pm 0.150$	$32.800^{d'} \pm 0.600$

Ghi chú. Những trị số mang cùng ký tự trong một cột không khác biệt đáng kể về mặt thống kê ($p > 0.05$). Kết quả từ nghiên cứu

3.4. Hàm lượng polyphenol và flavonoid tổng trong cao chiết từ lá dứa thơm

Lá dứa thơm được chiết xuất dưới điều kiện thích hợp với tỷ lệ nguyên liệu:dung môi 1:50 g/ml, công suất vi sóng 440W, thời gian 02 phút. Sau trích ly, lọc lấy dịch chiết, cô đuổi dung môi ở 50°C để thu nhận cao chiết.

Dịch chiết ban đầu chứa 34.86 ± 1.15 mg GAE/g polyphenol và 90.78 ± 7.37 mg RE/g flavonoid. Quá trình cô đặc giúp tăng nồng độ các hợp chất: polyphenol đạt 102.53 ± 3.39 mg GAE/g và flavonoid là 251.18 ± 12.25 mg RE/g trong cao chiết.

Ghasemzadeh và Jaafar (2013) đã báo cáo rằng quá trình chiết xuất lá *Pandanus amaryllifolius* bằng dung môi ethanol thu được hàm lượng polyphenol từ 4.88 đến 6.72mg GAE/g, và flavonoid từ 1.12 đến 1.87mg RE/g. Điều này cho thấy giá trị polyphenol và flavonoid trong nghiên cứu hiện tại cao vượt trội so với nghiên cứu trước. Nguyên nhân của sự chênh lệch này có thể gồm: hiệu quả cao của phương pháp vi sóng trong việc phá vỡ mô thực vật và rút ngắn thời gian chiết (Chemat & ctg., 2012), ưu thế của nước - dung môi phân cực - trong việc chiết hợp chất phenolic và flavonoid và cuối cùng là sự khác biệt trong nguồn nguyên

liệu, điều kiện sinh trưởng, thời gian thu hái ảnh hưởng đến hàm lượng hoạt chất (Ghasemzadeh & Jaafar, 2013).

Kết quả cho thấy chiết xuất bằng vi sóng với nước là phương pháp hiệu quả để thu nhận chất chống oxy hóa từ lá dứa thơm và có thể được ứng dụng trong phát triển sản phẩm chức năng hoặc dược liệu từ nguồn nguyên liệu bản địa.

Bảng 4

Hàm Lượng Polyphenol và Flavonoid Tổng trong Dịch Chiết và Cao Chiết từ Lá Dứa Thơm

Chỉ tiêu	Dịch chiết (mg/g mẫu khô)	Cao chiết (mg/g cao)
Polyphenol tổng	34.86 ± 1.15	102.53 ± 3.39
Flavonoid tổng	90.78 ± 7.37	251.18 ± 12.25

Ghi chú. Kết quả từ nghiên cứu

3.5. Năng lực khử của cao chiết từ lá dứa thơm

Phương pháp FRAP cho phép đo lường khả năng khử của chất chống oxy hóa bằng cách xác định sự chuyển đổi ion sắt hóa trị ba (Fe^{3+}) sang hóa trị hai (Fe^{2+}). Độ hấp thụ quang ΔOD ở bước sóng 700nm phản ánh mức độ hoạt động khử của mẫu, giá trị càng cao thì năng lực khử càng mạnh. Trong thử nghiệm này, hoạt tính khử của cao chiết được so sánh với chất chuẩn là vitamin C.

Để đạt cùng mức ΔOD , cao chiết cần liều lượng cao hơn vitamin C khoảng 05 lần, chứng tỏ hoạt tính khử yếu hơn nhưng vẫn đáng kể. Điều này là hợp lý vì cao chiết là hỗn hợp chứa nhiều thành phần, còn vitamin C là hợp chất đơn phân tử có khả năng khử cao. Tuy nhiên, cao chiết vẫn thể hiện khả năng khử đáng kể, với giá trị ΔOD tăng dần theo nồng độ. Sự gia tăng tuyến tính này cho thấy hiệu quả khử ổn định, góp phần khẳng định vai trò của các hợp chất polyphenol và flavonoid trong cơ chế chống oxy hóa, thông qua việc nhường điện tử cho ion Fe^{3+} , chuyển thành Fe^{2+} . Điều này chứng minh tiềm năng ứng dụng của cao chiết lá dứa thơm như một nguồn chất chống oxy hóa tự nhiên, có thể được khai thác trong ngành thực phẩm chức năng hoặc mỹ phẩm.

Bảng 5

ΔOD của Vitamin C và Cao Chiết Lá Dứa Thơm theo Nồng Độ

Nồng độ vitamin C ($\mu\text{g/ml}$)	ΔOD - Vitamin C	Nồng độ cao chiết ($\mu\text{g/ml}$)	ΔOD - Cao chiết
05	0.0138 ± 0.087	20	0.0095 ± 0.066
10	0.0308 ± 0.145	40	0.0215 ± 0.056
15	0.0478 ± 0.123	60	0.0335 ± 0.137
20	0.0648 ± 0.110	80	0.0455 ± 0.110
25	0.0818 ± 0.066	100	0.0575 ± 0.121

Ghi chú. Kết quả từ nghiên cứu

3.6. Khả năng làm sạch gốc tự do DPPH của cao chiết từ lá dứa thơm

Nghiên cứu sử dụng phép thử DPPH để so sánh hiệu quả bắt gốc tự do giữa cao chiết lá dứa thơm và chất đối chứng vitamin C. Hiệu suất bắt gốc tự do của cả vitamin C và cao chiết

đều gia tăng tỉ lệ thuận với nồng độ mẫu. Kết quả cho thấy các thành phần trong cao chiết có thể trung hòa gốc tự do DPPH một cách đáng kể. Mặc dù để đạt hiệu quả tương đương vitamin C, cao chiết cần liều cao hơn, nhưng xu hướng tăng hiệu suất ổn định và đạt 80% ở 100 µg/ml cho thấy cao chiết có khả năng bắt gốc mạnh.

IC₅₀ của cao chiết được xác định là 60.696 µg/ml, nằm trong ngưỡng thể hiện hoạt tính chống oxy hóa rõ rệt theo phân loại của Brand-Williams và cộng sự (1995). So với cao chiết, vitamin C có IC₅₀ thấp hơn (5.997 µg/ml), do tính chất đơn chất của nó, trong khi cao chiết là hỗn hợp chứa nhiều hợp chất phenolic, flavonoid và các chất chuyển hóa thứ cấp có phản ứng chậm hơn với DPPH (Thaipong & ctg., 2006).

Đặc biệt, cao chiết sử dụng dung môi nước, một dung môi xanh và an toàn, phù hợp với các ứng dụng trong công nghệ thực phẩm và dược liệu. Hơn nữa, hiệu quả của cao chiết không qua tinh chế càng khẳng định tiềm năng ứng dụng trực tiếp của nó như một nguồn chất chống oxy hóa tự nhiên, tiện lợi và hiệu quả.

Bảng 6

Hiệu Suất Bắt Gốc Tự Do DPPH của Vitamin C và Cao Chiết Lá Dứa Thơm theo Nồng Độ

Nồng độ vitamin C (µg/ml)	Hiệu suất DPPH (%) Vitamin C	Nồng độ cao chiết lá dứa (µg/ml)	Hiệu suất DPPH (%) Cao chiết
02	18.17 ± 0.06	20	18.86 ± 0.10
04	34.09 ± 0.13	40	34.17 ± 0.10
06	50.01 ± 0.09	60	49.47 ± 0.06
08	65.93 ± 0.12	80	64.78 ± 0.08
10	81.86 ± 0.15	100	80.09 ± 0.10

Ghi chú. Kết quả từ nghiên cứu

Bảng 7

Giá Trị IC₅₀ của Vitamin C và Cao Chiết Lá Dứa Thơm theo Nồng Độ

Mẫu	IC ₅₀ (µg/ml)
Vitamin C	5.997 ± 0.030
Cao chiết	60.696 ± 3.035

Ghi chú. Kết quả từ nghiên cứu

4. Kết luận

Nghiên cứu đã xác định được điều kiện chiết thích hợp cho polyphenol và flavonoid tổng từ lá dứa thơm sử dụng phương pháp vi sóng kết hợp dung môi nước gồm: tỷ lệ 1:50 (g/ml), công suất 440W và thời gian xử lý 02 phút. Ở điều kiện này, cao chiết đạt 102.53 ± 3.39mg GAE/g polyphenol và 251.18 ± 12.25mg RE/g flavonoid. Ngoài ra, cao chiết có khả năng chống oxy hóa rõ rệt với năng lực khử $\Delta OD_{700} = 0.0575$ ở nồng độ 100 µg/ml và IC₅₀ trong phép thử DPPH là 60.696 µg/ml. Kỹ thuật chiết vi sóng dùng dung môi nước cho thấy ưu thế rõ rệt về hiệu suất thu hồi các hợp chất hoạt tính sinh học so với phương pháp chiết thông thường bằng dung môi hữu cơ. Những kết quả đạt được góp phần định hướng ứng dụng cao chiết lá dứa thơm như một nguồn nguyên liệu tự nhiên giàu hoạt tính để phát triển thực phẩm chức năng và sản phẩm dược liệu an toàn.

ĐÓNG GÓP KHOA HỌC

Bài báo xác định rõ khoảng trống nghiên cứu; bài báo phát triển và cải tiến phương pháp nghiên cứu hiện có; bài báo cung cấp bằng chứng thực nghiệm mới; bài báo mở rộng và bổ sung lý thuyết hiện có; bài báo có ý nghĩa học thuật rõ ràng; bài báo gợi mở các hướng nghiên cứu tiếp theo.

ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

CRedit: **Nguyễn Hoàng Thảo Ly**: Xây dựng ý tưởng, Viết bản thảo ban đầu, Phương pháp, Chuẩn hóa dữ liệu; **Trịnh Hữu Trúc Đào**: Thí nghiệm, Tính toán, Xử lý số liệu; **Ngô Đại Nghiệp**: Hiệu đính, Quản lý dữ liệu, Phụ trách toàn bộ trao đổi trong quá trình phản biện và thực hiện nộp bài cho tạp chí.

TÀI TRỢ

Nghiên cứu này không nhận tài trợ từ bất kỳ nguồn bên ngoài nào.

TUYÊN BỐ KHÔNG CÓ XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Tác giả cam kết, tuyên bố không có bất kỳ xung đột lợi ích nào liên quan đến việc công bố bài báo này.

Tài liệu tham khảo

- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Chan, C. H., Yusoff, R., Ngoh, G. C., & Kung, F. W. L. (2011). Microwave-assisted extractions of active ingredients from plants. *Journal of Chromatography A*, 1218(37), 6213-6225.
- Chemat, F., Abert-Vian, M., Fabiano-Tixier, A. S., Strube, J., Uhlenbrock, L., Gunjevic, V., & Cravotto, G. (2012). Green extraction of natural products: Concept and principles. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(7), 8615-8627.
- Chemat, F., Rombaut, N., Meullemiestre, A., Turk, M., Perino, S., Fabiano-Tixier, A. S., & Abert-Vian, M. (2017). Review of green food processing techniques: Preservation, transformation, and extraction. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 41, 357-377.
- Esilsson, C. S., & Björklund, E. (2000). Analytical-scale microwave-assisted extraction. *Journal of Chromatography A*, 902(1), 227-250.
- Ghasemzadeh, A., & Jaafar, H. Z. E. (2013). Profiling of phenolic compounds and their antioxidant and anticancer activities in pandan (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) extracts from different locations of Malaysia. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 13, 341-349.
- Gulcin, İ. & Alwasel, S.H. (2023). DPPH radical scavenging assay. *Processes*, 11, Article 2248.
- Pham, A. H. L., He, H., & Pham, C. H. (2008). Free radicals, antioxidants in disease and health. *International Journal of Biomedical Science*, 4(2), 89-96.
- Pietta, P. G. (2000). Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products*, 63(7), 1035-1042.

- Prior, R. L., Wu, X., & Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10), 4290-4302.
- Rice-Evans, C. A., Miller, N., & Paganga, G. (1997). Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*, 2(4), 152-159.
- Shraim, A. M., Ahmed, T. A., Rahman, M. M., & Hijji, Y. M. (2021). Determination of total flavonoid content by aluminum chloride assay: A critical evaluation. *LWT - Food Science and Technology*, 150, 932-942.
- Singh, A., Kuila, A., Yadav, G., & Banerjee, R. (2011). Process optimization for the extraction of polyphenols from okara. *Food Technology and Biotechnology*, 49(3), 322-328.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Stalikas, C. D. (2007). Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *Journal of Separation Science*, 30(18), 3268-3295.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Byrne, D. H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6-7), 669-675. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.01.003>
- Tiwari, B. K., Brunton, N. P., & Brennan, C. (2013). *Handbook of plant food phytochemicals: Sources, stability and extraction*. Wiley-Blackwell.
- Um, M., Han, T.H., & Lee, J.W. (2017). Ultrasound-assisted extraction and antioxidant activity of phenolic and flavonoid compounds and ascorbic acid from rugosa rose (*Rosa rugosa* Thunb.) fruit. *Food Science and Biotechnology*, 27(2), 375-382.
- Vijayalakshmi, M., & Ruckmani, K. (2016). Ferric reducing antioxidant power assay in plant extract. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, 11(3), 570-572.
- Zhang, D., & Hamauzu, Y. (2004). Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chemistry*, 88(4), 503-509.

