

ẢNH HƯỞNG CỦA CHẾ ĐỘ CHẦN NƯỚC NÓNG ĐẾN HÀM LƯỢNG FLAVONOID TỔNG SỐ VÀ HOẠT TÍNH KHÁNG OXY HÓA TRONG DỊCH CHIẾT RAU MÁ THỦY CANH (*CENTELLA ASIATICA* (L.) URBAN)

PHAN HUỖNH AN KHƯƠNG¹ - VƯƠNG BẢO THY^{1*} - VÕ THANH BEO¹
- TRẦN HỮU THANH HUY¹ - BÙI THẾ VINH¹

¹Trường Đại học Cửu Long

Mekong University

*Email: vuongbaothy@mku.edu.vn

Ngày nhận bài: 25/6/2026

Ngày sửa bài: 10/7/2026

Ngày duyệt đăng bài: 24/7/2026

Tóm tắt:

Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của quá trình chần nước nóng đến hàm lượng flavonoid tổng số (TFC) và hoạt tính kháng oxy hóa (DPPH) của rau má thủy canh (*Centella asiatica* (L.) Urb.) 50 ngày tuổi. Kết quả cho thấy mẫu không chần có TFC cao nhất ($0,949 \pm 0,181$ mg QE/g), trong khi các chế độ chần làm giảm TFC 69,1-86,4% so với đối chứng và mức giảm gia tăng theo nhiệt độ và thời gian xử lý. Ngược lại, hoạt tính kháng oxy hóa (DPPH) tăng theo nồng độ dịch chiết; tại dịch chiết gốc, mẫu chần ở 90°C/60 giây đạt tỷ lệ ức chế DPPH cao nhất ($65,109 \pm 1,404\%$), cao hơn đối chứng ($51,857 \pm 0,171\%$). Không chần phù hợp với mục tiêu bảo toàn flavonoid, trong khi chần 90°C/60 giây có triển vọng cải thiện hoạt tính kháng oxy hóa. Kết quả cung cấp cơ sở cho lựa chọn chế độ tiền xử lý nhiệt phù hợp trong chế biến rau má, đồng thời cho thấy cần nghiên cứu thêm vai trò của các nhóm hợp chất chống oxy hóa khác.

Từ khóa: rau má thủy canh, chần nước nóng, flavonoid tổng số, hoạt tính kháng oxy hóa

Effect of hot-water blanching on total flavonoid content and antioxidant activity in extracts of hydroponic pennywort (*Centella asiatica* (L.) Urb.)

Abstract:

This study evaluates the effects of hot-water blanching on total flavonoid content (TFC) and DPPH antioxidant activity in 50-day-old hydroponic pennywort. Five treatments were examined: unblanched control, 90°C/60 s, 90°C/90 s, 100°C/60 s, and 100°C/90 s. Samples were extracted with 99.5% methanol at a 1:10 (g/mL) ratio using ultrasound for 60 minutes at 50°C. The unblanched sample had the highest TFC (0.949 ± 0.181 mg QE/g), while blanching reduced TFC by 69.1 - 86.4%. Conversely, antioxidant activity increased with extract concentration, and the 90°C/60 s treatment produced the highest DPPH inhibition at $65.109 \pm 1.404\%$, compared with $51.857 \pm 0.171\%$ for the control. Unblanched material is preferable for flavonoid retention, whereas 90°C/60 s shows potential for enhancing antioxidant activity.

Keywords: hydroponic pennywort, hot-water blanching, total flavonoid content, antioxidant activity.

1. Đặt vấn đề

Rau má (*Centella asiatica* (L.) Urb.) là một trong những cây rau dược liệu được sử dụng phổ biến nhất ở khu vực Đông Nam Á, hiện diện trong bữa ăn hằng ngày dưới dạng rau tươi, nước ép, cũng như trong các sản phẩm cao chiết, trà và bột thực phẩm chức năng. Phần thân trên mặt đất của cây chứa một hệ thống chất chuyển hóa thứ cấp phong phú, bao gồm các triterpenoid glycoside đặc trưng (asiaticoside, madecassoside) cùng các dạng aglycone tương ứng, các acid phenolic và một nhóm đa dạng các flavonoid (Haida et al., 2021; Quyen et al., 2020). Trong số các nhóm hoạt chất này, flavonoid được đặc biệt quan tâm nhờ cấu trúc polyphenol nhiều nhóm hydroxyl, cho phép chúng nhường electron hoặc nguyên tử hydro cho các gốc tự do, đồng thời tạo phức với các ion kim loại chuyển tiếp, là nền tảng của hoạt tính chống oxy hóa in vitro (Haida et al., 2021).

Do hàm lượng nước cao và cấu trúc mô lá mềm, rau má tươi rất dễ biến đổi màu sắc, mùi vị và giá trị dinh dưỡng ngay sau thu hoạch. Trước khi sấy hoặc nghiền thành bột, chần bằng nước nóng thường được áp dụng như một bước tiền xử lý nhằm vô hoạt các enzyme oxy hóa nội bào, đặc biệt là polyphenol oxidase và peroxidase, đồng thời đẩy khí ra khỏi khoảng gian bào và làm tăng tính thấm của mô (Xiao et al., 2017; Deng et al., 2019). Xử lý nhiệt ở mức độ thích hợp có thể làm suy yếu cấu trúc mô, hỗ trợ giải phóng các hợp chất nội bào và tăng khả năng tiếp xúc của chúng với dung môi trong quá trình trích ly; tuy nhiên, khi nhiệt độ hoặc thời gian tiếp xúc với nước nóng kéo dài quá mức cần thiết, hiện tượng khuếch tán chất tan vào môi trường chần, oxy hóa và phân hủy nhiệt các cấu tử nhạy nhiệt có thể chiếm ưu thế, làm giảm hàm lượng hoạt chất thu được (Amin & Lee, 2005; Xiao et al., 2017). Do đó việc lựa chọn thông số chần trở thành một bài toán tối ưu hóa cần dữ liệu thực nghiệm cụ thể cho từng loại nguyên liệu, thay vì áp dụng máy móc kết quả từ các đối tượng thực vật khác.

Một số nghiên cứu cho thấy, xử lý chần có thể làm thay đổi đáng kể hàm lượng flavonoid tổng số (TFC) và hoạt tính chống oxy hóa của nguyên liệu thực vật, với đáp ứng phụ thuộc vào phương thức gia nhiệt và thời gian xử lý. Trên rau má (*Centella asiatica*), Jungsi & Siripongvutikorn (2022) ghi nhận thời gian chần nước nóng ảnh hưởng đến TFC và hoạt tính chống oxy hóa của dịch chiết, trong khi Đan và ctv (2026) cho thấy, chần vi sóng ở điều kiện thích hợp có thể bất hoạt hiệu quả peroxidase đồng thời duy trì TFC và khả năng bắt gốc DPPH. Các nghiên cứu trên rau lá và thực vật cũng cho thấy, thời gian chần ngắn có thể duy trì hoặc cải thiện khả năng chống oxy hóa, nhưng xử lý kéo dài có xu hướng làm suy giảm các hợp chất phenolic và hoạt tính chống oxy hóa (Bamidele et al., 2017; Dibanda et al., 2020). Nhìn chung, hiệu quả của chần không chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ mà còn chịu ảnh hưởng của cường độ và thời gian gia nhiệt; do đó, cần xác định chế độ xử lý tối ưu nhằm đạt sự cân bằng giữa bất hoạt enzyme và bảo toàn các hợp chất hoạt tính.

Nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của các chế độ chần nước nóng đến TFC và khả năng bắt gốc tự do DPPH của rau má thủy canh thu hoạch tại thời điểm 50 ngày tuổi sau khi trồng, sử dụng mẫu không chần làm đối chứng. Mối quan hệ giữa biến động TFC và hoạt tính DPPH được phân tích nhằm xác định sự thay đổi của hai chỉ tiêu dưới các điều kiện xử lý nhiệt khác nhau, qua đó làm rõ mức độ phù hợp của từng chế độ chần đối với mục tiêu hạn chế tổn thất flavonoid và duy trì hoạt tính kháng oxy hóa. Kết quả cung cấp cơ sở khoa học cho việc lựa chọn điều kiện chần trong tiền xử lý rau má thủy canh trước khi sấy và chế biến các thực phẩm chức năng.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Nguyên liệu nghiên cứu gồm phần thân trên của cây rau má (*Centella asiatica* (L.) Urb.), bao gồm lá và cuống lá, được thu hoạch ở 50 ngày sau khi trồng. Sau thu hoạch, mẫu được loại bỏ các lá già, vàng úa, sâu bệnh hoặc bị tổn thương cơ học, rửa sạch bằng nước và để ráo ở điều kiện phòng trước khi xử lý.

Hóa chất phân tích chính gồm methanol 99,5%, nhôm clorua (AlCl_3), quercetin chuẩn, DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), acid ascorbic và các hóa chất phân tích thông dụng khác có độ tinh khiết phù hợp. Thiết bị sử dụng gồm bể siêu âm có kiểm soát nhiệt độ, máy quang phổ hấp thụ UV-Vis, cân phân tích.

2.2. Bố trí thí nghiệm chần

Thí nghiệm gồm 5 chế độ xử lý nhiệt: không chần (đối chứng), chần ở 90°C trong 60 và 90 giây, và chần ở 100°C trong 60 và 90 giây. Tỷ lệ nguyên liệu/nước chần và khối lượng mẫu được giữ cố định giữa các nghiệm thức. Sau khi kết thúc thời gian xử lý, mẫu được làm nguội nhanh bằng nước lạnh, để ráo, sau đó sấy và nghiền mịn trước khi tiến hành chiết và phân tích.

2.3. Chuẩn bị dịch chiết

Cân chính xác 1,0 g bột rau má từ mỗi nghiệm thức, bổ sung 10 mL methanol 99,5% theo tỷ lệ rắn/lỏng 1:10 (g/mL) và chiết bằng phương pháp hỗ trợ siêu âm trong 60 phút ở 50°C . Quy trình chiết được áp dụng thống nhất cho tất cả các nghiệm thức nhằm đảm bảo tính so sánh. Dịch chiết sau ly tâm/lọc được sử dụng để xác định hàm lượng flavonoid tổng số (TFC) và làm dịch chiết gốc (100%) cho phép thử DPPH. Đối với phép thử DPPH, dịch chiết gốc được pha loãng bằng methanol để thu các nồng độ tương đối 6,25; 12,5; 25; 50 và 100%.

2.4. Phương pháp phân tích

Xác định hàm lượng flavonoid tổng số (TFC): Hàm lượng TFC được xác định bằng phương pháp tạo phức màu với AlCl_3 theo nghiên cứu của Chang et al. (2002) có điều chỉnh, sử dụng quercetin làm chất chuẩn. Đường chuẩn được xây dựng trong khoảng 0-100 $\mu\text{g/mL}$ và độ hấp thụ được đo tại 415 nm. Do dịch chiết có màu nền, độ hấp thụ của mẫu trắng tương ứng với từng dịch chiết được xác định riêng và trừ khỏi độ hấp thụ của mẫu phản ứng trước khi tính toán. TFC được tính theo phương trình:

$$\text{TFC} = C \times V / (m \times 1000)$$

Trong đó, C là nồng độ quercetin tương đương trong dịch chiết ($\mu\text{g/mL}$), V là thể tích dịch chiết (mL) và m là khối lượng mẫu khô sử dụng để chiết (g). Kết quả được biểu thị bằng mg QE/g chất khô. Mẫu đối chứng không chần được xử lý và phân tích đồng thời với các mẫu chần, sử dụng cùng đường chuẩn, điều kiện chiết và quy trình hiệu chỉnh nền màu.

Xác định khả năng bắt gốc tự do DPPH: Khả năng chống oxy hóa của dịch chiết được thực hiện theo nghiên cứu của Brand-Williams et al. (1995) có điều chỉnh. Dung dịch DPPH 0,1 mM trong methanol được trộn với dịch chiết ở các mức nồng độ đã pha loãng. Acid ascorbic được sử dụng làm chất đối chứng dương. Hỗn hợp phản ứng được ủ trong tối, sau đó độ hấp thụ được đo tại 517 nm. Tỷ lệ ức chế gốc DPPH được tính theo phương trình:

$$I (\%) = (A_0 - A_s) / A_0 \times 100$$

Trong đó, A_0 là độ hấp thụ của mẫu kiểm soát DPPH (không có dịch chiết) và A_s là độ hấp thụ của mẫu phản ứng có dịch chiết. Ở mỗi mức tỷ lệ dịch chiết, từng lần lặp thí nghiệm được tính toán dựa trên giá trị kiểm soát tương ứng của chính lần đo đó, nhằm hạn chế sai số hệ thống do sự phân hủy tự nhiên của DPPH theo thời gian giữa các đợt đo.

2.5. Tổng hợp và diễn giải số liệu

Số liệu được trình bày dưới dạng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn (mean $\pm$ SD) của 3 lần lặp. Các chế độ được so sánh theo hướng mô tả tại cùng một mức dịch chiết, dựa trên giá trị trung bình và độ biến thiên. Các giá trị gần nền phép đo hoặc vượt giá trị ngoài khoảng tuyến tính của đường chuẩn không được sử dụng để ngoại suy định lượng.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của chế độ chần đến hàm lượng flavonoid tổng số

Kết quả TFC sau khi hiệu chỉnh độ hấp thụ nền của năm chế độ chần được trình bày ở Bảng 1. Mẫu không chần có TFC cao nhất, đạt $0,949 \pm 0,181$ mg QE/g. Trong các nghiệm thức chần, TFC giảm theo sự gia tăng nhiệt độ và thời gian xử lý; hàm lượng TFC giảm từ $0,293 \pm 0,008$ mg QE/g ở $90^{\circ}\text{C}/60$ giây xuống còn $0,129 \pm 0,006$ mg QE/g ở $100^{\circ}\text{C}/90$ giây. Như vậy, xử lý nhiệt ở nhiệt độ cao hơn và thời gian dài hơn có xu hướng làm giảm hàm lượng flavonoid tổng số trong rau má.

Bảng 1. Hàm lượng flavonoid tổng số của rau má ở các chế độ chần khác nhau

Chế độ chần	TFC (mg QE/g)
Không chần (đối chứng)	$0,949 \pm 0,181^*$
90°C - 60 giây	$0,293 \pm 0,008$
90°C - 90 giây	$0,236 \pm 0,028$
100°C - 60 giây	$0,165 \pm 0,005$
100°C - 90 giây	$0,129 \pm 0,006$

Ghi chú: Giá trị là trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn, $n = 3$.

TFC được tính sau khi trừ nền màu của từng mẫu.

() Một lần lặp của đối chứng có độ hấp thụ hiệu chỉnh 0,797; vượt giá trị cao nhất của đường chuẩn (0,686); do đó, giá trị này chỉ mang tính sơ bộ và cần được xác nhận lại sau pha loãng.*

So với đối chứng không chần, hàm lượng TFC trung bình của các mẫu rau má được chần thấp hơn khoảng 69,1% ở $90^{\circ}\text{C}/60$ giây; 75,1% ở $90^{\circ}\text{C}/90$ giây; 82,6% ở $100^{\circ}\text{C}/60$ giây và 86,4% ở $100^{\circ}\text{C}/90$ giây. Hàm lượng TFC giảm theo sự gia tăng nhiệt độ và thời gian xử lý so với chần ở chế độ chần $90^{\circ}\text{C}/60$ giây, Hàm lượng TFC giảm lần lượt khoảng 19,5% khi kéo dài thời gian chần lên 90 giây ở cùng nhiệt độ và 43,7% khi tăng nhiệt độ lên 100°C trong 60 giây; tại $100^{\circ}\text{C}/90$ giây, hàm lượng TFC thấp hơn khoảng 55,9%. Xu hướng này cho thấy, cường độ xử lý nhiệt có ảnh hưởng bất lợi đến khả năng duy trì flavonoid tổng số trong khoảng điều kiện khảo sát. Nhiệt độ cao có thể thúc đẩy quá trình oxy hóa, phân hủy hoặc chuyển hóa các hợp chất flavonoid, trong khi thời gian gia nhiệt kéo dài làm tăng mức độ tổn thất các hợp chất hòa tan vào môi trường chần (Xiao et al., 2017). Kết quả nghiên cứu có xu hướng không tương đồng với một số công bố trên rau má, nghiên cứu của Đan và ctv (2026) ghi nhận TFC đạt mức cao tại điều kiện chần vi sóng 500 W/60 giây, trong khi Jungsi & Siripongvutikorn (2022) cho thấy, thời gian chần ảnh hưởng đáng kể đến TFC trong quá trình chế biến đồ uống từ rau má. Sự khác biệt về đáp ứng có thể liên quan đến phương thức truyền nhiệt, cường độ và thời gian xử lý, tỷ lệ nguyên liệu/nước cũng như điều kiện chiết sau chần. Ngoài ra TFC trong nghiên cứu hiện tại cũng thấp hơn một số giá trị đã công bố trên rau má như Quyen et al. (2020) và Khursheed et al. (2024). Tuy nhiên, giá trị TFC phụ thuộc đáng kể vào nguồn và tuổi nguyên liệu, dung môi và điều kiện chiết, tỷ lệ rắn/lỏng, phương pháp định lượng và chất chuẩn sử dụng; trong nghiên cứu này, TFC được sử dụng chủ yếu để đánh giá ảnh hưởng tương đối của các chế độ chần trong cùng điều kiện thí nghiệm.

3.2. Ảnh hưởng của chế độ chần đến khả năng bắt gốc DPPH của dịch chiết rau má

Khả năng ức chế gốc tự do DPPH tăng theo tỷ lệ dịch chiết trong cả năm chế độ xử lý. Tuy nhiên, xu hướng này không hoàn toàn tuyến tính ở khoảng nồng độ 6,25-25% (Bảng 2).

Bảng 2. Tỷ lệ ức chế DPPH (%) của rau má theo chế độ chần và tỷ lệ dịch chiết

Chế độ chần	Tỷ lệ dịch chiết				
	6,25%	12,5%	25%	50%	100%
Không chần	2,624 ± 0,285	7,106 ± 0,264	9,378 ± 0,262	23,367 ± 0,296	51,857 ± 0,171
90°C - 60 giây	2,240 ± 0,616	16,930 ± 3,082	18,472 ± 3,066	35,572 ± 1,930	65,109 ± 1,404
90°C - 90 giây	2,825 ± 0,226	7,964 ± 3,149	9,089 ± 4,180	29,920 ± 0,597	61,413 ± 0,216
100°C - 60 giây	0,241 ± 7,857	9,723 ± 1,261	10,645 ± 0,179	24,642 ± 1,014	52,162 ± 0,528
100°C - 90 giây	2,566 ± 0,049	7,141 ± 0,399	9,400 ± 0,106	23,516 ± 0,426	49,057 ± 3,307

Ghi chú: Đơn vị là % ức chế DPPH; giá trị là trung bình ± độ lệch chuẩn, n = 3. Các mức 6,25–100% biểu thị tỷ lệ của dịch chiết gốc sau pha loãng.

Tại nồng độ 6,25%, giá trị trung bình gần nên phép đo và có độ phân tán lớn (độ lệch chuẩn lên đến 7,857%), trong đó một lần lặp của nghiệm thức 100°C/60 giây cho giá trị âm do độ hấp thụ của mẫu cao hơn mẫu kiểm soát. Hiện tượng này được xem là dao động phân tích khi tín hiệu gần giới hạn phát hiện, không phản ánh tác động sinh học, do đó nồng độ 6,25% bị loại khỏi các so sánh.

Tại nồng độ 12,5% và 25%, nghiệm thức 90°C/60 giây thể hiện ưu thế rõ rệt (16,930 ± 3,082% và 18,472 ± 3,066%), cao nhất trong số năm chế độ, trong khi các mẫu còn lại chỉ đạt 7,106–10,645%. Ở nồng độ 50% và 100%, mẫu 90°C/60 giây tiếp tục duy trì giá trị cao nhất, lần lượt đạt 35,572 ± 1,930% và 65,109 ± 1,404%, vượt trội so với mẫu không chần (23,367 ± 0,296% và 51,857 ± 0,171%). Khi tăng nhiệt độ từ 90 lên 100°C hoặc kéo dài thời gian chần từ 60 lên 90 giây, giá trị DPPH có xu hướng giảm. Trong các chế độ khảo sát, nghiệm thức 90°C/60 giây ghi nhận giá trị DPPH cao hơn so với các chế độ có nhiệt độ hoặc thời gian chần cao hơn. Kết quả này có thể liên quan đến tác động của mức độ gia nhiệt đến khả năng giải phóng các hợp chất có hoạt tính chống oxy hóa. Gia nhiệt vừa phải có thể làm mềm cấu trúc mô lá, tạo điều kiện thuận lợi cho dung môi tiếp cận và chiết xuất các hợp chất có khả năng nhường electron hoặc nguyên tử hydro, đồng thời làm giảm hoạt tính của một số enzyme oxy hóa. Khi cường độ xử lý tăng, sự thất thoát các hợp chất tan vào nước chần và sự biến đổi của các cấu tử nhạy nhiệt có thể làm giảm hoạt tính chống oxy hóa của dịch chiết (Amin & Lee, 2005; Nayak et al., 2015).

Nghiên cứu cho thấy, quá trình chần ảnh hưởng tương đồng đến hàm lượng TFC và khả năng chống oxy hóa DPPH của dịch chiết gốc, giá trị giảm dần khi tăng nhiệt và thời gian chần. Tuy nhiên, hàm lượng TFC trong mẫu chưa qua chần có giá cao nhất 0,949 ± 0,181 (mg QE/g), nhưng tỷ lệ ức chế DPPH chỉ đạt 51,857 ± 0,171%, thấp hơn các mẫu chần ở 90°C và xấp xỉ mẫu 100°C/60 giây. Sự không tương ứng giữa TFC và DPPH cho thấy TFC không phải là chỉ tiêu duy nhất liên quan đến hoạt tính chống oxy hóa của dịch chiết rau má. Sự thay đổi DPPH sau chần có thể chịu ảnh hưởng đồng thời bởi sự giải phóng, biến đổi hoặc thất thoát các hợp chất có hoạt tính chống oxy hóa. Bên cạnh flavonoid, rau má còn chứa acid phenolic và các triterpenoid glycoside như asiaticoside và madecassoside, có thể góp phần vào hoạt tính chống oxy hóa của dịch chiết. Một số nghiên cứu cũng ghi nhận DPPH không nhất thiết tăng theo TFC ở các dịch chiết rau má, cho thấy thành phần hóa học của dịch chiết có thể ảnh hưởng đến đáp ứng DPPH (Quyen et al., 2020; Shin et al., 2021).

4. Kết luận

Quá trình chần nước nóng làm thay đổi TFC và hoạt tính DPPH của rau má theo các xu hướng khác nhau. Mẫu không chần có TFC cao nhất (0,949 ± 0,181 mg QE/g), trong khi chế độ 90°C/60 giây cho hoạt

tính DPPH cao nhất tại các mức dịch chiết khảo sát. Kết quả cho thấy, TFC không phải là yếu tố duy nhất quyết định hoạt tính DPPH. Trong phạm vi nghiên cứu, không cần phù hợp hơn khi ưu tiên bảo toàn TFC, còn 90°C/60 giây là chế độ có triển vọng khi ưu tiên hoạt tính DPPH ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

Châu Văn Đan, Nguyễn Tuấn Anh, Huy Thị Tuyết Nga, Nguyễn Tuấn Khang, & Trần Chí Nhân. (2026). Ảnh hưởng của điều kiện chần vi sóng đến hoạt độ enzyme peroxidase, màu sắc và các hợp chất sinh học trong rau má (*Centella asiatica* (L.) Urb.). Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ, 62(1), 178-191. <https://doi.org/10.22144/ctujos.2026.018>.

Amin, I., & Lee, W. Y. (2005). Effect of different blanching times on antioxidant properties in selected cruciferous vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(13), 2314-2320. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2261>.

Bamidele, O. P., Fasogbon, M. B., Adebowale, O. J., & Adeyanju, A. A. (2017). Effect of blanching time on total phenolic, antioxidant activities and mineral content of selected green leafy vegetables. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 24(4), 1-8. <https://doi.org/10.9734/CJAST/2017/34808>.

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. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).

Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M., & Chern, J. C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10(3), 178-182. <https://doi.org/10.38212/2224-6614.2748>.

Deng, L.-Z., Mujumdar, A. S., Zhang, Q., Yang, X.-H., Wang, J., Zheng, Z.-A., Gao, Z.-J., & Xiao, H.-W. (2019). Chemical and physical pretreatments of fruits and vegetables: Effects on drying characteristics and quality attributes-A comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(9), 1408-1432.

Dibanda, R. F., Akdowa, E. P., Rani, A. P., Tongwa, Q. M., & Mbofung, C. M. F. (2020). Effect of microwave blanching on antioxidant activity, phenolic compounds and browning behaviour of some fruit peelings. *Food Chemistry*, 302, 125308. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125308>.

Haida, Z., Maziah, M., & Hakiman, M. (2021). Primary metabolites, phenolics content and antioxidant activities of *Hydrocotyle bonariensis* and *Centella asiatica*. *Fundamental and Applied Agriculture*, 6(1), 27-34. <https://doi.org/10.5455/faa.32251>.

Junsi, M., & Siripongvutikorn, S. (2022). Development of herbal juice from *Centella asiatica*: Antioxidant property, nutritional value and shelf life of product. *Food Science and Technology*, 42, e93722. <https://doi.org/10.1590/fst.93722>.

Khursheed, T., Khalil, A. A., Akhtar, M. N., Khalid, A., Tariq, M. R., Alsulami, T., Mugabi, R., & Nayik, G. A. (2024). Ultrasound-assisted solvent extraction of phenolics, flavonoids, and major triterpenoids from *Centella asiatica* leaves: A comparative study. *Ultrasonics Sonochemistry*, 111, 107091. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2024.107091>.

Nayak, B., Liu, R. H., & Tang, J. (2015). Effect of processing on phenolic antioxidants of fruits, vegetables, and grains – A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(7), 887-918. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.654142>.

Quyen, N. T. C., Quyen, N. T. N., Quy, N. N., & Quan, P. M. (2020). Evaluation of total polyphenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Centella asiatica*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 991, 012020. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/991/1/012020>.

Shin, H. Y., Kim, H., Jung, S., Jeong, E.-J., Lee, K.-H., Bae, Y.-J., Suh, H. J., Jang, K.-I., & Yu, K.-W. (2021). Interrelationship between secondary metabolites and antioxidant capacities of *Centella asiatica* using bivariate and multivariate correlation analyses. *Applied Biological Chemistry*, 64, Article 82. <https://doi.org/10.1186/s13765-021-00656-9>.

Xiao, H. W., Pan, Z., Deng, L. Z., El-Mashad, H. M., Yang, X. H., Mujumdar, A. S., Gao, Z. J., & Zhang, Q. (2017). Recent developments and trends in thermal blanching - A comprehensive review. *Information Processing in Agriculture*, 4(2), 101-127. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2017.02.001>.