

Ảnh hưởng của điều kiện chiết đến khả năng trích ly một số hợp chất có hoạt tính sinh học từ lá nha đam

Nguyễn Thị Liễu, Nguyễn Văn Toàn, Nguyễn Thị Thùy Trang, Nguyễn Thị Dung, Bùi Bảo Thịnh*

Trung tâm Công nghệ Sinh học Thành phố Hồ Chí Minh

*buibaothinh9595@gmail.com

Tóm tắt

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ dung môi nước-ethanol và tỷ lệ nguyên liệu:dung môi đến khả năng chiết xuất các hợp chất này từ lá nha đam, đồng thời phân tích hàm lượng acemannan và hoạt tính kháng oxy hóa của chiết xuất. Kết quả cho thấy, chiết xuất nha đam sử dụng dung môi nước tinh khiết (100:0) và tỷ lệ nguyên liệu:dung môi là 1:1 (v/v) đạt hàm lượng polyphenol tổng số ($3,528 \pm 0,0141$) mg GAE/g, polysaccharide tổng số ($218,0 \pm 0,023$) mg/g và saponin cao nhất, đồng thời chứa acemannan ở mức 182,5 mg/g cao chiết. Hoạt tính kháng oxy hóa của chiết xuất được đánh giá thông qua các thử nghiệm DPPH và ABTS⁺, với giá trị IC₅₀ trong thử nghiệm DPPH là ($476,58 \pm 2,91$) µg/mL và trong thử nghiệm ABTS⁺ là ($433,91 \pm 1,95$) µg/mL. Kết quả nghiên cứu này cung cấp cơ sở khoa học cho việc ứng dụng chiết xuất nha đam trong dược phẩm, thực phẩm và mỹ phẩm.

© 2025 Journal of Science and Technology - NTTU

Nhận 11/03/2025

Được duyệt 23/06/2025

Công bố 28/07/2025

Từ khóa

Nha đam, dung môi, polyphenol, acemannan, kháng oxy hóa

1 Đặt vấn đề

Nha đam (NĐ – *Aloe vera* (L.) Burm.f.), hay còn gọi là hội, là loài thực vật có giá trị dược liệu cao, được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực thực phẩm, dược phẩm và mỹ phẩm nhờ chứa nhiều hợp chất sinh học có hoạt tính [1]. Có nguồn gốc từ Bắc Phi, NĐ hiện được trồng phổ biến tại nhiều quốc gia trên thế giới, trong đó có Việt Nam [1]. Lá NĐ có hàm lượng nước rất cao, chiếm khoảng (99 %), trong khi phần chất khô còn lại chứa hơn 75 hợp chất sinh học quan trọng như polyphenol, anthraquinone, saponin, polysaccharide (đặc biệt là acemannan và glucomannan), vitamin, khoáng chất và enzyme [1-4]. Các hợp chất này đã được chứng minh có nhiều tác dụng sinh học như kháng khuẩn, kháng viêm, chống oxy hóa, tăng cường miễn dịch và hỗ trợ làm lành vết thương [5-8]. Trong đó, polyphenol nổi bật với khả

năng chống oxy hóa mạnh, giúp trung hòa các gốc tự do, từ đó bảo vệ tế bào khỏi stress oxy hóa và có tiềm năng trong phòng ngừa các bệnh mãn tính cũng như làm chậm quá trình lão hóa [3, 4, 9].

Nhu cầu sử dụng các chiết xuất từ NĐ trong ngành công nghiệp mỹ phẩm, thực phẩm chức năng và dược phẩm đang gia tăng mạnh mẽ, đặc biệt trong bối cảnh người tiêu dùng ngày càng quan tâm đến các sản phẩm có nguồn gốc tự nhiên, an toàn và thân thiện với môi trường [10-14]. Tuy nhiên, nhiều nghiên cứu trước đây sử dụng các dung môi hữu cơ như methanol, acetone hay chloroform trong quá trình chiết xuất các hợp chất sinh học từ thực vật, bao gồm NĐ, có thể gây độc hại cho con người và môi trường nếu không được xử lý đúng cách. Do đó, việc phát triển quy trình chiết xuất sử dụng các dung môi an toàn hơn như nước và ethanol – vốn được công nhận là dung môi xanh, phù hợp với

các ứng dụng trong ngành thực phẩm và dược phẩm – đang được khuyến khích [1-3].

Việc ứng dụng enzyme sinh học (như cellulase) trong chiết xuất cũng góp phần nâng cao hiệu suất thu hồi hợp chất có hoạt tính sinh học mà không gây ô nhiễm môi trường [4]. Ngoài ra, việc sử dụng phương pháp sấy đông khô mặc dù có chi phí cao hơn các phương pháp sấy nhiệt truyền thống nhưng lại giúp bảo toàn tốt cấu trúc và hoạt tính của các hợp chất nhạy cảm, từ đó cải thiện chất lượng sản phẩm cuối cùng mà không cần sử dụng phụ gia hóa học.

Trên cơ sở đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm khảo sát quy trình chiết xuất các hợp chất sinh học chính từ lá NĐ (bao gồm polyphenol, polysaccharide và saponin) bằng cách sử dụng các dung môi an toàn và thân thiện với môi trường (nước và ethanol), kết hợp với enzyme cellulase sinh học. Đồng thời, nghiên cứu cũng đánh giá hàm lượng acemannan – một polysaccharide chức năng đặc trưng của NĐ – và hoạt tính kháng oxy hóa của chiết xuất. Việc lựa chọn quy trình chiết xuất theo hướng an toàn, không sử dụng dung môi độc hại, phù hợp với xu hướng phát triển bền vững và an toàn sinh học trong công nghiệp thực phẩm và mỹ phẩm. Kết quả nghiên cứu cung cấp dữ liệu khoa học quan trọng phục vụ định hướng tối ưu hóa quy trình chiết xuất NĐ, góp phần phát triển các sản phẩm có nguồn gốc tự nhiên, thân thiện với sức khỏe và môi trường.

2 Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1 Chuẩn bị và xử lý mẫu

Lá NĐ tươi được thu mua từ các chợ trên địa bàn Thành phố Hồ Chí Minh. Sau khi thu nhận, lá được ngâm trong dung dịch natri clorua 2 % trong 15 phút, sau đó rửa sạch bằng nước để loại bỏ tạp chất. Tiếp theo, lớp vỏ ngoài và viền gai của lá được loại bỏ để thu lấy phần thịt NĐ. Phần thịt này được xay nhuyễn nhằm giải phóng gel NĐ, tiếp tục nghiền nhỏ và lọc qua ba lớp vải để loại bỏ phần xơ. Dung dịch gel thu được được bảo quản ở 4 °C để làm nguyên liệu cho các thí nghiệm tiếp theo.

2.2 Chuẩn bị chiết xuất NĐ

Dung dịch gel NĐ sau khi xử lý được bổ sung enzyme cellulase với nồng độ 1,5 mg/mL nhằm tăng hiệu suất

thu hồi các hợp chất có hoạt tính sinh học. Hỗn hợp sau khi bổ sung enzyme được khuấy từ trong 15 phút để đảm bảo enzyme tiếp xúc đồng đều. Tiếp theo, hỗn hợp được đông chính xác thể tích vào bình tam giác và bổ sung dung môi theo các điều kiện chiết xuất đã thiết lập (Bảng 1). Quá trình chiết xuất được thực hiện trong 180 phút ở nhiệt độ 45 °C bằng cách sử dụng bể ổn định nhiệt nhằm duy trì điều kiện chiết ổn định và hạn chế tác động của ánh sáng. Sau khi kết thúc quá trình chiết, hỗn hợp được lọc qua giấy lọc để loại bỏ cặn xơ không hòa tan, thu lấy phần dịch chiết. Dịch chiết sau lọc được cô quay chân không để loại bỏ dung môi, thu nhận cao chiết NĐ dạng lỏng. Cao chiết thu được sau đó được bảo quản ở -80 °C cho đến khi đông hoàn toàn. Mẫu đông lạnh tiếp tục được đưa vào máy đông khô chân không (Low volume lyophilizer, ALPHA 2-4 LSC Basic) và tiến hành sấy đông khô trong 48 giờ để thu bột cao chiết khô. Bột cao chiết sau thu nhận được bảo quản ở 4 °C để phục vụ các thí nghiệm tiếp theo.

Bảng 1 Điều kiện chiết xuất NĐ

Tỷ lệ dung môi nước:ethanol (%)	100:0	50:50	20:80
Tỷ lệ nguyên liệu:dung môi (v/v)	1:1	1:2	
Nhiệt độ (°C)	45		
Thời gian (phút)	180		

2.3 Định lượng polyphenol tổng số

Hàm lượng polyphenol tổng số trong chiết xuất NĐ được xác định bằng phương pháp đo màu sử dụng thuốc thử Folin-Ciocalteu với một số điều chỉnh nhỏ [4]. Mẫu chiết xuất NĐ được pha thành dung dịch có nồng độ 1 mg/mL bằng cách cân chính xác 1 mg cao chiết và hòa tan trong 1 mL methanol. Tiến hành hút 0,1 mL dung dịch mẫu cho vào 0,5 mL thuốc thử Folin-Ciocalteu 10 %, lắc đều và để phản ứng xảy ra trong 10 phút ở nhiệt độ phòng. Sau đó, bổ sung 0,4 mL dung dịch Na₂CO₃ 7,5 %, tiếp tục ủ hỗn hợp trong điều kiện tối. Sau 60 phút, đo độ hấp thụ quang của hỗn hợp phản ứng bằng máy quang phổ UV-Vis tại bước sóng 765 nm. Mỗi mẫu được đo lặp lại 3 lần để đảm bảo độ chính xác của kết quả. Đường chuẩn acid gallic được thiết lập bằng cách thực hiện phản ứng tương tự với dãy nồng độ từ 15,625 µg/mL đến 500 µg/mL. Kết quả đo độ hấp thụ

được dùng để xây dựng phương trình đường chuẩn, từ đó tính toán hàm lượng polyphenol tổng số trong mẫu chiết xuất NĐ và biểu diễn kết quả theo đơn vị mg tương đương acid gallic/gam cao chiết (mg GAE/g cao chiết).

Hàm lượng polyphenol tổng số được tính theo công thức:

$$TPC = \frac{C \times V}{m \times 1000}$$

Trong đó: TPC là hàm lượng polyphenol tổng số (mg GAE/g cao chiết); C là nồng độ acid gallic quy ra từ phương trình đường chuẩn ($\mu\text{g/mL}$); V là thể tích dung dịch mẫu (mL); m là khối lượng cao chiết dùng định lượng (g).

2.4 Định lượng polysaccharide tổng số

Hàm lượng polysaccharide tổng số trong chiết xuất NĐ được xác định bằng phương pháp phenol – acid sulfuric với một số điều chỉnh nhỏ [5]. Bột chiết xuất NĐ (5 mg) được hòa tan trong 1 mL nước cất. Tiến hành hút 400 μL dung dịch mẫu cho vào ống nghiệm, sau đó thêm 200 μL dung dịch phenol 5 %. Tiếp tục bổ sung 1 mL acid sulfuric (H_2SO_4) đậm đặc vào hỗn hợp và lắc nhẹ để đảm bảo phản ứng diễn ra đồng nhất. Hỗn hợp sau đó được để yên 30 phút ở nhiệt độ phòng nhằm đảm bảo phản ứng tạo phức màu diễn ra hoàn toàn. Sau thời gian phản ứng, tiến hành đo độ hấp thụ quang của hỗn hợp tại bước sóng 490 nm bằng máy quang phổ UV-Vis. Đường chuẩn glucose được xây dựng bằng cách thay thế mẫu thử bằng dung dịch glucose ở các nồng độ khác nhau, từ đó thiết lập phương trình đường chuẩn. Hàm lượng polysaccharide tổng số trong mẫu được xác định gián tiếp thông qua hàm lượng glucose.

2.5 Định tính saponin

Thành phần saponin trong chiết xuất NĐ được định tính theo phương pháp tạo bọt dựa trên độ bền của bọt trong dung dịch [2]. Phương pháp này dựa vào khả năng tạo bọt đặc trưng của saponin khi lắc mạnh trong môi trường nước. Cân chính xác 0,1 g chiết xuất NĐ, hòa tan trong 5 mL nước nóng và lắc mạnh theo phương thẳng đứng trong 1 phút. Sau đó, để yên ống nghiệm và quan sát sự tạo bọt cũng như độ bền của bọt theo thời gian. Kết quả được đánh giá theo mức độ bền của bọt như sau:

Bọt bền trong 15 phút + (ít).

Bọt bền trong 30 phút ++ (nhiều).

Bọt bền trong 60 phút +++ (rất nhiều).

2.6 Định lượng acemannan bằng phương pháp HPLC

Hàm lượng acemannan trong chiết xuất NĐ được xác định bằng phương pháp sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC). Bột chiết xuất NĐ được hòa tan trong hỗn hợp methanol:nước ($\text{MeOH:H}_2\text{O}$, 20:80, v/v), sau đó trộn đều bằng máy vortex để hòa tan hoàn toàn. Hỗn hợp trên được lọc qua màng lọc 0,45 μm trước khi tiêm vào hệ thống HPLC để phân tích. Acemannan tinh khiết được sử dụng làm chất chuẩn để xây dựng đường cong chuẩn. Dung dịch chuẩn gốc được chuẩn bị bằng cách hòa tan 10 mg acemannan tinh khiết trong 10 mL dung dịch $\text{MeOH:H}_2\text{O}$ (20:80, v/v). Từ dung dịch chuẩn gốc, tiến hành pha loãng để tạo dãy nồng độ chuẩn trong khoảng (0,1-10) mg/mL , sau đó tiếp tục lọc qua màng lọc 0,45 μm trước khi tiêm vào hệ thống HPLC.

Thông số phân tích trên HPLC: hệ thống HPLC sử dụng cột C18 (25 cm $\times$ 4,6 mm, 5 μm). Quá trình phân tích được thực hiện với đầu dò UV-Vis đặt tại bước sóng 210 nm. Pha động được sử dụng là hỗn hợp nước (80 %) và methanol (20 %) theo thể tích, tốc độ dòng chảy 3 mL/phút, thể tích tiêm mẫu 10 μL , và nhiệt độ cột được duy trì ở 37 $^\circ\text{C}$.

2.7 Khảo sát hoạt tính kháng oxy hóa

Hoạt tính kháng oxy hóa của chiết xuất NĐ được đánh giá thông qua khả năng bắt gốc tự do DPPH và ABTS⁺ [6]. Trong thử nghiệm DPPH, chiết xuất NĐ được pha loãng với ethanol ở các nồng độ khác nhau. Sau đó hút 1 mL dung dịch mẫu trộn với 2 mL dung dịch DPPH pha loãng (0,05 mmol/L trong ethanol). Hỗn hợp được lắc đều trong 15 giây và ủ trong tối ở nhiệt độ phòng trong 30 phút, sau đó đo độ hấp thụ tại bước sóng 517 nm bằng máy quang phổ UV-Vis. Mẫu đối chứng âm được thay thế bằng ethanol, trong khi mẫu đối chứng dương sử dụng vitamin C. Tỷ lệ bắt gốc tự do DPPH (%) được tính theo công thức:

$$\text{Tỷ lệ bắt gốc tự do DPPH (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

Trong đó, A là độ hấp thụ cực đại của đối chứng âm; B là độ hấp thụ cực đại của các mẫu.

Khả năng bắt gốc tự do ABTS⁺ được thực hiện bằng cách tạo gốc ABTS⁺ thông qua phản ứng giữa ABTS (7 mM) và kali persulfate (K₂S₂O₈, 2,45 mM) theo tỷ lệ 3:1, ủ trong tối ở nhiệt độ phòng trong 16 giờ trước khi sử dụng. Dung dịch ABTS⁺ được pha loãng bằng ethanol đến khi đạt độ hấp thụ $0,7 \pm 0,02$ tại bước sóng 734 nm. Chiết xuất ND được pha loãng với ethanol ở các nồng độ khác nhau. Sau đó, 10 μ L mẫu chiết xuất được trộn với 1 mL dung dịch ABTS⁺, lắc đều và để phản ứng trong 6 phút ở nhiệt độ phòng trước khi đo độ hấp thụ tại 734 nm. Mẫu đối chứng dương sử dụng vitamin C, trong khi mẫu đối chứng âm thay thế bằng ethanol. Tỷ lệ bắt gốc tự do ABTS⁺ được tính theo công thức tương tự DPPH.

Giá trị IC₅₀ (nồng độ mẫu cần thiết để ức chế 50 % gốc tự do DPPH hoặc ABTS⁺) được xác định từ phương trình hồi quy dựa trên đồ thị biểu diễn phần trăm ức chế theo nồng độ mẫu.

2.8 Xử lý số liệu

Mỗi thí nghiệm được tiến hành lặp lại ba lần và dữ liệu thu được được trình bày dưới dạng giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Phân tích số liệu được thực hiện bằng cách sử dụng phần mềm Minitab phiên bản 16.2.2.4.

3 Kết quả và thảo luận

Bảng 2 Hiệu suất và hàm lượng polyphenol tổng số của chiết xuất ND

Tỷ lệ dung môi nước:ethanol (%)	Tỷ lệ nguyên liệu:dung môi (v/v)	Hiệu suất (%)	Polyphenol tổng số (mg GAE/g cao chiết)
100:0	1:1	$0,9236^{ab} \pm 0,0042$	$3,5280^a \pm 0,0141$
50:50		$0,9203^b \pm 0,0025$	$2,9100^b \pm 0,0597$
20:80		$0,827^c \pm 0,003$	$1,9841^d \pm 0,0742$
100:0	1:2	$0,931^a \pm 0,002$	$3,1128^b \pm 0,0617$
50:50		$0,0817^d \pm 0,0038$	$2,3291^c \pm 0,1643$
20:80		$0,821^{cd} \pm 0,003$	$2,3358^c \pm 0,1755$

Ghi chú: trong cùng một cột, các giá trị theo sau bởi các ký tự khác nhau khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Về hàm lượng polyphenol tổng số, giá trị cao nhất đạt ($3,528 \pm 0,0141$) mg GAE/g khi sử dụng nước tinh khiết (100:0) với tỷ lệ nguyên liệu:dung môi là 1:1 (Bảng 2). Khi tăng tỷ lệ ethanol lên 50:50, hàm lượng polyphenol tổng số giảm xuống ($2,91 \pm 0,0597$) mg GAE/g (tại tỷ lệ nguyên liệu:dung môi là 1:1) và ($2,3291 \pm 0,1643$) mg GAE/g (tại

3.1 Định lượng polyphenol tổng số của chiết xuất ND Polyphenol là nhóm hợp chất tự nhiên có hoạt tính sinh học cao, đóng vai trò quan trọng trong việc chống oxy hóa, kháng viêm và bảo vệ tế bào khỏi các tác nhân gây hại [3, 4]. Trong chiết xuất từ ND, polyphenol được quan tâm nhờ tiềm năng ứng dụng trong dược phẩm và thực phẩm chức năng. Nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu:dung môi và thành phần dung môi nước:ethanol đến hiệu suất và hàm lượng polyphenol tổng số của chiết xuất ND. Kết quả thu được cho thấy sự khác biệt đáng kể giữa các điều kiện chiết xuất (Bảng 2).

Về hiệu suất chiết xuất, giá trị cao nhất đạt ($0,931 \pm 0,002$) % khi sử dụng nước tinh khiết (100:0) với tỷ lệ nguyên liệu:dung môi là 1:2 (Bảng 2). Khi tỷ lệ nguyên liệu:dung môi giảm xuống 1:1, hiệu suất chiết xuất đạt ($0,9236 \pm 0,0042$) %. Khi tăng tỷ lệ ethanol trong dung môi, hiệu suất có xu hướng giảm, đặc biệt ở tỷ lệ nước:ethanol là 20:80, giá trị này giảm còn ($0,827 \pm 0,003$) % (tại tỷ lệ nguyên liệu:dung môi là 1:1) và ($0,821 \pm 0,003$) % (tại tỷ lệ nguyên liệu:dung môi là 1:2). Điều này cho thấy nước có khả năng trích ly các hợp chất sinh học hiệu quả hơn ethanol trong điều kiện thí nghiệm này.

tỷ lệ nguyên liệu:dung môi là 1:2). Ở tỷ lệ nước:ethanol là 20:80, hàm lượng polyphenol tổng số tiếp tục giảm, đạt ($1,9841 \pm 0,0742$) mg GAE/g (tại tỷ lệ nguyên liệu:dung môi là 1:1) và ($2,3358 \pm 0,1755$) mg GAE/g (tại tỷ lệ nguyên liệu:dung môi là 1:2). Kết quả này cho thấy nước có khả năng chiết xuất polyphenol tốt hơn ethanol. Tuy nhiên, khi tăng lượng nước quá mức (tỷ lệ nguyên liệu:dung môi là 1:2) có thể xảy ra hiện tượng pha loãng ảnh hưởng đến hàm lượng polyphenol thu được.

So sánh với các nghiên cứu trước, hàm lượng polyphenol tổng số cao nhất trong nghiên cứu này ($3,528 \text{ mg GAE/g}$) vượt trội so với giá trị ($0,11 \pm 0,01$) mg GAE/g của chiết xuất ethanol từ ND [3] và ($2,34 \pm 0,37$) mg GAE/g từ chiết xuất methanol [6]. Tuy nhiên, hàm lượng polyphenol tổng số này vẫn thấp hơn so với một số nghiên cứu sử dụng dung môi hữu cơ khác, chẳng hạn hàm lượng polyphenol tổng số của chiết xuất chloroform-ethanol và ethyl acetate lần lượt đạt 40 mg GAE/g và $23,8 \text{ mg GAE/g}$ [7], trong khi hàm lượng này đạt giá trị ($38,94 \pm 7,64$) mg GAE/g từ chiết xuất methanol [8]. Sự khác biệt này có thể xuất phát từ sự thay đổi trong phương pháp chiết xuất, loại dung môi, tỷ lệ nguyên liệu:dung môi cũng như điều kiện xử lý nguyên liệu [9].

3.2 Định lượng polysaccharide tổng số của chiết xuất ND
Polysaccharide là một trong những thành phần chính có trong phần thịt lá ND, đóng vai trò quan trọng trong các hoạt tính sinh học như tăng cường miễn dịch, chống oxy hóa và hỗ trợ quá trình chữa lành vết thương [10]. Việc định lượng polysaccharide tổng số trong chiết xuất ND giúp đánh giá hiệu quả của phương pháp chiết xuất, đồng thời cung cấp dữ liệu quan trọng để tối ưu hóa quá trình thu nhận hợp chất này phục vụ cho các ứng dụng trong dược phẩm và thực phẩm chức năng. Kết quả trong Bảng 3 cho thấy hàm lượng polysaccharide tổng số thay đổi đáng kể theo tỷ lệ dung môi nước:ethanol và tỷ lệ nguyên liệu:dung môi. Khi sử dụng nước tinh khiết (100:0) và tỷ lệ nguyên liệu:dung môi là 1:1, hàm lượng polysaccharide tổng số đạt giá trị cao nhất là ($218,0 \pm 0,023$) mg/g . Trường hợp cùng tỷ lệ dung môi nhưng với tỷ lệ nguyên liệu:dung môi là 1:2, giá trị này giảm nhẹ xuống còn ($202,0 \pm 0,034$) mg/g . Khi tỷ lệ dung môi thay đổi sang 50:50, hàm lượng polysaccharide tổng số giảm đáng kể, còn ($193,3 \pm 0,037$) mg/g (tại tỷ lệ nguyên liệu:dung môi là 1:1) và ($156,0 \pm 0,022$) mg/g (tại tỷ lệ nguyên liệu:dung môi là 1:2). Sự suy giảm tiếp tục được ghi nhận khi sử dụng dung môi có tỷ lệ ethanol cao hơn (20:80), với giá trị polysaccharide tổng số thấp nhất là ($105,4 \pm 0,013$) mg/g (tại tỷ lệ nguyên liệu:dung môi là 1:1) và ($151,4 \pm 0,031$) mg/g (tại tỷ lệ nguyên liệu:dung môi là 1:2). Những khác biệt này có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$),

cho thấy dung môi nước có khả năng chiết xuất polysaccharide cao hơn so với dung môi chứa ethanol.

Bảng 3 Hàm lượng polysaccharide tổng số của chiết xuất ND

Tỷ lệ dung môi nước:ethanol (%)	Tỷ lệ nguyên liệu:dung môi (v/v)	Polysaccharide tổng số (mg/g)
100:0	1:1	$218,0^a \pm 0,023$
50:50		$193,3^c \pm 0,037$
20:80		$105,4^f \pm 0,013$
100:0	1:2	$202,0^b \pm 0,034$
50:50		$156,0^d \pm 0,022$
20:80		$151,4^e \pm 0,031$

Ghi chú: trong cùng một cột, các giá trị theo sau bởi các ký tự khác nhau khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đây, khi nhiều tác giả cũng ghi nhận sự hiện diện đáng kể của polysaccharide trong chiết xuất ND [13, 14]. Sự khác biệt trong hàm lượng polysaccharide tổng số giữa các điều kiện chiết xuất có thể do độ hòa tan của polysaccharide trong nước cao hơn ethanol, trong khi ethanol có thể làm giảm khả năng chiết tách polysaccharide do tác động đến cấu trúc của các đại phân tử này [10]. Ngoài ra, tỷ lệ nguyên liệu:dung môi cũng ảnh hưởng đến hiệu suất thu nhận polysaccharide, với tỷ lệ 1:1 cho kết quả cao hơn so với 1:2 trong hầu hết các điều kiện. Tóm lại, nghiên cứu này cho thấy rằng việc sử dụng nước tinh khiết là phương án tối ưu để thu nhận polysaccharide từ ND.

3.3 Định tính saponin của chiết xuất ND

Saponin là một nhóm hợp chất có hoạt tính sinh học quan trọng trong dược liệu, đặc biệt với đặc tính tạo bọt, kháng khuẩn và chống oxy hóa [11]. Do đó, việc định tính saponin trong chiết xuất ND là cần thiết để đánh giá khả năng ứng dụng của nó trong lĩnh vực thực phẩm và dược phẩm. Kết quả định tính saponin trong Bảng 4 cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa các điều kiện chiết xuất. Khi sử dụng nước tinh khiết (100:0) và tỷ lệ nguyên liệu:dung môi là 1:1, mức độ saponin đạt cao nhất (+++, tức là rất nhiều). Khi giảm tỷ lệ nước trong dung môi xuống 50:50 (nước:ethanol), mức độ saponin giảm còn ++ (nhiều). Khi tiếp tục tăng tỷ lệ ethanol lên

20:80, mức độ saponin chỉ còn + (ít). Xu hướng này cũng được ghi nhận khi thay đổi tỷ lệ nguyên liệu: dung môi từ 1:1 sang 1:2, với mức độ saponin thu được ở mức ++ (nhiều) đối với nước tinh khiết (100:0) và 50:50, nhưng giảm xuống + (ít) khi tỷ lệ ethanol cao hơn (20:80).

Bảng 4 Định tính saponin của chiết xuất NĐ

Tỷ lệ dung môi nước:ethanol (%)	Tỷ lệ nguyên liệu:dung môi (v/v)	Saponin
100:0	1:1	+++
50:50		++
20:80		+
100:0	1:2	++
50:50		++
20:80		+

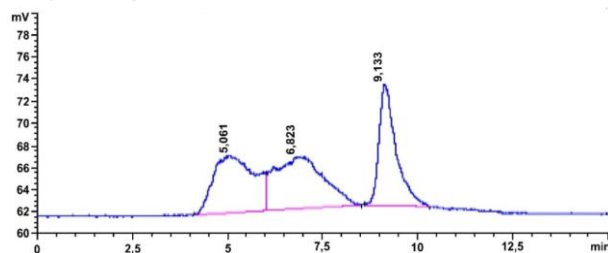
Ghi chú: + (ít); ++ (nhiều); +++ (rất nhiều).

Những kết quả này tương đồng với các nghiên cứu trước đây, cho thấy sự hiện diện của saponin trong chiết xuất NĐ [11, 12]. Tuy nhiên, hàm lượng saponin thu được phụ thuộc vào loại dung môi và tỷ lệ chiết xuất. Sự khác biệt về mức độ saponin giữa các mẫu có thể được giải thích bằng khả năng hòa tan của saponin trong nước và ethanol. Saponin là hợp chất có tính chất lưỡng cực, có thể hòa tan tốt trong nước nhưng bị ảnh hưởng khi tỷ lệ ethanol quá cao. Khi ethanol chiếm ưu thế trong dung môi (20:80), sự hòa tan của saponin bị hạn chế, dẫn đến lượng saponin thu được thấp hơn. Ngược lại, khi sử dụng nước 100 %, khả năng trích ly saponin đạt mức tối ưu. Nhìn chung, nghiên cứu này cho thấy nước là dung môi phù hợp để chiết xuất saponin từ NĐ và việc sử dụng ethanol với tỷ lệ quá cao có thể làm giảm hiệu quả chiết xuất nhóm hợp chất này.

3.4 Định lượng acemannan của chiết xuất NĐ giàu polyphenol

Acemannan là một polysaccharide quan trọng trong NĐ, có tác dụng hỗ trợ hệ miễn dịch, kháng viêm, kháng oxy hóa và thúc đẩy quá trình lành vết thương [13]. Do đó, việc định lượng acemannan trong chiết xuất NĐ là cần thiết để đánh giá tiềm năng ứng dụng của nó trong dược phẩm và thực phẩm chức năng. Trong nghiên cứu này, mẫu chiết xuất NĐ sử dụng nước tinh khiết (100:0) và tỷ lệ nguyên liệu:dung môi

là 1:1 cho khả năng chiết xuất hiệu quả các hợp chất hoạt tính sinh học như polyphenol, polysaccharide và saponin đã được phân tích hàm lượng acemannan. Kết quả phân tích cho thấy hàm lượng acemannan trong chiết xuất đạt 182,5 mg/g cao chiết, xác nhận sự hiện diện đáng kể của polysaccharide này trong dịch chiết NĐ (Hình 1).



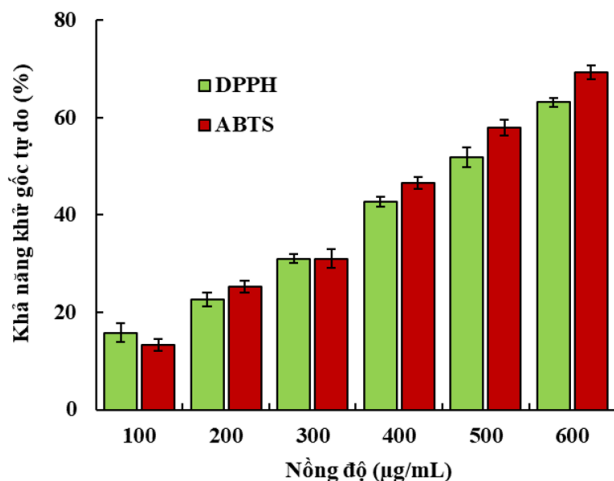
Hình 1 Sắc ký đồ định lượng acemannan bằng HPLC

Kết quả này tương đồng với các nghiên cứu trước đây, khẳng định rằng NĐ là một nguồn giàu acemannan [13, 14]. Hàm lượng cao của acemannan trong chiết xuất nước có thể được giải thích bởi khả năng hòa tan tốt của polysaccharide này trong nước. Điều này cũng nhấn mạnh vai trò của nước tinh khiết như một dung môi phù hợp để thu nhận acemannan, góp phần nâng cao giá trị ứng dụng của chiết xuất NĐ trong các sản phẩm chăm sóc sức khỏe.

3.5 Hoạt tính kháng oxy hóa của chiết xuất NĐ giàu polyphenol

Hoạt tính kháng oxy hóa của chiết xuất NĐ đóng vai trò quan trọng trong việc bảo vệ tế bào khỏi tác hại của các gốc tự do, từ đó giúp làm chậm quá trình lão hóa và hỗ trợ phòng ngừa một số bệnh mãn tính [15]. Do đó, việc đánh giá khả năng bắt gốc tự do của chiết xuất NĐ là cần thiết để xác định tiềm năng ứng dụng của nó trong lĩnh vực thực phẩm và dược phẩm. Trong nghiên cứu này, mẫu chiết xuất NĐ sử dụng nước tinh khiết (100:0) và tỷ lệ nguyên liệu:dung môi là 1:1 đã được đánh giá hoạt tính kháng oxy hóa. Kết quả cho thấy chiết xuất NĐ có khả năng kháng oxy hóa thông qua hai thử nghiệm DPPH và ABTS⁺ (Hình 2 và Bảng 5). Trong thử nghiệm DPPH, hiệu suất bắt gốc tự do tăng từ 15,82 % đến 63,11 % khi nồng độ chiết xuất tăng từ 100 µg/mL đến 600 µg/mL. Trong thử nghiệm ABTS⁺, hiệu suất bắt gốc tự do tăng từ 13,27 % đến 69,29 % trong cùng dải nồng độ khảo sát. Giá trị IC₅₀ của chiết xuất NĐ trong thử nghiệm DPPH là (476,58 ± 2,91)

$\mu\text{g/mL}$, trong khi trong thử nghiệm ABTS^+ là $(433,91 \pm 1,95) \mu\text{g/mL}$. Vitamin C, một chất chống oxy hóa mạnh có IC_{50} trong thử nghiệm DPPH là $(15,82 \pm 0,13) \mu\text{g/mL}$ và ABTS^+ là $(12,84 \pm 0,04) \mu\text{g/mL}$.



Hình 2 Hoạt tính kháng oxy hóa của chiết xuất NĐ giàu polyphenol trong thử nghiệm DPPH và ABTS^+

Bảng 5 Giá trị IC_{50} của chiết xuất NĐ giàu polyphenol và vitamin C trong thử nghiệm DPPH và ABTS^+

Mẫu	Giá trị IC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)	
	DPPH	ABTS^+
Chiết xuất NĐ	$476,58 \pm 2,91$	$433,91 \pm 1,95$
Vitamin C	$15,82 \pm 0,13$	$12,84 \pm 0,04$

So với các nghiên cứu trước đây, hoạt tính kháng oxy hóa của chiết xuất NĐ trong nghiên cứu này có sự khác biệt đáng kể. Cụ thể, nghiên cứu ghi nhận chiết xuất nước từ NĐ có hoạt tính dọn gốc DPPH với $\text{IC}_{50} = 54,0 \mu\text{g/mL}$, trong khi chiết xuất methanol đạt $\text{IC}_{50} = 103,4 \mu\text{g/mL}$ [15]. Trong khi đó, nghiên cứu khác báo cáo chiết xuất NĐ có hoạt tính yếu hơn với IC_{50} trong DPPH là $(572,14 \pm 2,21) \mu\text{g/mL}$, trong khi giá trị IC_{50} trong ABTS^+ là $(105,26 \pm 0,22) \mu\text{g/mL}$ [16]. So với kết quả này, chiết xuất NĐ trong nghiên cứu hiện tại có hoạt tính kháng oxy hóa tương đương hoặc thấp hơn so với một số nghiên cứu trước. Sự khác biệt này có thể do thành phần polyphenol được chiết xuất có hoạt tính

kháng oxy hóa thấp. Bên cạnh đó, hàm lượng polysaccharide và acemannan cao có thể làm giảm khả năng tương tác giữa polyphenol và các gốc tự do trong các mô hình đánh giá *in vitro* như DPPH hoặc ABTS^+ , do hình thành mạng polymer hoặc tương tác vật lý – hóa học cản trở tiếp cận của gốc tự do.

Hoạt tính kháng oxy hóa của chiết xuất NĐ trong nghiên cứu này có thể được giải thích bởi sự hiện diện của các hợp chất sinh học như polyphenol, polysaccharide, saponin và acemannan [2-4]. Polyphenol là nhóm hợp chất có hoạt tính chống oxy hóa mạnh, có khả năng trung hòa gốc tự do thông qua cơ chế cho electron hoặc hydrogen [3, 4]. Polysaccharide, đặc biệt là acemannan, có thể đóng vai trò hỗ trợ trong việc giảm stress oxy hóa bằng cách bảo vệ tế bào [10, 13]. Saponin cũng góp phần vào hoạt tính này nhờ khả năng tương tác với màng tế bào và điều hòa tín hiệu sinh học [12]. Nhìn chung, nghiên cứu này khẳng định rằng chiết xuất NĐ có khả năng chống oxy hóa.

4 Kết luận

Nghiên cứu đã xác định ảnh hưởng của thành phần dung môi và tỷ lệ nguyên liệu: dung môi đến khả năng chiết xuất các hợp chất sinh học quan trọng từ lá NĐ. Kết quả cho thấy, nước tinh khiết là dung môi tối ưu khi sử dụng ở tỷ lệ nguyên liệu: dung môi là 1:1, giúp thu được hàm lượng polyphenol, polysaccharide và saponin cao nhất, trong đó acemannan đạt $182,5 \text{ mg/g}$. Bên cạnh đó, chiết xuất NĐ thể hiện hoạt tính kháng oxy hóa với giá trị IC_{50} trong thử nghiệm DPPH và ABTS^+ lần lượt là $(476,58 \pm 2,91) \mu\text{g/mL}$ và $(433,85 \pm 1,95) \mu\text{g/mL}$. Những kết quả này góp phần cung cấp thêm dữ liệu về điều kiện chiết xuất mới, thân thiện và hiệu quả cho NĐ.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này đã được hỗ trợ kinh phí bởi Trung tâm Công nghệ Sinh học Thành phố Hồ Chí Minh.

Tài liệu tham khảo

1. L. Mazzeo, I. Bavasso, M. Spallieri, M.P. Bracciale, V. Piemonte and L. Di Palma. (2022). Effect of water-ethanol extraction as pre-treatment on the adsorption properties of aloe vera waste. *Materials*, 15(16), 5566. <https://doi.org/10.3390/ma15165566>
2. Nguyễn Bảo Lộc and Nguyễn Thị Tuyết Xuân. (2016). Ảnh hưởng của dung môi đến khả năng trích ly một số hợp chất có hoạt tính sinh học từ lá nha đam. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 46, 30-36. <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2016.539>
3. D. Vidic, E. Tarić, J. Alagić & M. Maksimović. (2014). Determination of total phenolic content and antioxidant activity of ethanol extracts from *Aloe* spp. *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina*, 42, 5-10.
4. R.B. Cuvas-Limon, P. Ferreira-Santos, M. Cruz, J.A. Teixeira, R. Belmares & C. Nobre. (2022). Effect of gastrointestinal digestion on the bioaccessibility of phenolic compounds and antioxidant activity of fermented *Aloe vera* juices. *Antioxidants*, 11(12), 2479. <https://doi.org/10.3390/antiox11122479>
5. Y. Hu, J. Xu & Q. Hu. (2003). Evaluation of antioxidant potential of *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(26), 7788-7791. <https://doi.org/10.1021/jf034255i>
6. R.S. Tupe, N.G. Kemse & A.A. Khaire. (2013). Evaluation of antioxidant potentials and total phenolic contents of selected Indian herbs powder extracts. *International Food Research Journal*, 20(3), 1053.
7. M. Kammoun, S. Miladi, Y.B. Ali, M. Damak, Y. Gargouri & S. Bezzine. (2011). In vitro study of the PLA2 inhibition and antioxidant activities of *Aloe vera* leaf skin extracts. *Lipids in Health and Disease*, 10, 1-7. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-10-30>.
8. M. Shashank & V.I. Vidhya. (2011). Antioxidant and antiproliferative activities of a methanolic extract of *Aloe vera* leaves in human cancer cell lines. *Journal of Pharmacy Research*, 4(8), 2791-2796.
9. O.R. Alara, N.H. Abdurahman & C.I. Ukaegbu. (2021). Extraction of phenolic compounds: A review. *Current Research in Food Science*, 4, 200-214. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.03.011>
10. H. Huang & G. Huang. (2020). Extraction, separation, modification, structural characterization, and antioxidant activity of plant polysaccharides. *Chemical Biology & Drug Design*, 96(5), 1209-1222. <https://doi.org/10.1111/cbdd.13794>.
11. S. Akbari, N.H. Abdurahman, R.M. Yunus, A.H.A. Alsaggaf & N. Ahmed. (2021). LC-QTOF-MS analysis of phenolics and saponins extracted from *Aloe vera* leaves via microwave technology in optimal condition. *South African Journal of Botany*, 139, 362-373. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.02.027>
12. Y. Kusumastuti & G. Yuniar. (2016). Extraction of saponin from *Aloe vera*: Optimization and kinetics studies. *Teknoin*, 22(3), 235-238. <https://doi.org/10.20885/teknoin.vol22.iss3.art9>
13. G.D. Sierra-García, R. Castro-Ríos, A. González-Horta, J. Lara-Arias & A. Chávez-Montes. (2014). Acemannan, an extracted polysaccharide from *Aloe vera*: A literature review. *Natural Product Communications*, 9(8), 1217-1221.
14. C. Liu, Y. Cui, F. Pi, Y. Cheng, Y. Guo & H. Qian. (2019). Extraction, purification, structural characteristics, biological activities and pharmacological applications of acemannan, a polysaccharide from aloe vera: A Review. *Molecules*, 24(8), 1554. <https://doi.org/10.3390/molecules24081554>
15. S.J. Manye, J.S. Saleh, H.B. Ishaya, S.M. Chiroma, M.O.O. Attah & N.I. Dibal. (2023). Phytochemical screening and in-vitro antioxidant activities of aqueous and methanol extracts of *Aloe vera*. *Pharmacological Research-Modern Chinese Medicine*, 8, 100291. <https://doi.org/10.1016/j.prmcm.2023.100291>
16. D.K. Saini and M.R. Saini. (2011). Evaluation of radioprotective efficacy and possible mechanism of action of Aloe gel. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 31(3), 427-435. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2011.02.004>.

Effect of extraction conditions on the extraction capacity of some bioactive compounds from aloe vera leaves

Nguyen Thi Lieu, Nguyen Van Toan, Nguyen Thi Thuy Trang, Nguyen Thi Dung, Bui Bao Thinh*

Biotechnology Center of Ho Chi Minh City

*buibaothinh9595@gmail.com

Abstract Aloe vera is a medicinal plant with high pharmaceutical values that is widely used in the pharmaceutical, food, and cosmetic industries due to its rich content of biologically active compounds such as polyphenols, polysaccharides, and saponins. This study was conducted to evaluate the effect of the water–ethanol solvent ratio and the material-to-solvent ratio on the extraction efficiency of these compounds from aloe vera leaves, as well as to analyze the acemannan content and antioxidant activity of the extract. The results showed that aloe vera extract obtained at pure water solvent ratio of (100:0) and a material-to-solvent ratio of 1:1 (v/v) achieved the highest total polyphenol content (3.528 ± 0.0141) mg GAE/g, total polysaccharide content (218.0 ± 0.023) mg/g, saponin content, and acemannan content of 182.5 mg/g extract. The antioxidant activity of the extract was evaluated through DPPH and ABTS⁺ assays, with IC₅₀ values of (476.58 ± 2.91) µg/mL in the DPPH assay and (433.91 ± 1.95) µg/mL in the ABTS⁺ assay. These findings provide an essential scientific insight for the application of aloe vera extract in pharmaceuticals, food, and cosmetics sectors.

Keywords Aloe vera, solvent, polyphenol, acemannan, antioxidant.