

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA PHƯƠNG PHÁP SẤY, TÁCH CHIẾT CAROTENOID VÀ BẢO QUẢN BẰNG VI BAO CAROTENOID TỪ VỎ QUẢ GẮC

Hoàng Văn Chuyên^{1,2*}, Hồ Thị Hảo¹, Nguyễn H. Minh²

¹Khoa Nông Lâm nghiệp, Đại học Tây Nguyên;

²Trường Môi trường và Khoa học sự sống, Đại học Newcastle, Australia

*Liên hệ e-mail: vanchuyen.hoang@uon.edu.au

TÓM TẮT

Gấc (*Momordica cochinchinensis* Spreng.) là quả chứa hàm lượng carotenoid rất cao. Đây là các hợp chất có lợi cho sức khỏe cũng như hỗ trợ điều trị một số loại bệnh. Hiện nay, màng gấc đã được chế biến thành nhiều loại sản phẩm để ứng dụng trong thực phẩm, dược phẩm cũng như mỹ phẩm. Tuy nhiên, vỏ gấc lại bị loại bỏ mặc dù có chứa một hàm lượng khá cao các carotenoid. Trong nghiên cứu này, các phương pháp sấy và phương pháp chiết tách khác nhau đã được khảo sát nhằm hạn chế sự phân hủy và tăng hiệu suất thu hồi carotenoid từ vỏ gấc. Quá trình vi bao carotenoid bằng hỗn hợp protein và gôm arabic cũng được nghiên cứu nhằm giảm sự phân hủy carotenoid trong thời gian bảo quản. Kết quả cho thấy phương pháp sấy bằng không khí nóng (80°C, 4 giờ) có thời gian ngắn nhất và thu được vỏ gấc khô có hàm lượng carotenoid cao nhất. Trong các phương pháp chiết tách, phương pháp sử dụng dung môi ethyl acetate kết hợp sóng siêu âm (250 W, 80 phút) có hiệu suất chiết tách cao nhất. Việc sử dụng màng bao là protein và gôm arabic kết hợp với sấy phun cho hiệu quả vi bao tốt với carotenoid và làm giảm đáng kể sự phân hủy của carotenoid trong quá trình bảo quản so với sản phẩm không được vi bao.

Từ khóa: vỏ gấc, carotenoid, sấy, tách chiết, vi bao, bảo quản.

Nhận bài: 14/03/2019

Hoàn thành phản biện: 28/03/2019

Chấp nhận bài: 31/03/2019

1. MỞ ĐẦU

Gấc (*Momordica cochinchinensis* Spreng.) là một loại cây dây leo nhiệt đới có nguồn gốc ở Nam và Đông Nam Á. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng quả gấc là một nguồn nguyên liệu tự nhiên chứa rất nhiều carotenoid. Thành phần có giá trị nhất của quả gấc là màng hạt, đây là bộ phận chứa hàm lượng lycopene và beta-carotene rất cao (Ishida và cs., 2004; Vuong và cs., 2006). Màng hạt màu đỏ được sử dụng cho các món ăn hoặc chế biến thành bột và dầu gấc sử dụng cho thực phẩm, mỹ phẩm và dược phẩm (Kha và cs., 2013). Vỏ quả gấc, bộ phận chiếm tới 15% trọng lượng quả thường bị loại bỏ và coi như chất thải hoặc được sử dụng làm thức ăn chăn nuôi (Chuyen và cs., 2015). Tuy nhiên, vỏ gấc đã được chứng minh là có chứa một lượng đáng kể các carotenoid bao gồm lycopene, beta-carotene và lutein (Kubola & Siriamornasta, 2011). Lycopene, beta-carotene và lutein là các carotenoid chính trong quả gấc đã thể hiện nhiều hoạt tính sinh học có lợi. Ví dụ như lycopene sở hữu khả năng kháng oxy hóa cao và có các chức năng sinh học như các hoạt động bảo vệ tim mạch, chống viêm và chống ung thư (Bhuvaneswari & Nagini, 2005), trong khi beta-carotene và lutein đã được sử dụng rộng rãi trong điều trị các bệnh về mắt (Vuong và cs., 2002). Các carotenoid tự nhiên chủ yếu được lấy từ trái cây, rau và tảo, nhưng gần đây các sản phẩm phụ từ sản xuất nông nghiệp và thực phẩm đã được coi là nguồn carotenoid tiềm năng và các hợp chất hoạt tính sinh học khác (Wijngaard và cs., 2012).

Vì carotenoid là các hợp chất rất dễ bị phân hủy bởi các yếu tố như nhiệt độ, ánh sáng và oxy nên đã có rất nhiều phương pháp sấy khác nhau được nghiên cứu nhằm giảm thiểu sự phân hủy các carotenoid trong nguyên liệu như sấy bằng không khí nóng, sấy chân không, sấy thăng hoa hay sấy bơm nhiệt (Caparino và cs., 2012; Siriamornpun và cs., 2012). Các phương pháp chiết tách sử dụng nhiệt độ thấp hoặc sử dụng các yếu tố hỗ trợ như sóng vi ba, sóng siêu âm nhằm rút ngắn thời gian tách chiết cũng đã được ứng dụng để tránh làm phân hủy và tăng hiệu suất thu hồi các carotenoid (Wijngaard và cs., 2012). Đối với việc bảo quản carotenoid, ngoài bảo quản ở nhiệt độ thấp hoặc dùng các loại bao gói kín tránh tiếp xúc với oxy và ánh sáng thì gần đây công nghệ vi bao carotenoid bằng các loại màng bao sinh học khác nhau đã chứng tỏ được hiệu quả tốt trong việc ngăn chặn sự phân hủy các hợp chất này trong quá trình bảo quản (Kha và cs., 2015).

Dựa trên các minh chứng về hàm lượng đáng kể của carotenoids trong vỏ gấc, nghiên cứu này được thực hiện để xác định các phương pháp phù hợp nhất để làm khô vỏ gấc, chiết tách các carotenoid và phương pháp vi bao các carotenoid thu được.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung

Nghiên cứu các phương pháp sấy khác nhau để tìm được phương pháp tốt nhất làm giảm sự phân hủy carotenoid trong vỏ gấc khô.

Nghiên cứu sử dụng dung môi phù hợp và phương pháp tách chiết phù hợp để thu hồi tối đa carotenoid từ vỏ gấc.

Vi bao carotenoid nhằm hạn chế sự phân hủy carotenoid trong quá trình bảo quản.

2.2. Nguyên vật liệu

Các loại dung môi như acetone, ethanol, hexane, methanol và ethyl acetate được mua từ công ty Merck Millipore (Bayswater, VIC, Australia). Các chất chuẩn như beta-carotene, ABTS (2, 2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) diammonium) được mua từ công ty Sigma-Aldrich (Castle Hill, NSW, Australia).

Quả gấc được thu hoạch ở giai đoạn chín hoàn toàn (vỏ quả có màu đỏ hoàn toàn) từ nông trại tại bang New South Wales (NSW), Australia, sau đó vỏ gấc được tách riêng và sấy khô, nghiền, sàng để thu được hạt có kích thước 0,25 - 0,5 mm và trộn đều thành một lô đồng nhất. Vỏ gấc sấy khô được bảo quản trong túi kín hút chân không trong tủ đông ở -18°C trước khi chiết xuất.

2.3. Phương pháp thiết kế thí nghiệm

- Các phương pháp sấy

Sấy bằng không khí nóng: Các mẫu vỏ gấc được sấy khô trong lò sấy bằng không khí nóng (CDWF 24, Labec Laboratory Equipment, Marrickville, NSW, Australia) ở nhiệt độ 80°C.

Sấy chân không: Các mẫu vỏ gấc được sấy khô trong điều kiện chân không (20 ± 2 KPa) trong lò sấy chân không (VORD-460-D, NSW, Australia) ở nhiệt độ 50°C.

Sấy bằng bơm nhiệt: Các mẫu vỏ gấc được sấy khô bằng luồng không khí có độ ẩm thấp (độ ẩm tương đối là $30 \pm 2\%$) trong máy sấy bơm nhiệt (MK2-75, Greenhalgh Cold Pty. Ltd., Caloundra, QLD, Australia) ở nhiệt độ 30°C.

Sấy thăng hoa: Các mẫu vỏ gấc được làm đông lạnh hoàn toàn trong tủ đông (Aurora FR393, Westinghouse Electric Corp, Sydney, NSW, Australia) ở -18°C , cân trong các khay sấy và sau đó sấy khô trong máy sấy thăng hoa FD3 (Rietschle Thomas Australia Pty. Ltd., Seven Hills, NSW, Australia).

- *Chiết xuất với các dung môi khác nhau*

Các thí nghiệm bước đầu với các tỷ lệ dung môi và nguyên liệu khác nhau cho thấy hiệu suất chiết tách carotenoid từ vỏ gấc cao nhất ở tỷ lệ dung môi/nguyên liệu là 1/80 (g/mL). Do vậy, để nghiên cứu ảnh hưởng của các dung môi đến hiệu suất thu hồi carotenoid, mỗi 01 gram vỏ gấc khô được chiết xuất bằng 80 mL dung môi hữu cơ: hexane, acetone, ethyl acetate và ethanol trong cốc có khuấy từ ở nhiệt độ 20°C trong 150 phút. Hỗn hợp chiết sau đó được lọc bằng giấy lọc có lỗ lọc kích thước $0,45\ \mu\text{m}$ để thu được dịch chiết dùng cho phân tích tổng hàm lượng carotenoid và hoạt tính chống oxy hóa.

- *Chiết xuất với các phương pháp khác nhau*

Các điều kiện chiết tách phù hợp nhất cho việc tách chiết sử dụng sự hỗ trợ của sóng vi ba và sóng siêu âm được xác định thông qua các thí nghiệm khảo sát ban đầu. Thông số chi tiết của các phương pháp chiết tách này được trình bày dưới đây.

- *Chiết xuất có hỗ trợ bằng sóng vi ba*

Mỗi 01 gram vỏ gấc khô được chiết xuất với 80 ml ethyl acetate trong bình nón được nút bởi sợi thủy tinh. Việc chiết xuất được thực hiện trong lò vi sóng (Sharp Carousel, Abenoku, Osaka, Nhật Bản) được đặt trong tủ hút. Lò vi sóng được vận hành ở 360 W theo chế độ gián đoạn với 30 giây gia nhiệt và 30 giây nghỉ để tránh làm quá nóng hỗn hợp chiết. Sau thời gian chiết tách là 25 phút (khi nhiệt độ dịch chiết đạt tới 60°C , pha lỏng được tách và lọc bằng giấy lọc cellulose $0,45\ \mu\text{m}$) để xác định tổng hàm lượng carotenoid và khả năng chống oxy hóa.

- *Chiết xuất có hỗ trợ bằng sóng siêu âm*

Mỗi 01 gram vỏ gấc khô được chiết xuất với 80 mL ethyl acetate trong bình nón được nút bởi sợi thủy tinh và được đặt trong bể siêu âm (Soniclean 1000HD, Soniclean Pty Ltd, Thebarton, SA, Australia) để chiết xuất carotenoids. Việc chiết xuất được thực hiện ở 20°C với mức công suất 250 W trong thời gian 80 phút. Pha lỏng sau đó được tách và lọc bằng giấy lọc cellulose $0,45\ \mu\text{m}$ để phân tích các chỉ tiêu.

- *Vi bao và bảo quản bột vi bao carotenoids*

Vật liệu dùng làm màng vi bao là hỗn hợp gồm whey protein cô đặc và gôm arabic với tỷ lệ 7: 3 (w/w) được đồng hóa bằng máy đồng hóa Silverson L4RT (J L Lennard Pty. Ltd., Silverwater, NSW, Australia) với tốc độ 5.000 vòng/phút trong 10 phút. Dầu chứa carotenoid thu được từ vỏ gấc sau đó được nhỏ giọt vào dung dịch màng vi bao để tạo thành nhũ tương.

Nhũ tương chứa dầu giàu carotenoid từ vỏ gấc và dung dịch màng bao được sấy khô bằng máy sấy phun B-290 (Buchi Australia, Noble Park, VIC, Australia). Bột sau đó được làm nguội trong bình hút ẩm để đến nhiệt độ phòng.

Ở thí nghiệm bảo quản bột vi bao, mỗi 05 gram bột được nạp vào đĩa petri đường kính 50 mm (ThermoFisher, Scoresby, VIC, Australia). Các đĩa petri chứa bột sau đó được bảo quản trong phòng lạnh ở 5°C và trong phòng điều hòa ở 20°C trong 6 tháng. Các đĩa petri chứa carotenoid không vi bao cũng được bảo quản ở cùng điều kiện với việc lưu trữ bột vi bao.

2.4. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu

- Xác định tổng hàm lượng carotenoid

Độ hấp thụ ở 450nm của dịch chiết từ vỏ gấc hoặc dung dịch chuẩn được xác định bằng máy quang phổ Cary 50 Bio UV-Visible (Varian Australia Pty. Ltd., Mulgrave, VIC, Australia). Tổng hàm lượng carotenoid của các dịch chiết xuất được biểu thị bằng mg beta-carotene tương đương/100 g chất khô (CK) dựa trên đường cong tiêu chuẩn của beta-carotene.

- Xác định hoạt tính chống oxy hóa

Hoạt tính chống oxy hóa ABTS của chiết xuất vỏ gấc được thực hiện dựa trên các phương pháp được mô tả bởi Thaipong và cs. (2016). Dung dịch gốc ABTS (7,4 mM) và dung dịch gốc kali sunphat (2,6 mM) được trộn với tỷ lệ 1 : 1 và để phản ứng trong 12 - 16 giờ trong phòng tối. Dung dịch làm việc ABTS sau đó được tạo ra bằng cách pha loãng dung dịch đã phản ứng với metanol để thu được độ hấp thụ $1,1 \pm 0,02$ ở 734 nm. 2,85 mL dung dịch ABTS và 0,15 mL dịch chiết từ vỏ gấc hoặc 0,15 mL dung dịch Trolox tiêu chuẩn được trộn đều trong ống nghiệm và để phản ứng trong 2 giờ trong phòng tối. Độ hấp thụ của dung dịch đã phản ứng này sau đó được xác định ở 734 nm bằng máy đo quang phổ. Hoạt tính chống oxy hóa ABTS của dịch chiết vỏ gấc được biểu thị dưới dạng tương đương Trolox (TE) dựa trên đường cong chuẩn của chất chuẩn Trolox.

2.5. Phân tích thống kê

Tất cả các thí nghiệm được lặp lại ba lần và kết quả được biểu thị bằng giá trị trung bình \pm độ lệch chuẩn. Ý nghĩa thống kê được xác định bằng cách sử dụng phân tích phương sai (ANOVA) và phép so sánh LSD được sử dụng để so sánh giữa các giá trị trung bình ở mức ý nghĩa $p < 0,05$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của phương pháp sấy

Trong quá trình sấy, vỏ gấc được xác định độ ẩm sau mỗi 01 giờ và quá trình sấy được kết thúc khi độ ẩm giảm không đáng kể. Thời gian sấy cần thiết để sấy vỏ gấc là rất khác nhau giữa các phương pháp sấy. Sấy khô với máy sấy bơm nhiệt và máy sấy thăng hoa mất nhiều thời gian nhất (20 h), trong khi sấy không khí nóng là ngắn nhất (4 h). Độ ẩm của các mẫu vỏ khô dao động từ 2,25% đến 6,18% (Bảng 1). Các phương pháp sấy thăng hoa và sấy không khí nóng tạo ra vỏ gấc có độ ẩm nhỏ nhất. Một số nghiên cứu trước đây về sấy các nguyên liệu giàu carotenoid như cà rốt và xoài đã chỉ ra rằng nhiệt được sử dụng để sấy có thể gây ra tổn thất đáng kể cho carotenoid trong các sản phẩm sấy khô (Caparino và cs., 2012; Siriamornpun và cs., 2012).

Bảng 1. Ảnh hưởng của phương pháp sấy đến thời gian sấy, độ ẩm và hàm lượng carotenoid trong vỏ gấc khô

Phương pháp sấy	Sấy bằng khí nóng	Sấy chân không	Sấy bơm nhiệt	Sấy thăng hoa
Thời gian sấy (giờ)	4	7	20	20
Độ ẩm (%)	$3,96 \pm 0,86^b$	$6,17 \pm 0,20^c$	$6,18 \pm 0,29^c$	$2,35 \pm 0,14^a$
Hàm lượng carotenoid tổng (mg/ 100g CK)	895 ± 13^a	855 ± 9^{ab}	811 ± 12^b	824 ± 31^b

Các kết quả được biểu diễn dưới dạng giá trị trung bình của 03 lần lặp lại \pm độ lệch tiêu chuẩn.

Các chữ cái khác nhau trong cùng một hàng biểu thị sự khác nhau có nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$)

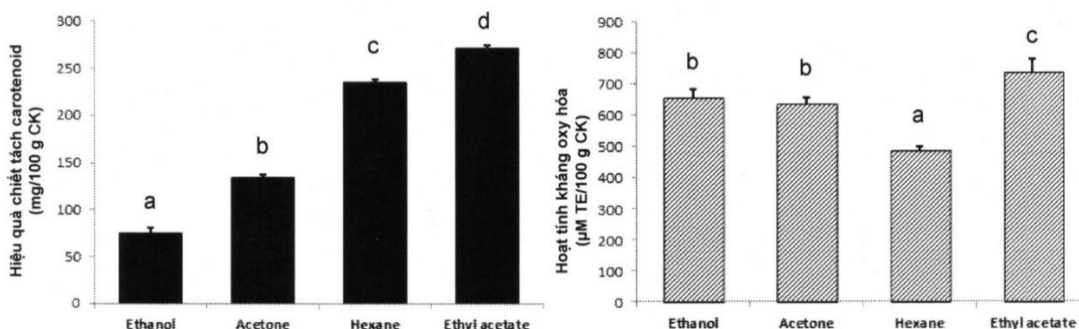
Kết quả trong Bảng 1 cho thấy hàm lượng carotenoid còn lại trong vỏ gấc khô từ các quy trình sấy được nghiên cứu nằm trong khoảng từ 811 đến 895 mg/100 g CK trong khi hàm lượng carotenoid của vỏ tươi là 1671 mg/100 g CK. Điều này có nghĩa là xấp xỉ 50% lượng carotenoid trong vỏ gấc tươi đã bị mất trong quá trình sấy khô. Cũng giống như các hoạt chất sinh học khác, các carotenoid rất dễ bị phân hủy bởi nhiệt độ cao và rất nhạy cảm với tác động của ánh sáng cũng như oxy trong không khí. Đây có thể là nguyên nhân dẫn tới sự suy giảm carotenoid cao hơn trong các quá trình sấy bơm nhiệt và sấy thăng hoa do thời gian nguyên liệu tiếp xúc với không khí và ánh sáng dài hơn (đến 20 giờ).

Như vậy phương pháp sấy bằng không khí nóng ở 80°C và sấy chân không ở 50°C là các phương pháp sấy cho thời gian ngắn nhất để đạt được độ khô cần thiết và có khả năng hạn chế sự phân hủy của carotenoid tốt nhất. Do đó, hai phương pháp này được khuyến nghị để sấy vỏ gấc. Tuy nhiên, các nghiên cứu sâu hơn nữa về việc làm khô vỏ gấc là rất cần thiết vì tất cả các phương pháp sấy đã được trong nghiên cứu này đều dẫn tới sự suy giảm đáng kể về hàm lượng carotenoid.

3.2. Chiết tách carotenoids

Ảnh hưởng của dung môi đến hiệu suất chiết tách và hoạt tính kháng oxy hóa của dịch chiết

Việc sử dụng các dung môi khác nhau cho thấy sự thay đổi đáng kể về hiệu quả chiết tách carotenoid cũng như khả năng kháng oxy hóa của các dịch chiết (Hình 1). Ethanol có hiệu quả chiết tách carotenoid thấp nhất so với các dung môi khác tuy nhiên khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết từ vỏ gấc bằng ethanol lại cao thứ hai. Ngược lại, mặc dù dung môi hexane mang lại hiệu quả chiết tách carotenoid cao thứ hai nhưng khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết hexane lại là thấp nhất. Trong số các dung môi được nghiên cứu, ethyl acetate thể hiện hiệu quả chiết xuất carotenoid cao nhất và dịch chiết ethyl acetate cũng có hoạt tính kháng oxy hóa cao nhất so với các dung môi còn lại.



Hình 1. Ảnh hưởng của dung môi đến hiệu suất chiết tách carotenoid và hoạt tính kháng oxy hóa của dịch chiết.

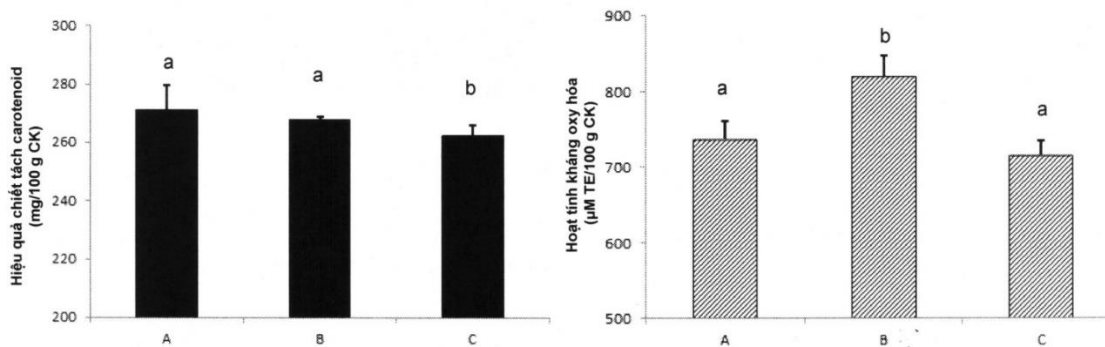
Các chữ cái khác nhau biểu thị sự khác nhau có nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$)

Kết quả thu được trong nghiên cứu này phù hợp với các nghiên cứu trước đây rằng các dung môi thích hợp để chiết xuất carotenoid là các dung môi không phân cực hoặc yếu bao gồm hexane, chloroform và ethyl acetate (Juliana và cs., 2014). Tuy nhiên, các dung môi phân cực mạnh như ethanol và acetone lại có khả năng tách chiết các hợp chất sinh học có hoạt tính kháng oxy hóa mạnh như phenolic hay flavonoid do vậy các dịch chiết này có hoạt

tính kháng oxy hóa cao hơn dịch chiết hexane mặc dù chứa hàm lượng carotenoid thấp hơn. Như vậy, kết quả nghiên cứu cho thấy ethyl acetate là dung môi thích hợp nhất để chiết xuất cả carotenoid cũng như các hợp chất khác có tính kháng oxy hóa từ vỏ gấc.

Ảnh hưởng của phương pháp chiết tách

Mục đích chính của việc sử dụng sóng vi ba là sử dụng năng lượng vi sóng để làm nóng hỗn hợp chiết và do đó đẩy nhanh quá trình giải phóng các hợp chất hòa tan mong muốn vào môi trường chiết (Eskilsson và Bjorklund, 2000). Sự phá vỡ thành tế bào của vật liệu trong quá trình gia nhiệt vi sóng cũng cho phép dung môi xâm nhập vào pha rắn để hòa tan các hợp chất đồng thời độ nhớt thấp của dung môi ở nhiệt độ cao cũng hỗ trợ cho việc chuyển khối của các hợp chất vào pha lỏng (Zhou và Liu, 2006). Tuy nhiên, việc sử dụng sóng vi ba liên tục thường gây ra sự gia tăng nhiệt độ nhanh chóng và làm cho dung môi sôi. Do vậy, thời gian chiết tách bằng phương pháp có sử dụng sóng vi ba thường bị giới hạn bởi sự tăng nhiệt độ rất nhanh của dung môi. Trong nghiên cứu này, quá trình chiết tách được dừng lại sau 25 phút do nhiệt độ của dịch chiết đạt tới 60°C.



Hình 2. Ảnh hưởng của phương pháp chiết tách đến hiệu suất thu hồi carotenoid và hoạt tính kháng oxy hóa của dịch chiết từ vỏ gấc.

A: Phương pháp ngâm chiết

B: Phương pháp tách chiết có hỗ trợ bằng sóng siêu âm

C: Phương pháp tách chiết có hỗ trợ bằng sóng vi ba

Các chữ cái khác nhau biểu thị sự khác nhau có nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$)

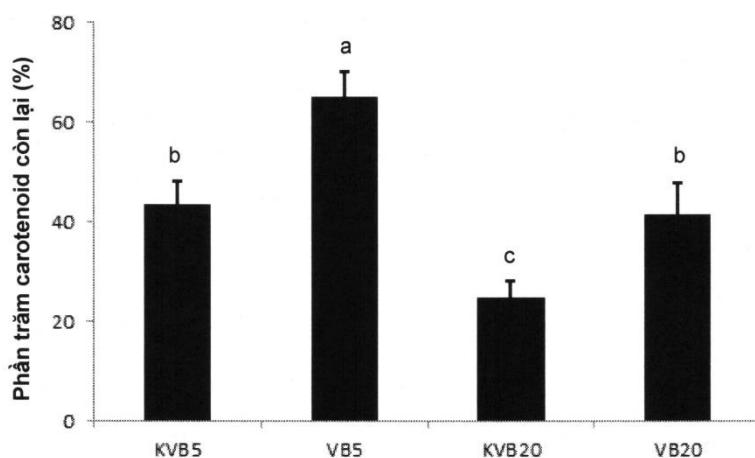
Việc sử dụng sóng siêu âm cũng đã được chứng minh là có thể thiện khả năng chiết xuất của các hợp chất có hoạt tính sinh học có nhờ vào sự phá vỡ các thành tế bào vật chất (Entezari và cs., 2004). Tuy nhiên, so với phương pháp dùng sóng vi ba thì việc dùng sóng siêu âm là một quá trình không gây ra nhiệt. Thành tế bào của vật liệu bị phá hủy khi bong bóng được tạo ra và vỡ trong lòng tế bào của nguyên liệu, do đó dung môi có thể xâm nhập vào pha rắn và các hợp chất được giải phóng vào môi trường chiết nhanh hơn (Entezari và cs., 2004). Nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng ứng dụng sóng siêu âm trong chiết xuất carotenoid có thể cải thiện hiệu quả chiết xuất, tăng cường khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết và giảm thời gian chiết so với các phương pháp chiết xuất thông thường. Ví dụ, hiệu suất chiết xuất của lutein từ lòng đỏ trứng gà sử dụng sóng siêu âm trong 10 phút cao hơn 4 lần so với hiệu suất thu được từ quá trình chiết xuất thông thường với hexane trong 20 phút (Yue và cs., 2006). Thời gian chiết xuất để thu hồi beta-carotene từ cà rốt (*Daucus carota*) cũng được rút ngắn 3 lần bằng cách sử dụng sóng siêu âm (Li và cs., 2013).

Kết quả từ nghiên cứu này cho thấy sau 80 phút chiết xuất với sự hỗ trợ của sóng siêu

âm, dịch chiết thu được có hàm lượng carotenoid tương đương với dịch chiết thu được từ 150 phút chiết xuất sử dụng phương pháp ngâm chiết thông thường với cùng tỷ lệ dung môi - nguyên liệu. Tuy nhiên, khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết thu được nhờ sóng siêu âm cao hơn đáng kể so với khả năng kháng oxy hóa của phương pháp ngâm chiết thông thường (Hình 2). Kết quả này là tương đồng với các nghiên cứu trước đây về việc sử dụng sóng siêu âm để chiết xuất các hoạt chất sinh học từ nguồn thực vật. Cụ thể, các nghiên cứu đã cho thấy việc sử dụng sóng siêu âm có thể thúc đẩy sự giải phóng không chỉ các carotenoid mà còn cả các hợp chất có hoạt tính sinh học khác trong nguyên liệu do đó góp phần làm tăng khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết (Abid và cs., 2014, Chemat và cs., 2017). So với phương pháp tách chiết có hỗ trợ bằng sóng vi ba, kết quả cho thấy phương pháp sử dụng sóng siêu âm cho hiệu quả chiết xuất cao hơn đáng kể về cả tổng lượng carotenoid và khả năng kháng oxy hóa (Hình 2). Sự khác nhau này có thể liên quan đến lượng hợp chất có hoạt tính sinh học lớn hơn được khuếch tán vào dung môi trong một thời gian dài hơn (80 phút sử dụng sóng siêu âm so với 20 phút chiết tách sử dụng sóng vi ba). Sự phân hủy bởi nhiệt ít hơn của các hợp chất có hoạt tính sinh học do trong dịch chiết bằng sóng siêu âm được thực hiện ở 20°C cũng có thể là một nguyên nhân làm cho hiệu suất chiết tách của phương pháp này cao hơn so với phương pháp ngâm chiết thông thường ở nhiệt độ 50°C và phương pháp sử dụng lò vi sóng ở nhiệt độ lên tới 60°C.

Như vậy, mặc dù việc sử dụng sóng vi ba và sóng siêu âm không cho thấy sự cải thiện đáng kể nào về hiệu suất chiết tách carotenoid nhưng thời gian chiết tách được rút ngắn hơn đáng kể so với phương pháp ngâm chiết thông thường. Bên cạnh đó khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết thu được nhờ sự hỗ trợ của sóng siêu âm cũng được cải thiện đáng kể so với khả năng kháng oxy hóa của dịch chiết thu được từ phương pháp ngâm chiết thông thường.

3.3. Vi bao và bảo quản carotenoids thu được từ vỏ gấc



Hình 3. Sự thay đổi hàm lượng carotenoids trong sản phẩm vi bao (VB) và không vi bao (KVB) thu nhận từ vỏ gấc sau 6 tháng bảo quản ở 5°C và 20°C.

Các chữ cái khác nhau biểu thị sự khác nhau có nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$)

Trong nghiên cứu này, tỷ lệ carotenoid so với hỗn hợp vỏ vi bao và các điều kiện sấy phun bao gồm nhiệt độ đầu vào và tốc độ nạp nhũ tương đã được nghiên cứu. Các yếu tố này ảnh hưởng đáng kể đến hàm lượng carotenoid của bột vi bao. Trong đó, các thông số tốt nhất cho quá trình sấy phun để vi bao carotenoid là nhiệt độ đầu vào 160°C, nhiệt độ đầu ra 82°C

và tốc độ bơm nhũ tương 180ml/giờ. Sau quá trình sấy phun, bột vi bao thu được lưu giữ 80% carotenoids và 82% khả năng kháng oxy hóa so với nguyên liệu nhũ tương đầu vào.

Kết quả phân tích hàm lượng carotenoid tổng số cho thấy các carotenoid trong cả bột vi bao và không vi bao đã giảm đáng kể sau 6 tháng bảo quản so với hàm lượng ban đầu (Hình 3). Sau khi được bảo quản trong 6 tháng ở 5°C và 20°C, chỉ có 43,7% và 24,9% lượng carotenoid không vi bao thu được từ vỏ gấc được giữ lại. Mặc dù việc vi bao carotenoid bằng hỗn hợp protein và gôm arabic cho thấy sự cải thiện đáng kể về khả năng bảo quản carotenoid nhưng sự phân hủy rất đáng kể của các carotenoid được vi bao cũng vẫn diễn ra ở cả hai nhiệt độ bảo quản. Việc bảo quản ở 5°C có thể giữ lại 65,3% tổng lượng carotenoid sau 6 tháng và phần trăm còn lại của tổng lượng carotenoid trong bột vi bao được bảo quản ở 20°C là 41,5%.

Các nghiên cứu trước đây về bảo quản carotenoid thu được từ quả gấc đã cho thấy rằng các carotenoid rất dễ bị phân hủy bởi các điều kiện môi trường như oxy, ánh sáng và nhiệt độ. Đối với việc lưu trữ dầu gấc tại Việt Nam, 45% tổng lượng carotenoid trong dầu đã bị mất chỉ sau ba tháng bảo quản ở điều kiện môi trường bình thường (Vuong và cs., 2003). Do vậy, việc vi bao carotenoid thu nhận từ các nguồn khác nhau đã được nghiên cứu và cho thấy sự cải thiện đáng kể trong việc ngăn chặn sự phân hủy các hợp chất này (Kha và cs., 2015; Shu và cs., 2006). Sự phân hủy rất mạnh của các carotenoid trong cả sản phẩm vi bao và không vi bao trong nghiên cứu này cho thấy các nghiên cứu sâu hơn về bao gói và bảo quản các carotenoid từ vỏ gấc để bảo quản trong thời gian dài là rất cần thiết.

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, các phương pháp sấy, phương pháp chiết tách, vi bao và điều kiện bảo quản đã được nghiên cứu nhằm tăng hiệu suất thu hồi và hạn chế sự phân hủy của carotenoid từ vỏ gấc. Kết quả nghiên cứu cho thấy phương pháp sấy bằng không khí nóng (80°C, 4 giờ) có thời gian ngắn nhất và thu được vỏ gấc khô có hàm lượng carotenoid cao nhất so với các phương pháp khác. Việc sử dụng dung môi ethyl acetate kết hợp sóng siêu âm (250 W, 80 phút) có hiệu suất chiết tách cao nhất so với phương pháp ngâm chiết truyền thống và phương pháp sử dụng sóng vi ba. Quá trình sấy phun sử dụng hỗn hợp protein và gôm arabic làm màng bao mang tới hiệu quả vi bao tốt với các carotenoid thu được và làm giảm đáng kể sự phân hủy của các carotenoid so với sản phẩm không được vi bao sau 06 tháng bảo quản. Những kết quả thu được cho thấy việc thu nhận carotenoid từ vỏ gấc, một loại phụ phẩm của quá trình sản xuất gấc, để ứng dụng vào thực phẩm, mỹ phẩm hoặc dược phẩm là có tiềm năng và cần được đầu tư nghiên cứu sâu hơn nữa để ứng dụng vào thực tế sản xuất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abid M., Jabbar S., Wu T., Hashim M. M., Hu B., Lei S., and Zeng X. (2014). Sonication enhances polyphenolic compounds, sugars, carotenoids and mineral elements of apple juice. *Ultrasonics Sonochemistry*, 21(1), 93-97.
- Bhuvaneshwari V., and Nagini S. (2005). Lycopene: a review of its potential as an anticancer agent. *Curr Med Chem Anticancer Agents*, 5(6), 627-635.
- Caparino O. A., Tang J., Nindo C. I., Sablani S. S., Powers J. R., and Fellman J. K. (2012). Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (Philippine 'Carabao' var.) powder. *Journal of Food Engineering*, 111(1), 135-148.
- Chemat F., Rombaut N., Sicaire A.-G., Meullemiestre A., Fabiano-Tixier A.-S., and Abert-Vian, M. (2017). Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34, 540-560.
- Chuyen H. V., Nguyen M. H., Roach P. D., Golding J. B., and Parks S. E. (2015). Gac fruit (*Momordica*

- cochinchinensis* Spreng.): a rich source of bioactive compounds and its potential health benefits. *International Journal of Food Science & Technology*, 50(3), 567-577.
- Entezari M. H., Hagh Nazary S., and Haddad Khodaparast M. H. (2004). The direct effect of ultrasound on the extraction of date syrup and its micro-organisms. *Ultrasonics Sonochemistry*, 11(6), 379-384.
- Eskilsson C. S., and Björklund E. (2000). Analytical-scale microwave-assisted extraction. *Journal of Chromatography A*, 902(1), 227-250. doi: [http://doi.org/10.1016/S0021-9673\(00\)00921-3](http://doi.org/10.1016/S0021-9673(00)00921-3)
- Ishida B. K., Turner C., Chapman M. H., and McKeon T. A. (2004). Fatty acid and carotenoid composition of gac (*Momordica cochinchinensis* Spreng) fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(2), 274-279.
- Juliana M. P., Priscilla C. V., and Meireles M. A. A. (2014). Extraction Methods for Obtaining Carotenoids from Vegetables - Review. *Current Analytical Chemistry*, 10(1), 29-66.
- Kha T. C., Nguyen M. H., Roach P. D., and Stathopoulos C. E. (2015). A storage study of encapsulated Gac (*Momordica cochinchinensis*) oil powder and its fortification into foods. *Food and Bioprocess Processing*.
- Kubola J., and Siriamornpun S. (2011). Phytochemicals and antioxidant activity of different fruit fractions (peel, pulp, aril and seed) of Thai gac (*Momordica cochinchinensis* Spreng). *Food Chemistry*, 127(3), 1138-1145.
- Li F., Li, S., Li H. B., Deng G., F., Ling, W.-H., Wu, S., Chen F. (2013). Antiproliferative activity of peels, pulps and seeds of 61 fruits. *Journal of Functional Foods*, 5(3), 1298-1309.
- Shu B., Yu W., Zhao Y., and Liu X. (2006). Study on microencapsulation of lycopene by spray-drying. *Journal of Food Engineering*, 76(4), 664-669.
- Siriamornpun S., Kaisoon O., and Meeso N. (2012). Changes in colour, antioxidant activities and carotenoids (lycopene, β -carotene, lutein) of marigold flower (*Tagetes erecta* L.) resulting from different drying processes. *Journal of Functional Foods*, 4(4), 757-766.
- Thaipong K., Boonprakob U., Crosby K., Cisneros-Zevallos L., and Hawkins Byrne D. (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.
- Vuong L. T., Dueker S. R., and Murphy S. P. (2002). Plasma beta-carotene and retinol concentrations of children increase after a 30-d supplementation with the fruit *Momordica cochinchinensis* (Gac). *American Journal of Clinical Nutrition*, 75(5), 872-879.
- Vuong L. T., Franke A. A., Custer L. J., and Murphy S. P. (2006). *Momordica cochinchinensis* Spreng. (Gac) fruit carotenoids reevaluated. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6-7), 664-668.
- Vuong L. T., and King J. C. (2003). A method of preserving and testing the acceptability of gac fruit oil, a good source of carotene and essential fatty acids. *Food and Nutrition Bulletin*, 24(2), 224-230.
- Wijngaard H., Hossain M. B., Rai D. K., and Brunton N. (2012). Techniques to extract bioactive compounds from food by-products of plant origin. *Food Research International*, 46(2), 505-513.
- Yue X., Xu, Z., Prinyawiwatkul W., and King J. M. (2006). Improving Extraction of Lutein from Egg Yolk Using an Ultrasound-Assisted Solvent Method. *Journal of Food Science*, 71(4), C239-C241.
- Zhou H.-Y., and Liu C.-Z. (2006). Microwave-assisted extraction of solanesol from tobacco leaves. *Journal of Chromatography A*, 1129(1), 135-139.

A STUDY OF DRYING, EXTRACTION OF CAROTENOIDS AND STORAGE OF ENCAPSULATED CAROTENOIDS FROM GAC PEEL

Hoang Van Chuyen^{1,2,*}, Ho Thi Hao¹, Nguyen H. Minh²
¹Tay Nguyen University; ²University of Newcastle, Australia

*Contact email: vanchuyen.hoang@uon.edu.au

ABSTRACT

Gac fruit (*Momordica cochinchinensis* Spreng.) contains very high levels of carotenoids, which have showed many health benefits and used to assist for the treatment some diseases. Currently, Gac seed membrane (aril) has been processed into many kinds of products for application in food, pharmaceutical and cosmetics. However, the peel of Gac fruit is discarded as a waste although it also contains a high level of carotenoids. In this study, different drying and extraction methods were investigated to minimize the degradation and improve the recovery of carotenoids from Gac peel. The encapsulation of carotenoids using a mixture of protein concentrate and gum Arabic was also studied to prevent the degradation as well as improve storage stability of carotenoids from Gac peel. The results show that the hot-air drying method (80°C, 4 hours) had the shortest drying time and retained the highest carotenoid content in dried Gac peel. Among the investigated extraction methods, the use of ethyl acetate as extraction solvent combined with ultrasound treatment (250W, 80 minutes) resulted in the highest extraction efficiency. The use of a mixture of gum Arabic and protein concentrate as the coating material combined with spray drying provided effective microencapsulation efficiency for carotenoids and significantly reduced the decomposition of carotenoids during storage compared to the non-encapsulated carotenoids.

Key words: Gac peel, carotenoid, drying, extraction, encapsulation, storage.

Received: 14th March 2019

Reviewed: 28th March 2019

Accepted: 31st March 2019