

NGHIÊN CỨU TRÍCH LY ANTHOCYANIN TRONG CẨM GẠO CẨM TRỒNG TẠI CẠI LẬY (TIỀN GIANG) BẰNG PHƯƠNG PHÁP HỖ TRỢ SÓNG SIÊU ÂM

Lê Thị Kim Loan^{1*}, Nguyễn Thị Kim Hằng¹,
Trần Thị Thúy Nga¹, Nguyễn Minh Thủy²

TÓM TẮT

Anthocyanin được trích ly bằng phương pháp có hỗ trợ của siêu âm (UAE) từ nguồn nguyên liệu cẩm gạo tẻ Cẩm Cai Lậy. Đây là một kỹ thuật hiệu quả để trích xuất các hợp chất có hoạt tính sinh học nhạy cảm với nhiệt. Kết quả thực nghiệm của quá trình trích ly cho thấy pH thích hợp sử dụng là 2,0; nồng độ dung môi ethanol tốt nhất là 45%, nhiệt độ siêu âm 35°C, thời gian siêu âm 60 phút. Dịch chiết thu nhận ở các điều kiện trích ly trên có hàm lượng anthocyanin đạt cao nhất là 44 mg/100 g.

Từ khóa: Anthocyanin, cẩm gạo cẩm, ethanol, pH, sóng siêu âm.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Anthocyanin thuộc nhóm flavonoid, có màu đỏ, tím hoặc xanh. Anthocyanin được chiết xuất từ thực vật có nhiều lợi ích sức khỏe cho con người, bao gồm chống viêm, chống ung thư, chống oxy hóa, ngăn ngừa bệnh tiểu đường, phòng ngừa bệnh tim mạch và thoái hóa thần kinh [1].

Anthocyanin hòa tan trong nước. Chúng không hòa tan được trong dung môi hữu cơ không phân cực, không ổn định trong môi trường kiềm hoặc trung tính. Ở pH thấp, anthocyanidin như cyanidin hòa tan cao trong nước do sự hình thành cation flavylum. Trong điều kiện acid, ion flavylum duy trì sự ổn định và tăng cường màu đỏ của anthocyanin [2].

Anthocyanin được tách chiết từ thực vật với nhiều phương pháp khác nhưng phổ biến nhất là phương pháp sử dụng kết hợp giữa dung môi với nhiệt. Tuy nhiên, tốt nhất là sử dụng các quy trình thân thiện với môi trường như giảm lượng dung môi sử dụng, nhiệt độ thấp và ít tốn thời gian. Trong thực tế, các kỹ thuật mới như chiết xuất có hỗ trợ vi sóng (MAE) và chiết xuất có hỗ trợ siêu âm (UAE) đã được phát triển để chiết xuất các hợp chất có hoạt tính sinh học từ các nguồn thực vật. Phương pháp tách chiết anthocyanin với sự hỗ trợ của sóng siêu âm là phương pháp được áp dụng trong chiết xuất các hợp chất có hoạt tính sinh học từ nguyên liệu có nguồn gốc thực vật [3]. Đây là một kỹ thuật khả thi để trích xuất các hợp chất có hoạt tính sinh học nhạy cảm với nhiệt [4]. Theo Cárcel và cs (2012) [5] siêu

âm có một số tính chất làm tăng hiệu quả của dung môi chiết như: Khuếch tán cao, tăng sự di chuyển của các chất, phá vỡ tế bào thực vật và tăng khả năng hòa tan của dung môi. Sự tăng hiệu quả chiết các hợp chất dưới sự hỗ trợ của sóng siêu âm có thể được giải thích như sau: Với cơ chế tác động đa chiều, sóng siêu âm tạo ra hiệu ứng vật lý, thay đổi cấu trúc, trạng thái của nguyên liệu, tăng cường sự tiếp xúc giữa nguyên liệu và dung môi chiết làm tăng sự khuếch tán của các hợp chất cần chiết vào dung môi [6]. Gạo cẩm Cai Lậy là loại gạo màu có hàm lượng các chất dinh dưỡng như chất khoáng (sắt, kẽm, photpho), vitamin B1 và chất xơ hòa tan cao hơn so với các loại gạo trắng. Đặc biệt trong lớp vỏ lụa của gạo cẩm có hàm lượng anthocyanin cao: 46,86 mg/100 g [7]. Gạo màu có hàm lượng anthocyanin và hoạt tính chống oxy hóa cao. Anthocyanin trong gạo bao gồm cyanidin 3-O-glucoside, peonidin 3-O-glucoside, malvidin 3-O-glucoside, pelargonidin 3-O-glucoside và delphinidin 3-O-glucoside, trong đó cyanidin-3-O-glucoside chiếm 95% [8]. Hàm lượng anthocyanin trong các giống giảm dần theo thứ tự từ gạo màu đen (còn được gọi là màu tím), màu nâu và đỏ [9].

Anthocyanin được coi là hợp chất có hoạt tính sinh học và nên có liên quan đến các tác dụng có lợi cho sức khỏe. Bên cạnh việc sử dụng anthocyanin như một chất tạo màu tự nhiên, sắc tố màu này còn có tiềm năng như dược phẩm [10]. Từ các kết quả nghiên cứu trên, ứng dụng sóng siêu âm trong việc chiết tách anthocyanin được thực hiện nhằm tạo ra một nguồn nguyên liệu giàu giá trị dinh dưỡng và được liệu trong tương lai.

¹ Khoa Nông nghiệp và Công nghệ thực phẩm, Trường Đại học Tiền Giang

² Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

*Email: lethikimloan@tgu.edu.vn

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Lúa tẻ cẩm (*Oryza sativa indica var.*) được trồng tại huyện Cai Lậy, tỉnh Tiền Giang trong vụ đông xuân năm 2020. Sau quá trình thu hoạch, lúa được tồn trữ ở nhiệt độ phòng trong thời gian 15 ngày, tiến hành tách cám tại Công ty Lương thực Tiền Giang. Cám sau đó được xử lý bằng cách sấy ở 40°C đến khi độ ẩm thấp hơn 13%. Sau đó, cám được nghiền mịn, sàng qua rây có kích thước < 105 µm. Hàm lượng anthocyanin trong cám là 96 mg/100 g. Phương pháp chiết tách anthocyanin trong dung môi ethanol (%) được thực hiện bằng cách điều chỉnh pH bằng HCl đến các giá trị pH 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; tỉ lệ nguyên liệu: dung môi 1: 10 (w/v) [11]. Quá trình trích được thực hiện trong bể nước siêu âm thể tích 9,5 L Branson (Mỹ), công suất siêu âm 500 W, công suất gia nhiệt 500 W, tần số siêu âm 40 kHz, bộ điều khiển vi xử lý với màn hình hiển thị LED ở các mức nhiệt độ thay đổi từ 30°C đến 45°C (bố trí cách nhau 5°C) trong các thời gian khác nhau (từ 30 phút đến 120 phút – cách nhau 30 phút). Nồng độ dung môi (ethanol) thiết kế cho quá trình trích là 40% đến 55% (cách nhau 5%) từ cồn tuyệt đối pha với nước được cất 2 lần và pH dung dịch từ 1,5 đến 3,0 (cách nhau 0,5) bằng dung dịch HCl 37%. Quá trình ly tâm được thực hiện nhằm thu dịch trích và bảo quản ở nhiệt độ 0°C đến 3°C cho hoạt động phân tích hàm lượng anthocyanin.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Xác định độ ẩm bằng phương pháp sấy ở nhiệt độ 105°C đến khối lượng không đổi.

- Hàm lượng anthocyanin được phân tích bằng phương pháp pH vi sai theo nguyên tắc: Chất màu anthocyanin thay đổi theo pH. Tại pH 1 các anthocyanin tồn tại ở dạng oxonium hoặc flavium có độ hấp thụ cực đại, còn ở pH 4,5 thì chúng lại ở dạng carbinol không màu [12].

- Phân tích thống kê theo chương trình Statgraphics XVI. Sự khác nhau giữa các trung bình nghiệm thức được so sánh thông qua LSD (Least Significant Difference) ở mức ý nghĩa ≤ 5%.

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 5/2019 đến tháng 6 năm 2020 tại Phòng thí nghiệm Bộ môn Công nghệ thực phẩm, Trường Đại học Tiền Giang và Trung tâm Ứng dụng Tiến bộ Khoa học và Công nghệ tỉnh Sóc Trăng.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của pH dịch chiết đến hàm lượng anthocyanin

Cấu trúc, độ bền màu, màu sắc của anthocyanin thay đổi theo sự thay đổi của pH. pH thấp có thể ức chế quá trình oxy hóa các hợp chất polyphenol do một mặt làm ổn định các hợp chất anthocyanin, mặt khác kìm hãm hoạt động của enzyme polyphenol oxidase [13]. Theo tổng hợp của Khoo và cs (2017) [14], pH từ 2 đến 4 ít ảnh hưởng đến sự phân hủy của anthocyanin. Ảnh hưởng của pH dịch chiết đến hàm lượng anthocyanin được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của pH dịch chiết đến hàm lượng anthocyanin thu được

STT	Giá trị pH	Hàm lượng anthocyanin (mg/100 g)
1	1,5	37,8±0,7 ^c
2	2,0	41,0±0,3 ^a
3	2,5	38,9±0,8 ^b
4	3,0	38,3±0,4 ^{bc}
F (tính)		**
CV (%)		1,37

Ghi chú: Các số trong một cột có cùng chữ theo sau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 1%.

Bảng 1 cho thấy, pH dịch chiết có ảnh hưởng đến hàm lượng anthocyanin chiết tách. Khi tăng giá trị pH dịch chiết từ 1,5 đến 2, hàm lượng anthocyanin được tách chiết tăng từ 37,8 mg/100 g lên 41,0 mg/100 g. Tuy nhiên, khi tăng giá trị pH lên 2,5 và 3, hàm lượng anthocyanin có xu hướng giảm. Hàm lượng anthocyanin tại các giá trị pH 2,5 và 3 lần lượt là 38,9 mg/100 g và 38,3 mg/100 g. Trong cùng điều kiện thời gian, nhiệt độ và nồng độ ethanol, nếu thay đổi giá trị pH thì hàm lượng anthocyanin chiết xuất từ cám gạo cũng thay đổi theo. pH càng tăng thì hàm lượng anthocyanin thu được càng giảm. Việc tăng pH làm phá hủy mạnh đối với anthocyanin trong các mẫu. Kết quả tương tự như nghiên cứu của Kirca và cs (2007) [15] khi nghiên cứu trên cà rốt đen đã xác định anthocyanin ổn định ở pH 2,0.

Tuy nhiên, ở pH 1,5 thì hàm lượng anthocyanin chiết tách có giá trị thấp (37,8 mg/100 g). Nguyên nhân là do cation flavylum của anthocyanin ổn định trong điều kiện pH thấp nhưng nếu quá thấp sẽ gây ra sự thủy phân một phần các gốc acyl trong anthocyanin. Các hợp chất phenolic phân cực càng mạnh càng không bền trong môi trường acid mạnh [16]. Vì vậy, ở pH 1,5 hàm lượng anthocyanin có xu hướng giảm.

Hàm lượng anthocyanin được trích ly trong cám gạo cẩm đạt cao nhất ở pH 2 là 41,0 mg/100 g. Kết quả này gần phù hợp với nghiên cứu của Ninh Le Thu Thao và cs (2015) [17], giá trị pH 2,2 là tốt nhất để thu được hàm lượng anthocyanin cao từ nguồn nguyên liệu gạo tím Việt Nam.

3.2. Ảnh hưởng của nồng độ ethanol đến hàm lượng anthocyanin

Dung môi là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả chiết các hợp chất có hoạt tính sinh học từ nguồn nguyên liệu tự nhiên. Hiệu suất chiết phụ thuộc vào độ phân cực của dung môi và bản chất của chất cần thu nhận trong nguyên liệu [18].

Anthocyanin có vòng thơm, chứa nhóm -OH, -C=O, hoặc -OCH và glucosyl tạo thành một phân tử phân cực nên thường được chiết xuất bằng dung môi hữu cơ phân cực hoặc hỗn hợp dung môi hữu cơ - nước [19]. Các dung môi hữu cơ thường được sử dụng là methanol, acetone, ethanol hoặc acetonitril. Những dung môi này làm biến tính màng tế bào, hòa tan và ổn định anthocyanin [20]. Trong đó, ethanol được đánh giá cao vì ít độc hơn các hợp chất phân cực khác [21]. Ảnh hưởng của nồng độ ethanol đến hàm lượng anthocyanin tách chiết được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của nồng độ ethanol trong dịch chiết đến hàm lượng anthocyanin thu được

TT	Nồng độ ethanol (%)	Hàm lượng anthocyanin (mg/100 g)
1	35	38,4±0,3 ^d
2	40	39,3±0,5 ^c
3	45	43,0±0,3 ^a
4	50	40,5±0,1 ^b
F (tính)		**
CV (%)		7,7

Ghi chú: Các số trong một cột có cùng chữ theo sau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 1%.

Khi tăng nồng độ ethanol từ 35% đến 45% thì hàm lượng anthocyanin tăng mạnh từ 38,4 mg/100 g lên 43,0 mg/100 g. Tuy nhiên, nếu tiếp tục tăng nồng độ ethanol dịch chiết lên 50% thì hàm lượng anthocyanin giảm còn 40,5 mg/100 g. Dựa trên những kết quả thực nghiệm, có thể thấy rằng độ hòa tan của anthocyanin tăng trong pha lỏng là do sự thay đổi về độ phân cực. Khi sử dụng nước là dung môi chiết, một lượng lớn protein, polysaccharide và các chất vô cơ khác có thể cũng sẽ được trích ra khỏi

nguyên liệu và làm cản trở quá trình hòa tan các hợp chất polyphenol [22]. Do vậy, ở nồng độ ethanol thấp (tỷ lệ nước trong dịch chiết cao) thì hàm lượng anthocyanin sẽ thấp.

Tuy nhiên, sự gia tăng nồng độ ethanol vượt quá 45%, hàm lượng anthocyanin trong dịch chiết có xu hướng giảm. Điều này có thể được giải thích do sự thay đổi tính phân cực của dung dịch trích ly đã ảnh hưởng đến độ khuếch tán của anthocyanin và làm giảm hàm lượng anthocyanin tách chiết [23]. Kết quả này khá tương đồng với nghiên cứu về quá trình chiết xuất các hợp chất phenolic, chất chống oxy hóa và anthocyanin từ mật củ cải đường được thực hiện bởi Chen và cs (2015) [24]. Sử dụng nồng độ ethanol 45% trong dung dịch chiết là thích hợp cho quá trình trích ly anthocyanin.

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ siêu âm đến hàm lượng anthocyanin

Khi nhiệt độ tăng sẽ làm tăng tốc độ hòa tan, khuếch tán của các hợp chất; giảm độ nhớt dung môi, tăng khả năng truyền nhiệt và xâm nhập của dung môi vào trong tế bào [25]. Nhiệt độ cao có thể phá vỡ các tế bào, tạo điều kiện thuận lợi cho các chất từ tế bào khuếch tán vào trong dung môi, tăng khả năng trích ly. Tuy nhiên, ở nhiệt độ cao các nhóm OH trong phân tử anthocyanin kém ổn định và dễ bị thoái hóa, làm cho hàm lượng anthocyanin giảm. Kết quả ảnh hưởng nhiệt độ siêu âm đến hàm lượng anthocyanin tách chiết từ cám gạo cẩm được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ siêu âm đến hàm lượng anthocyanin

STT	Nhiệt độ (°C)	Hàm lượng anthocyanin (mg/100 g)
1	30	35,8±0,5 ^c
2	35	43,2±0,4 ^a
3	40	37,8±0,4 ^b
4	45	35,9±0,8 ^c
F (tính)		**
CV (%)		1,42

Ghi chú: Các số trong một cột có cùng chữ theo sau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 1%.

Bảng 3 cho thấy, hàm lượng anthocyanin tăng khi nhiệt độ tăng từ 30°C đến 35°C. Khi nhiệt độ tăng làm tăng đáng kể tổng hàm lượng phenolic và khả năng chống oxy hóa của các chất chiết xuất. Theo kết quả nghiên cứu của González-Centeno và cs (2015) [26], sự hỗ trợ của sóng siêu âm trong quá

trình chiết xuất sẽ đạt hiệu quả khi sử dụng nhiệt độ thấp và thời gian xử lý ngắn.

Ở 30°C, hàm lượng anthocyanin thu được là 35,8 mg/100 g thấp hơn so với 35°C. Sự gia tăng nhiệt độ làm tăng hàm lượng anthocyanin trong chiết xuất do sự khuếch tán của các hợp chất polyphenol vào dung môi trong quá trình gia nhiệt. Trong quá trình chiết tách, làm nóng mẫu giúp làm mềm mô thực vật và làm suy yếu các liên kết giữa polysaccharide và phenol, dẫn đến khuếch tán nhiều polyphenol vào dung môi [27].

Ở 35°C, hàm lượng anthocyanin thu được là cao nhất (43,2 mg/100 g) và khác biệt có ý nghĩa so với các nhiệt độ còn lại ở mức ý nghĩa 1%. Kết quả này tương tự kết quả nghiên cứu của Celli và cs (2015) [28] khi hàm lượng anthocyanin thu được cao nhất ở 35°C đối với chiết xuất anthocyanin từ quả haskap (*Lonicera caerulea* L.).

Ở nhiệt độ cao hơn 35°C, hàm lượng anthocyanin thu được có xu hướng giảm. Ở 45°C, hàm lượng anthocyanin là 35,9 mg/100 g. Hàm lượng anthocyanin giảm ở nhiệt độ cao do quá trình oxy hóa của anthocyanin. Theo Das và cs (2017) [29], khi nhiệt độ vượt quá 37,5°C làm giảm hàm lượng anthocyanin trong dịch chiết của gạo tím.

Hàm lượng anthocyanin thu được là cao nhất khi chiết tách ở nhiệt độ 35°C. Kết quả này tương tự với nghiên cứu của Pedro và cs (2016) [30] về quá trình chiết xuất anthocyanin và polyphenol từ gạo đen (*Oryza sativa* L.) với nhiệt độ tối ưu là 34,7°C cho hiệu quả chiết tách là cao nhất.

3.4. Ảnh hưởng của thời gian siêu âm đến hàm lượng anthocyanin

Thời gian là một trong những thông số quan trọng ảnh hưởng đến quá trình trích ly anthocyanin từ nguyên liệu thực vật. Trong nghiên cứu này, kết quả ảnh hưởng của thời gian chiết (30 phút, 60 phút, 90 phút và 120 phút) đến hàm lượng anthocyanin được trình bày ở bảng 4.

Kết quả ở bảng 4 cho thấy, hàm lượng anthocyanin thu được trong dịch chiết cám gạo cẩm tăng lên trong khoảng thời gian từ 30 phút lên 60 phút. Hàm lượng anthocyanin ở các mức thời gian 30 phút và 60 phút lần lượt là 41,7 mg/100 g và 44,0 mg/100 g. Điều này có thể được giải thích bởi định luật thứ hai của Fick về sự khuếch tán: Khi thời gian chiết tăng thì hàm lượng các chất trong nguyên liệu khuếch tán từ tế bào ra ngoài càng nhiều [31].

Bảng 4. Ảnh hưởng của thời gian siêu âm đến hàm lượng anthocyanin

STT	Thời gian (phút)	Hàm lượng anthocyanin (mg/100 g)
1	30	41,7±0,6 ^b
2	60	44,0±0,2 ^a
3	90	39,1±0,3 ^c
4	120	36,0±0,3 ^d
F (tính)		**
CV (%)		0,99

Ghi chú: Các số trong một cột có cùng chữ theo sau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 1%.

Khi tăng thời gian siêu âm lên 90 phút và 120 phút thì hàm lượng anthocyanin có xu hướng giảm do hiệu quả chiết các chất có hoạt tính sinh học không tăng sau khoảng thời gian nhất định. Khoảng thời gian này phụ thuộc vào các điều kiện chiết khác như dung môi, nhiệt độ chiết, tỷ lệ dung môi/nguyên liệu cũng như bản chất của nguyên liệu và hợp chất cần tách chiết [32]. Khi kéo dài thời gian chiết, hàm lượng anthocyanin bên trong và ngoài nguyên liệu gần đạt trạng thái cân bằng nên dịch chiết thu được có hàm lượng anthocyanin tăng chậm dần về sau. Ngoài ra, các hợp chất này có thể bị oxy hóa bởi các yếu tố bất lợi từ môi trường chiết (nhiệt độ, ánh sáng, oxy), nên thời gian tách chiết càng dài thì hàm lượng anthocyanin càng giảm [20].

Sử dụng thời gian siêu âm 60 phút thì hàm lượng anthocyanin thu được là cao nhất (44,0 mg/100 g) và có sự khác biệt thống kê 1% với các mức thời gian khác. Kết quả này tương tự nghiên cứu của Fan và cs (2008) [33]. Nhóm nghiên cứu đã tiến hành chiết tách anthocyanin từ khoai lang tím bằng phương pháp đáp ứng bề mặt, sử dụng ethanol và acid với thời gian chiết tách từ 60 phút đến 120 phút.

Như vậy, kết quả các thí nghiệm khảo sát đã xác định được hàm lượng anthocyanin thu được cao nhất ở pH 2,0, nồng độ ethanol 45%, nhiệt độ siêu âm 35°C trong thời gian siêu âm 60 phút. Dịch anthocyanin của mẫu tối ưu này sau khi chiết tách được kiểm tra pH để xác định độ an toàn của sản phẩm. Kết quả cho thấy, sau quá trình chiết tách dưới sự hỗ trợ của sóng siêu âm, sản phẩm có pH 4,7 gần bằng với mẫu đối chứng (cám : nước cất tỷ lệ 1: 10) có pH 4,9. Điều này chứng tỏ sản phẩm sau khi chiết tách không còn tồn dư lượng acid nên sẽ an toàn trong sử dụng đối với con người.

4. KẾT LUẬN

Điều kiện phù hợp để trích ly anthocyanin từ cám gạo cẩm bằng phương pháp siêu âm như sau: pH thích hợp sử dụng là 2,0 với dung môi ethanol ở nồng độ 45%, nhiệt độ siêu âm 35°C, thời gian siêu âm 60 phút. Trong điều kiện này dịch chiết thu được có hàm lượng anthocyanin đạt 44 mg/100 g. Sản phẩm thu được sau quá trình trích ly có pH 4,7.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nile S., Hwan Kim D. and Keum Y. S. (2015). Determination of Anthocyanin Content and Antioxidant Capacity of Different Grape Varieties. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 30, 2, 60 - 68.
2. Khoo H. E., Chew L. Y., Ismail A. (2012). *Anthocyanins in purple colored fruits*, In: *Polyphenols: chemistry, dietary sources and health benefits*. New York: Nova Science, 133-152.
3. Zou, T. B., Wang, M., Gan, R. Y., and Ling, W. H. (2011). Optimization of Ultrasound-Assisted Extraction of Anthocyanins from Mulberry. Using Response Surface Methodology, *Molecular Sciences*, 12, 5, 3006-3017.
4. Ghafoor K, Choi Y. H., Jeon J. Y., Jo I. H. (2009). Optimization of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds, antioxidants and anthocyanins from grape (*Vitis vinifera*) seeds, *J Agric Food Chem*, 57, 11, 4988-4994.
5. Cárcel, J. A., García - Pérez, J. V., Benedito, J., Mulet, A. (2012). *Food process innovation through new technologies: Use of ultrasound*. Food Engineering, 110, 200-207.
6. Dương Thị Phương Liên, Nguyễn Nhật Minh Phương (2014). Ảnh hưởng của biện pháp xử lý nguyên liệu đến khả năng trích ly và sự ổn định anthocyanin từ bắp cải tím. *Tạp chí Khoa học - Trường Đại học Cần Thơ*: Chuyên đề Nông nghiệp, 1-7.
7. Lê Thị Kim Loan, Nguyễn Minh Thủy (2019). Nghiên cứu quy trình sản xuất gạo cẩm nảy mầm với hàm lượng anthocyanin cao và chất lượng tốt. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 6 (103): 44 - 50.
8. Lê Hữu Hải, Huỳnh Thị Huế Trang và Đoàn Thị Ngọc Thanh (2010). *Chọn lọc làm thuần giống lúa than đặc sản*. Đề tài cấp tỉnh Tiền Giang.
9. Noorlaila, A., Nur Suhadah, N., Noriham, A. and Nor Hasanah, H. (2018). Total anthocyanin content and antioxidant activities of pigmented black rice (*Oryza sativa* L.) subjected to soaking and boiling. *Jurnal Teknologi*, 80 (3): 137-143.
10. Pengkumsri N., Chaiyasut C., Saenjum C., Sirilun S. (2015). Physicochemical and antioxidative properties of black, brown and red rice varieties of northern Thailand. *Food Sci. and Tech.*, 35 (2): 331-338.
11. Khoo H. E., Azlan A., Tang S. T., and Lim S. M. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients and the potential health benefits. *Food and Nutrition Research*, 61 (1): 1361 - 779.
12. Guisti, M. M. and R. E. Wrolstad (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible spectroscopy. Current Protocols in Food Analytical Chemistry, New York: John Wiley and Sons, (chapter 1).
13. Vũ Hồng Sơn, Hà Duyên Tư (2009). Nghiên cứu trích ly polyphenol từ chè xanh vụn - Phần 1: Các yếu tố ảnh hưởng quá trình trích ly polyphenol. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 7, 1, 81-86.
14. Khoo H. E., Azrina A., Sou T. T., See M. L. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food and Nutrition Research*, 61.
15. Kirca A., Ozkan M., Cemeroglu B. (2007). Effect of temperature, solid content and pH on the stability of black carrot anthocyanins. *Food Chem.* 101: 212-218.
16. Ruenroengklin N., Zhong J., Duan X., Yang B., Li J. and Jiang Y. (2008). Effects of various temperatures and pH values on the extraction yield of phenolics from litchi fruit pericarp tissue and the antioxidant activity of the extracted anthocyanins. *Molecular Sciences*, 9, 1333-1341.
17. Ninh Le Thu Thao, Dao Thi Kim Thoa, Le Phuoc Thang, Than Thi Ut Xi, Dam Sao Mai, Nguyen Thi Ngoc Tram (2015). Effect of ethanol on the anthocyanin extraction from the purple rice of Vietnam. *Food and Nutrition Sciences*, 3, 2, 45 - 48.
18. Phạm Thị Kim Quyên, Nguyễn Văn Minh, Nguyễn Thế Hân (2016). Ảnh hưởng của điều kiện chiết đến hàm lượng polyphenol và khả năng chống oxy hóa của dịch chiết lá bầu đất (*Gynura procumbens* (Lour Merr.) trồng tại Khánh Hòa. *Vietnam J. Agri. Sci.*, 8, 1248 - 1260.
19. Baiano A., Del N. M. A. (2016). Antioxidant compounds from vegetable matrices: biosynthesis, occurrence and extraction systems. *CritRev Food Sci Nutr*, 56, 2, 2053-2068.

20. Naczki M. and Shahidi F. (2006). Phenolics in cereals, fruits and vegetables: occurrence, extraction and analysis., *J. Pharm. Biomed. Anal.* 41 (5): 1523 – 1542,
21. Pascual - Teresa S, Santos - Buelga C, Rivas - Gonzalo JC. (2002). LC-MS analysis of anthocyanins from purple corn cob, *J Sci Food Agric.*, 82, 1003-1006.
22. Boeing, J. S., Barizão, É. O., Costa S., B., Montanher, P. F., Almeida, J., Visentainer, J. V. (2014). Evaluation of solvent effect on the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacities from the berries: application of principal component analysis. *Chemistry Central Journal*, 8, 48 - 57.
23. Bridgers, E. N., Chinn, M. S., Truong, V. D. (2010). Extraction of anthocyanins from Industrial purple-fleshed sweet potatoes and enzymatic hydrolysis of residues for fermentable sugars. *Ind. Crop.Prod.*, 32, 3, 613 - 620.
24. Chen, M., Zhao, Y., Yu, S. (2015). Optimisation of ultrasonic-assisted extraction of phenolic compounds, antioxidants and anthocyanins from sugar beet molasses. *Food Chem.*, 172, 543 - 550.
25. Al-Farsi, M. A., and Lee, C. Y. (2008). Optimization of phenolics and dietary fibre extraction from date seeds. *Food Chemistry*, 108, 3, 977 - 985.
26. González - Centeno, M. R., Comas - Serra, F., Femenia, A., Rosselló, C., and Simal, S. (2015). Effect of power ultrasound application on aqueous extraction of phenolic compounds and antioxidant capacity from grape pomace (*Vitis vinifera* L.): Experimental kinetics and modeling. *Ultrasonics Sonochemistry*, 22, 506-514.
27. Tao, Y. -M., Yao, L. Y., Qin, Q. Y., & Shen, W. (2013). Purification and characterization of polyphenol oxidase from jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) bulbs. *Agricultural and Food Chemistry*, 61, 51, 12662 - 12669.
28. Celli, G. B., Ghanem, A., Brooks, M. S. L. (2015). Optimization of ultrasound-assisted extraction of anthocyanins from haskap berries (*Lonicera caerulea* L.) using response surface methodology. *Ultrason Sonochem*, 27, 449-455.
29. Das, A. B., Goud, V. V., and Das, C. (2017). Extraction of phenolic compounds and anthocyanin from black and purple rice bran (*Oryza sativa* L.) using ultrasound: A comparative analysis and phytochemical profiling. *Industrial Crops and Products*, 95, 332 - 341.
30. Pedro, A. C., Granato, D., and Rosso, N. D. (2016). Extraction of anthocyanins and polyphenols from black rice (*Oryza sativa* L.) by modeling and assessing their reversibility and stability. *Food Chemistry*, 191, 12-20.
31. Cracolice, M., Peters, E. (2009). Basics of introductory chemistry: an active learning approach. CA: Brooks/Cole.
32. Silva, E. M., Souza, J. N. S., Rogez, H., Rees, J. F. and Larondelle, Y. (2007). Antioxidant activities and polyphenolic contents of fifteen selected plant species from the Amazonian region. *Food Chemistry*, 101, 1012 - 1018.
33. Fan G., Han Y., Gu Z., Chen D. (2008). Optimizing conditions for anthocyanin extraction from purple sweet potato using response surface methodology (RSM). *LWT- Food Science and Technology* 41 (1): 155 - 160.

EXTRACT ANTHOCYANINS IN CAM RICE BRAN IN CAI LAY (TIEN GIANG) BY USING ULTRASOUND

Le Thi Kim Loan, Nguyen Thi Kim Hang,
Tran Thi Thuy Nga, Nguyen Minh Thuy

Summary

Anthocyanin is extracted by Ultrasonic-assisted extraction (UAE) from Cai Lay rice bran. This is an effective technique for extracting heat-sensitive bioactive compounds. Experimental results of the extraction process showed that pH was appropriate 2, the best ethanol concentration was 45%, combined with the temperature and time ultrasonic were 35°C, 60 minutes. The extraction conditions obtained to have the highest anthocyanin content of 44 mg/100 g.

Keywords: Anthocyanin, ethanol, pH, rice bran, ultrasonic-assisted extraction.

Người phản biện: TS. Nguyễn Mạnh Dũng

Ngày nhận bài: 26/4/2021

Ngày thông qua phản biện: 27/5/2021

Ngày duyệt đăng: 3/6/2021