

ẢNH HƯỞNG CỦA SÓNG SIÊU ÂM LÊN HÀM LƯỢNG ANTHOCYANINS TRÍCH LY TỪ BẮP CẢI TÍM (*Brassica oleracea* var. *capitata*) VÀ RAU DẪN ĐỎ (*Amaranthus tricolor*)

Trương Văn Xạ^{1*}, Nguyễn Trung Trục¹, Huỳnh Thị Phương Thảo¹

TÓM TẮT

Nghiên cứu ảnh hưởng của sóng siêu âm đến hiệu quả trích ly anthocyanins trên nguyên liệu bắp cải tím và rau dền đỏ được nghiên cứu với sự thay đổi của tần số sóng siêu âm ở các mức 58 kHz, 132 kHz, 192 kHz và mixed frequencies (hỗn hợp liên tục ba tần số 58 kHz, 132 kHz và 192 kHz), thời gian trích ly lần lượt là 10, 20, 30, 40, 50 và 60 phút, sử dụng dung môi khác nhau như nước cất, cồn 30% và 15% v/v được thực hiện. Các kết quả cho thấy, tần số mixed frequencies cho hiệu quả trích ly anthocyanins cao nhất trên cả hai loại nguyên liệu. Thời gian tối ưu cho quá trình trích ly là 40 phút đối với bắp cải tím và 30 phút cho rau dền đỏ. Ngoài ra, dung môi cồn 30% v/v là tối ưu cho quá trình trích ly anthocyanins từ bắp cải tím, ngược lại dung môi nước cho thấy sự hiệu quả khi xử lý trên nguyên liệu rau dền đỏ. Các kết quả trên gợi ý rằng, có thể sử dụng sóng siêu âm cho việc nâng cao hiệu quả trích ly anthocyanins từ thực vật.

Từ khóa: Sóng siêu âm, anthocyanins, bắp cải tím, rau dền tím.

1. GIỚI THIỆU

Anthocyanins là một trong những nhóm chất màu tự nhiên quan trọng của thực vật, những hợp chất này giúp tạo nên màu xanh dương, tím và đỏ ở nhiều loại rau, quả, hoa và các loại hạt ngũ cốc. Cấu trúc hóa học của anthocyanins là những hợp chất thuộc nhóm flavonoids, chúng là glycosides của polyhydroxy, polymethoxy của các dẫn xuất 2 phenylbenzopyrylium hoặc muối flavylium (Kong et al., 2003; Liobikas et al., 2016). Anthocyanins có vai trò quan trọng trong việc bảo vệ tế bào quang hợp như là chất hấp thụ ánh sáng, giảm stress và đóng vai trò như là chất chống oxy hóa. Ngoài vai trò sinh lý trên thực vật, anthocyanins còn có tác dụng bảo vệ tế bào ngăn ngừa ung thư, bệnh tim mạch, đái tháo đường và các bệnh mãn tính khác (Zhang et al., 2014). Từ những đặc điểm trên, anthocyanins được sử dụng làm chất màu tự nhiên trong thực phẩm với vai trò như là hoạt chất sinh học trong khẩu phần ăn hàng ngày, chất chỉ thị sinh học cho các màng bao thực phẩm thông minh hay dùng làm chất chỉ thị trong phân tích hóa học (Cortez et al., 2017; Shukla et al., 2016).

Có nhiều kỹ thuật để chiết tách hợp chất anthocyanin từ vật liệu rắn có thể kể đến như ngâm

chiết soxhlet, chiết tách có hỗ trợ của microwave, chiết tách có hỗ trợ của sóng siêu âm, chiết tách sử dụng xung điện, chiết tách sử dụng áp suất cao (Tao et al., 2014). Trong số đó, kỹ thuật chiết tách bằng sóng siêu âm đã nhận được sự chú ý đáng kể do tính chất thuận tiện, hiệu quả trích ly cao, độ lặp lại cao, dung môi tiêu thụ ít, dễ vận hành, chi phí thấp và ít ảnh hưởng đến môi trường (Tao và Sun, 2015). Sóng siêu âm là một loại bức xạ đang được sử dụng trong công nghiệp, kỹ thuật, y học và hóa học. Đặc biệt, các nhà hóa học đã kết hợp sử dụng sóng siêu âm để hỗ trợ thúc đẩy các bước của quá trình phân tích. Kỹ thuật siêu âm dựa trên sự hình thành của sóng tần số cao có khả năng gây xâm thực do các chu kỳ co giãn của vật liệu. Những chu kỳ này phá vỡ thành tế bào của vật liệu và điều này thuận lợi cho sự xâm nhập và truyền dung môi thẩm thấu vào bên trong vật liệu, do đó tăng tốc độ trích ly (Espada-Bellido et al., 2017). Trong những năm gần đây, kỹ thuật sóng siêu âm đã được sử dụng nhằm thay thế cho kỹ thuật nhiệt thực phẩm trong lĩnh vực chế biến và trích ly các hợp chất có hoạt tính sinh học do những tác động bất lợi đối với các thành phần của thực phẩm như hợp chất sinh học, các hệ enzyme (Mane et al., 2015). Vì những lý do trên mà sóng siêu âm đã được dùng để hỗ trợ cho quá trình trích ly các hợp chất có hoạt tính sinh học cao như phenolics (Martínez-Ramos et al., 2020; Rodsamran và Sothornvit, 2019; Tao et al., 2014; Zhou et al., 2018), pectin (Yang et al., 2018),

¹ Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

* Email: xatv@vlute.edu.vn

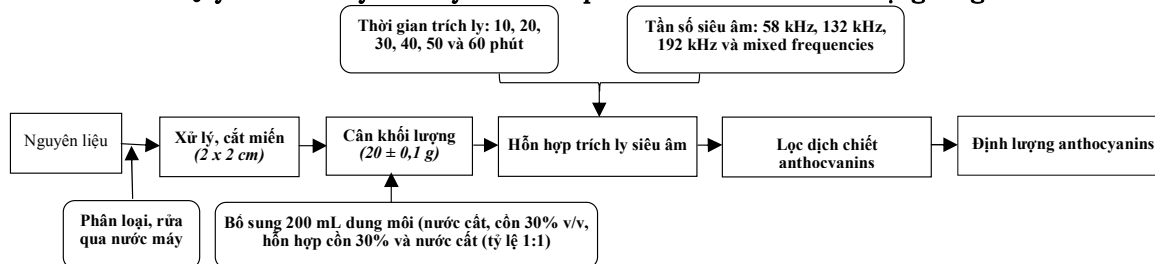
polysaccharides (Sun et al., 2019; Wang et al., 2019), anthocyanins từ nguyên liệu khoai tây “Purple Majesty” (Mane et al., 2015) và bã rượu vang dầu tầm (Zhang et al., 2020). Tuy nhiên, sự ảnh hưởng của sóng siêu âm đến hiệu quả trích ly anthocyanins từ bắp cải tím và rau dền đỏ chưa được nghiên cứu. Mục tiêu của nghiên cứu này là khảo sát ảnh hưởng của tần số sóng siêu âm, thời gian xử lý và dung môi trích ly đến hiệu quả thu nhận anthocyanins trên bắp cải tím và rau dền đỏ. Từ đó tiến đến nghiên cứu áp dụng anthocyanins trong thực phẩm.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Bắp cải tím và rau dền đỏ dùng cho nghiên cứu được mua từ siêu thị, vận chuyển về phòng thí nghiệm và được sử dụng trích ly. Nguyên liệu được lựa chọn và xử lý sao cho mẫu được đồng nhất về kích thước (2 x 2 cm), màu sắc và không bị tổn thương cơ học trước khi áp dụng cho thí nghiệm (chỉ sử dụng phần lá, gân lá và cuống được loại bỏ). Mẫu thí nghiệm (20 ở 0,1 g) được chứa trong bình tam

giác (250 mL) sau đó thêm 200 mL dung môi trích ly (nước cất, cồn 30% v/v và cồn 15% v/v, dung môi được chuẩn bị từ cồn thực phẩm 95% v/v) vào mẫu. Các nghiệm thức gồm 6 bình tam giác 250 mL có chứa mẫu và dung môi được đưa vào hệ thống bể rửa (600 x 380 x 350 mm) có kết nối trực tiếp với bộ nguồn phát sóng siêu âm (IDS 2415/SM; Crest Ultrasonic) và hệ thống nước lạnh tuần hoàn liên tục nhằm giữ cho nhiệt độ của hệ thống bể rửa siêu âm ổn định trong quá trình xử lý. Nguồn phát sóng siêu âm được điều chỉnh ở các tần số lần lượt là 58 kHz, 132 kHz, 192 kHz và hỗn hợp biến đổi tần số liên tục từ 58 đến 192 kHz (mixed frequencies), thời gian xử lý ở mỗi tần số lần lượt là 10, 20, 30, 40, 50, và 60 phút (Hình 1). Sau khi kết thúc quá trình, dịch chiết được lọc thô qua vải the và lọc tinh qua giấy lọc để thu được dịch chiết anthocyanins ở nhiệt độ phòng. Thí nghiệm được bố trí theo phương pháp hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại.

Hình 1. Quy trình trích ly anthocyanins từ bắp cải tím và rau dền đỏ sử dụng sóng siêu âm



Hàm lượng anthocyanins được phân tích theo phương pháp pH vi sai ở pH 1 và pH 4,5 bằng cách đo quang phổ hấp thụ ở bước sóng 520 và 700 nm (Lee et al., 2005). Hàm lượng anthocyanin được tính theo cyanidin-3-glucoside tương đương.

$$\text{Anthocyanins (mg L}^{-1}\text{)} = \frac{A \times M_w \times DF \times 10^3}{\epsilon \times l}$$

Trong đó: A = (A_{520nm} - A_{700nm}) pH 1.0 - (A_{520nm} - A_{700nm}) pH 4.5; M_w = Khối lượng phân tử = 449,2 g mol⁻¹ cho cyanidin-3-glucoside; DF = hệ số pha loãng mẫu; l = chiều dày của cuvet (cm); 10³ = hệ số chuyển đổi từ g sang mg.

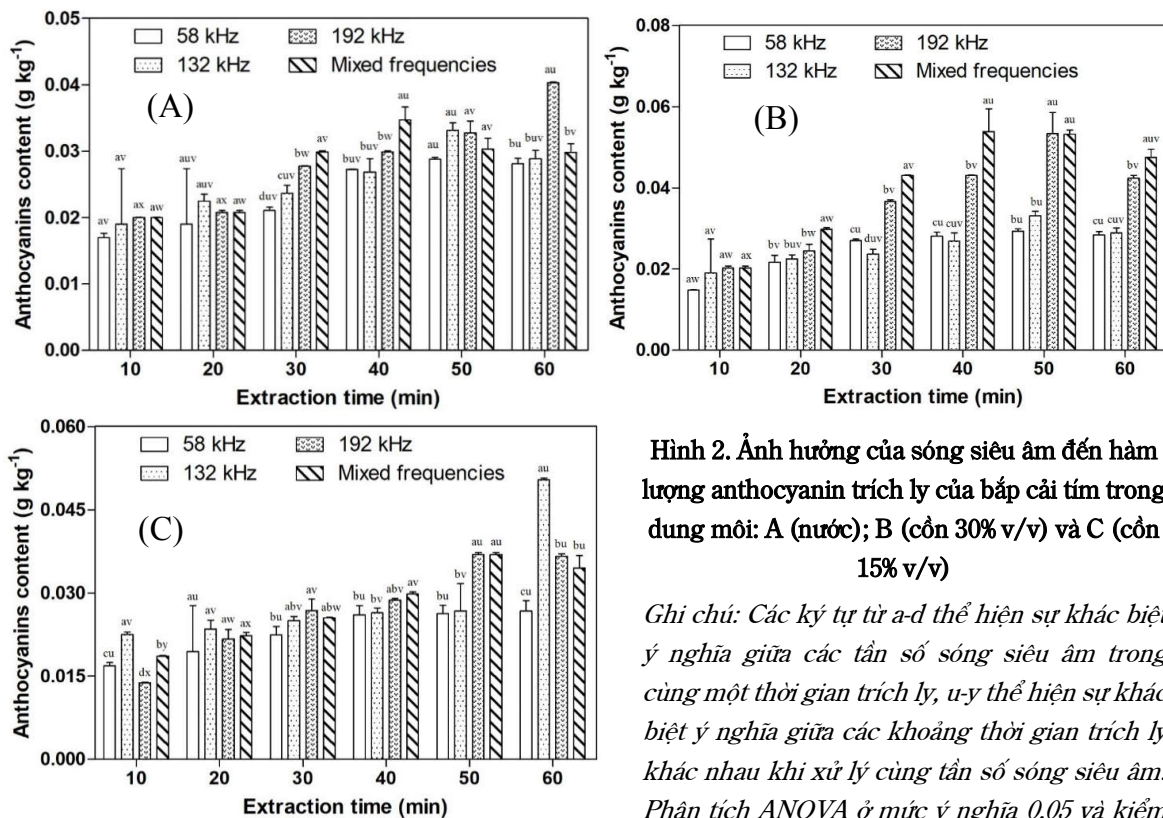
Số liệu được xử lý bằng việc sử dụng SAS[®] 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, USA). Sử dụng phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) để đưa ra kết luận về sự sai biệt giữa các giá trị trung bình các nghiệm thức. Các số trung bình được so sánh bằng phương pháp LSD.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của sóng siêu âm đến hàm lượng anthocyanin trích ly của bắp cải tím trong dung môi

Hàm lượng anthocyanin trích ly từ nguyên liệu chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố, có thể kể đến như phương pháp trích ly, dung môi được sử dụng trong quá trình, nhiệt độ của quá trình trích ly, cấu trúc nguyên liệu (Huỳnh Thị Kim Cúc và cộng sự, 2004; Nguyễn Thị Lan và Lê Thị Lạc Quyên, 2006; Cortez et al., 2017). Trong nghiên cứu này, việc khảo sát được ảnh hưởng của tần số sóng siêu âm, dung môi và thời gian trích ly đến hàm lượng anthocyanins của bắp cải tím và rau dền đỏ được thực hiện. Từ các kết quả phân tích thể hiện ở hình 2A-2C có thể thấy, trích ly anthocyanins của bắp cải tím ở cả ba loại dung môi với các tần số 58 kHz, 132 kHz, 192 kHz và mixed frequencies thì hàm lượng anthocyanins đều có xu hướng tăng theo thời

gian. Trong đó, nghiệm thức có tần số mixed frequencies và 192 kHz ở dung môi nước đạt đỉnh lần lượt tại 40 và 60 phút (Hình 2A). Hai nghiệm thức này cũng đạt đỉnh tương ứng khi trích ly ở dung môi cồn lần lượt là 40 và 50 phút (Hình 2B). Riêng trích ly trong dung môi nước: cồn 30% (tỷ lệ 1:1) đều đạt đỉnh ở 50 phút (Hình 2C). Như vậy từ kết quả của ba thí nghiệm trên cho thấy dung môi ảnh hưởng đến khả năng truyền nhu động sóng siêu âm đến tế bào để giải phóng anthocyanins. Trong đó, dung môi cồn 30% có hệ số khuếch tán cao hơn nên tác động của sóng siêu âm giúp cho anthocyanins thẩm thấu ra dung môi dễ hơn. Kết quả này còn cho thấy, dung môi cồn 30% v/v cho hiệu quả trích ly anthocyanins cao nhất.



Hình 2. Ảnh hưởng của sóng siêu âm đến hàm lượng anthocyanin trích ly của bắp cải tím trong dung môi: A (nước); B (cồn 30% v/v) và C (cồn 15% v/v)

Ghi chú: Các ký tự từ a-d thể hiện sự khác biệt ý nghĩa giữa các tần số sóng siêu âm trong cùng một thời gian trích ly, u-y thể hiện sự khác biệt ý nghĩa giữa các khoảng thời gian trích ly khác nhau khi xử lý cùng tần số sóng siêu âm. Phân tích ANOVA ở mức ý nghĩa 0,05 và kiểm định LSD.

Tóm lại, nghiên cứu đã xác định được hàm lượng anthocyanins trong bắp cải tím được xử lý ở tần số mixed frequencies cho hiệu quả trích ly cao nhất với thời gian trích ly là 40 phút trong dung môi cồn 30% v/v (0,054 g kg⁻¹).

3.2. Ảnh hưởng của sóng siêu âm đến hàm lượng anthocyanin trích ly của rau dền đỏ trong dung môi

Đồng thời, nghiên cứu còn cho thấy thời gian trích ly ngắn hoặc tần số siêu âm nhỏ ảnh hưởng đến khả năng thẩm thấu và giải phóng anthocyanins trong tế bào nguyên liệu ra dung môi. Điều đó thể hiện ở các nghiệm thức 58 kHz và 132 kHz trong 10 đến 20 phút có hàm lượng anthocyanins thấp khác biệt ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại. Tuy nhiên, nếu thời gian trích ly quá dài có thể gây ra sự tổn thất hàm lượng anthocyanins. Điều đó thể hiện ở các nghiệm thức trích ly liên tục 50 đến 60 phút có xu hướng giảm. Theo Amir et al. (2013), sóng siêu âm có thể gây ra sự hình thành của những gốc tự do như superoxide radical hoặc hydroxy radical; những gốc tự do này có thể phản ứng và làm tổn thất hàm lượng anthocyanins.

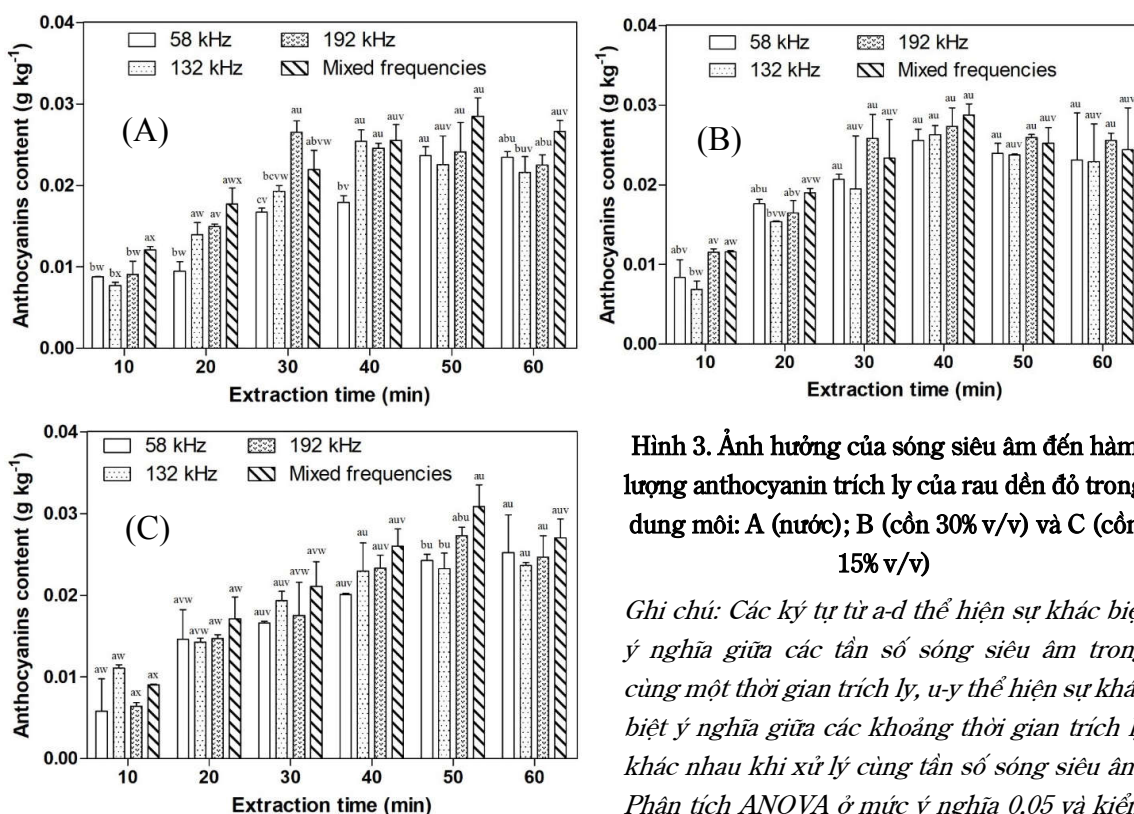
Từ các kết quả thể hiện ở hình 3A-3C cho thấy, hàm lượng anthocyanins trong rau dền đỏ được trích ly trong dung môi nước và dung môi cồn 15% ở tất cả các tần số đều có xu hướng tăng từ 10 đến 30 phút, sau đó giảm ở phút 60. Riêng thí nghiệm trích ly trong dung môi cồn 30% có xu hướng tăng đều đặn và đạt đỉnh tại 40 phút, sau đó giảm.

Đối với thí nghiệm sử dụng dung môi nước, hàm lượng anthocyanins của rau dền đỏ thu được lớn nhất khi sử dụng tần số 192 kHz sau thời gian 30 phút trích ly ($0,025 \text{ g kg}^{-1}$), ổn định ở phút 40 và sau đó có xu hướng giảm khi thời gian trích ly tăng lên (Hình 3A). Trong khi đó, hàm lượng anthocyanins thu được khi trích ly rau dền đỏ trong dung môi cồn là $0,029 \text{ g kg}^{-1}$ khi xử lý ở tần số mixed frequencies trong thời gian 40 phút (Hình 3B); hàm lượng anthocyanins là $0,031 \text{ g kg}^{-1}$ ở hỗn hợp dung môi cồn và nước khi xử lý ở tần số mixed frequencies trong thời gian 50 phút (Hình 3C).

Các kết quả từ hai thí nghiệm trên cho thấy, sử dụng sóng siêu âm có hiệu quả trích ly anthocyanins trong bắp cải tím cao hơn so sánh rau dền đỏ. Nhưng

thời gian tối ưu cho quá trình trích ly anthocyanins của bắp cải tím là 40 phút, trong khi rau dền đỏ là 30 phút. Kết quả này có thể giải thích là do cấu trúc tế bào của bắp cải tím cứng hơn rau dền đỏ, cái mà có ảnh hưởng đến sự thẩm thấu và tác động của sóng siêu âm của dung môi trong suốt quá trình trích ly.

Ngoài ra, yếu tố dung môi và thời gian trích ly của mỗi nguyên liệu bằng sóng siêu âm cũng khác nhau. Hàm lượng anthocyanins có xu hướng tăng theo thời gian và tần số trích ly. Trong nghiên cứu này xác định tần số mixed frequencies cho hiệu quả trích ly anthocyanins cao nhất trên cả hai loại nguyên liệu; thời gian tối ưu cho quá trình trích ly anthocyanins bắp cải tím và rau dền đỏ lần lượt là 40 và 30 phút.



Hình 3. Ảnh hưởng của sóng siêu âm đến hàm lượng anthocyanin trích ly của rau dền đỏ trong dung môi: A (nước); B (cồn 30% v/v) và C (cồn 15% v/v)

Ghi chú: Các ký tự từ a-d thể hiện sự khác biệt ý nghĩa giữa các tần số sóng siêu âm trong cùng một thời gian trích ly, u-y thể hiện sự khác biệt ý nghĩa giữa các khoảng thời gian trích ly khác nhau khi xử lý cùng tần số sóng siêu âm. Phân tích ANOVA ở mức ý nghĩa 0,05 và kiểm định LSD.

4. KẾT LUẬN

Tần số sóng siêu âm có ảnh hưởng đến hiệu quả trích ly anthocyanins trên cả hai loại nguyên liệu bắp cải tím và rau dền tím. Trong đó, tần số mixed frequencies cho hiệu quả trích ly cao nhất.

Sự khác biệt về thời gian tối ưu cho quá trình trích ly anthocyanins trên cả hai loại nguyên liệu. Đối với bắp cải tím thời gian tối ưu cho quá trình là 40

phút, trong khi 30 phút là thời gian tối ưu cho quá trình khi trích ly của rau dền đỏ. Dung môi cồn 30% v/v có hiệu quả trong việc rút ngắn thời gian trích ly anthocyanins trên nguyên liệu bắp cải tím, ngược lại không có hiệu quả trên nguyên liệu rau dền đỏ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Amir, G., G. Moller, J. Powers and C. Nindo, 2013. Effect of ultrasound frequency on antioxidant

- activity, total phenolic and anthocyanin content of red raspberry puree. *Ultrasonics Sonochemistry*. 20: 1316–1323.
2. Cortez, R., Luna-Vital, D. A., Margulis, D., Gonzalez de Mejia, E., 2017. Natural Pigments: Stabilization Methods of Anthocyanins for Food Applications. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 16, 180–198. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12244>
3. Espada-Bellido, E., Ferreiro-González, M., Carrera, C., Palma, M., Barroso, C. G., Barbero, G. F., 2017. Optimization of the ultrasound-assisted extraction of anthocyanins and total phenolic compounds in mulberry (*Morus nigra*) pulp. *Food Chem.* 219, 23–32. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.122>
4. Huỳnh Thị Kim Cúc, Phạm Châu Quỳnh, Nguyễn Thị Lan, Trần Khôi Nguyên, 2004. Xác định hàm lượng anthocyanin trong một số nguyên liệu rau quả bằng phương pháp pH vi sai. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Đà Nẵng*, số 3(7), 47-54.
5. Kong, J. M., Chia, L. S., Goh, N. K., Chia, T. F., Brouillard, R., 2003. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry* 64, 923–933. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(03\)00438-2](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00438-2)
6. Lee, J., Durst, R. W., Wrolstad, R. E., 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. *J. AOAC Int.* 88, 1269–1278. <https://doi.org/10.1093/jaoac/88.5.1269>
7. Liobikas, J., Skemiene, K., Trumbeckaite, S., Borutaite, V., 2016. Anthocyanins in cardioprotection: A path through mitochondria. *Pharmacol. Res.* 113, 808–815. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2016.03.036>
8. Mane, S., Bremner, D. H., Tziboula-Clarke, A., Lemos, M. A., 2015. Effect of ultrasound on the extraction of total anthocyanins from Purple Majesty potato. *Ultrason. Sonochem.* 27, 509–514. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2015.06.021>
9. Martínez-Ramos, T., Benedito-Fort, J., Watson, N. J., Ruiz-López, I.I., Che-Galicia, G., Corona-Jiménez, E., 2020. Effect of solvent composition and its interaction with ultrasonic energy on the ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from Mango peels (*Mangifera indica* L.). *Food Bioprod. Process.* 122, 41–54. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.03.011>
10. Nguyễn Thị Lan và Lê Thị Lạc Quyên (2006). Nghiên cứu ảnh hưởng của hệ dung môi đến khả năng chiết tách chất màu anthocyanin có độ màu cao từ quả dâu Hội An. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Đà Nẵng*, 44, 71-76.
11. Rodsamran, P., Sothornvit, R., 2019. Extraction of phenolic compounds from lime peel waste using ultrasonic-assisted and microwave-assisted extractions. *Food Biosci.* 28, 66–73. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.01.017>
12. Shukla, V., Kandeepan, G., Vishnuraj, M.R., Soni, A., 2016. Anthocyanins based indicator sensor for intelligent packaging application. *Agric. Res.* 5, 205–209. <https://doi.org/10.1007/s40003-016-0211-0>
13. Sun, H., Li, C., Ni, Y., Yao, L., Jiang, H., Ren, X., Fu, Y., Zhao, C., 2019. Ultrasonic/microwave-assisted extraction of polysaccharides from *Camptotheca acuminata* fruits and its antitumor activity. *Carbohydr. Polym.* 206, 557–564. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.11.010>
14. Tao, Y., Sun, D. W., 2015. Enhancement of Food Processes by Ultrasound: A Review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 55, 570–594. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.667849>
15. Tao, Y., Wu, D., Zhang, Q. A., Sun, D. W., 2014. Ultrasound-assisted extraction of phenolics from wine lees: Modeling, optimization and stability of extracts during storage. *Ultrason. Sonochem.* 21, 706–715. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2013.09.005>
16. Wang, L., Li, T., Liu, F., Liu, D., Xu, Y., Yang, Y., Zhao, Y., Wei, H., 2019. Ultrasonic-assisted enzymatic extraction and characterization of polysaccharides from dandelion (*Taraxacum officinale*) leaves. *Int. J. Biol. Macromol.* 126, 846–856. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.12.232>
17. Yang, Y., Wang, Z., Hu, D., Xiao, K., Wu, J. Y., 2018. Efficient extraction of pectin from sisal waste by combined enzymatic and ultrasonic process. *Food Hydrocoll.* 79, 189–196. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.11.051>
18. Zhang, L., Fan, G., Khan, M. A., Yan, Z., Beta, T., 2020. Ultrasonic-assisted enzymatic extraction and identification of anthocyanin

components from mulberry wine residues. Food Chem. 323, 126714. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126714>.

19. Zhang, Y., Butelli, E., Martin, C., 2014. Engineering anthocyanin biosynthesis in plants. Curr. Opin. Plant Biol. 19, 81–90. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2014.05.011>.

20. Zhou, P., Wang, X., Liu, P., Huang, J., Wang, C., Pan, M., Kuang, Z., 2018. Enhanced phenolic compounds extraction from *Morus alba* L. leaves by deep eutectic solvents combined with ultrasonic-assisted extraction. Ind. Crops Prod. 120, 147–154. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.04.071>.

EFFECT OF ULTRASOUND ON ANTHOCYANINS CONTENT OF CRUDE EXTRACTION IN PURPLE CABBAGE (*Brassica oleracea* var. *capitata*) AND RED AMARANTH (*Amaranthus tricolor*)

Truong Van Xa, Nguyen Trung Truc, Huynh Thi Phuong Thao

Summary

Ultrasound assisted extraction of anthocyanins in purple cabbage and red amaranth was studied. This research was performed with the changes of ultrasonic frequency at 58 kHz, 132 kHz, 192 kHz and mixed frequencies; extraction times at 10, 20, 30, 40, 50 and 60 minutes respectively; and solvents such as distilled water, 30% and 15% alcohol v/v. The results showed that the mixed frequencies had the highest anthocyanins content in compared to among frequencies in both materials. The optimal extraction time for purple cabbage and red amaranth is 40 and 30 minutes, respectively. In addition, a 30% alcohol solvent was more effective for extracting anthocyanins in purple cabbage in compared to further solvents that were used in this experiment, whereas a distilled water shows efficacy on red amaranth materials. These results suggest that ultrasound can be used to improve the efficiency of anthocyanins in plant.

Keywords: *Ultrasound, anthocyanins, Brassica oleracea, Amaranthus tricolor.*

Người phản biện: PGS.TS. Hoàng Thị Lệ Hằng

Ngày nhận bài: 14/9/2020

Ngày thông qua phản biện: 15/10/2020

Ngày duyệt đăng: 22/10/2020