

Ảnh hưởng của điều kiện sấy đến chất lượng bột từ gạo Huyết Rồng (*Oryza sativa* L.)

Trần Chí Nhân^{1*}, Nguyễn Ngọc Hân¹, Võ Thị Hoàng Oanh¹, Phan Tấn Tài¹, Lê Uyển Nhi¹, Đỗ Thị Tuyền Nhung²

¹Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Đại học Cần Thơ, khu 2, đường 3/2, phường Ninh Kiều, TP Cần Thơ, Việt Nam

²Trường Đại học Kỹ thuật - Công nghệ Cần Thơ, 256 Nguyễn Văn Cừ, phường Cái Khế, TP Cần Thơ, Việt Nam

Ngày nhận bài 22/3/2024; ngày chuyển phản biện 26/3/2024; ngày nhận phản biện 12/4/2024; ngày chấp nhận đăng 16/4/2024

Tóm tắt:

Gạo Huyết Rồng, còn được biết là gạo đỏ, được đánh giá là một trong những giống gạo có giá trị dinh dưỡng đặc biệt cao. Hiện nay, nhu cầu sử dụng gạo đỏ dưới dạng bột ngày càng gia tăng, đặc biệt nhằm đa dạng hóa sản phẩm và nâng cao giá trị dinh dưỡng. Điểm nổi bật của gạo Huyết Rồng có chứa hoạt chất sinh học anthocyanin với tính chất chống oxy hóa mạnh và tiềm năng trong việc phòng ngừa, hỗ trợ điều trị ung thư, bệnh tim mạch cũng như nhiều bệnh lý khác. Nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định nhiệt độ sấy (60-80°C) và độ ẩm dừng (4-12%) trong quá trình chế biến nhằm duy trì hàm lượng anthocyanin cao và chất lượng tốt. Kết quả nghiên cứu cho thấy, bột gạo Huyết Rồng sấy ở 70°C và độ ẩm dừng 8% có khả năng duy trì được khoảng 25% hàm lượng anthocyanin (2,50 mg/100 g chb) so với hàm lượng anthocyanin ban đầu, sự trương nở (6,33 ml/g) và khả năng hòa tan (10,40%) tốt. Nghiên cứu này có ý nghĩa khoa học và thực tiễn quan trọng, góp phần định hướng ứng dụng bột gạo Huyết Rồng trong phát triển các sản phẩm thực phẩm chức năng và thực phẩm giàu giá trị dinh dưỡng.

Từ khóa: anthocyanin, bột gạo, độ ẩm dừng, gạo Huyết Rồng, sấy gạo.

Chỉ số phân loại: 2.10, 4.6

Effects of drying conditions on the quality of powder from Huyet Rong rice (*Oryza sativa* L.)

Chi Nhan Tran^{1*}, Ngoc Han Nguyen¹, Thi Hoang Oanh Vo¹, Tan Tai Phan¹, Uyen Nhi Le¹, Thi Tuyen Nhung Do²

¹Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University, Campus 2, 3/2 Street, Ninh Kieu Ward, Can Tho City, Vietnam

²Can Tho University of Technology, 256 Nguyen Van Cu Street, Cai Khe Ward, Can Tho City, Vietnam

Received 22 March 2024; revised 12 April 2024; accepted 16 April 2024

Abstract:

Huyet Rong (blood dragon) rice, also known as red rice, is widely regarded as one of the rice varieties with exceptionally high nutritional value. Currently, there is a rising demand for the use of red rice in powdered form, particularly to diversify and enhance the nutritional profile of food products. What makes Huyet Rong rice especially valuable is its content of bioactive anthocyanins with potent antioxidant properties and potential for the prevention and treatment of cancer, cardiovascular diseases, and other illnesses. This research was conducted to determine the drying temperature (60-80°C) and final moisture content (4-12%) during processing to maintain high levels of anthocyanin and good quality. The results indicated that huyet rong powder, dried at 70°C with a final moisture of 8%, retained about 25% of anthocyanin content (2.50 mg/100 g on a dry weight basis) compared to the initial anthocyanin content, expansion capacity (6.33 ml/g), and high water solubility capacity (10.40%). This study has significant scientific and practical value, contributing to the orientation of Huyet Rong powder application in the development of functional foods and nutritionally rich food products.

Keywords: anthocyanin, drying rice, final moisture, Huyet Rong rice, rice powder.

Classification numbers: 2.10, 4.6

*Tác giả liên hệ: Email: tcnhan@ctu.edu.vn

1. Đặt vấn đề

Gạo Huyết Rồng là giống lúa đặc sản, sinh trưởng và phát triển tốt tại vùng Đồng Tháp Mười. Gạo Huyết Rồng là loại gạo có giá trị dinh dưỡng cao, hạt màu đỏ nâu, bề mặt hạt gạo vẫn còn màu hồng bên trong, cơm ngon và có vị thơm [1]. Ngoài các thành phần chính như glucid, lipid và protein, gạo Huyết Rồng còn chứa các vitamin và khoáng chất. Gạo đỏ có nhiều lợi ích sức khỏe do hàm lượng chất xơ cao và đặc tính chống oxy hóa của nó có thể giúp giảm chỉ số đường huyết GI [2]. Đây là nguồn lương thực thay thế phù hợp cho chế độ ăn uống hằng ngày của bệnh nhân tiểu đường loại 2. Kết quả nghiên cứu công bố gần đây ghi nhận gạo Huyết Rồng có chứa 10,03 mg/100 g (cbk) anthocyanin và khi ngâm với nước (tỷ lệ 1:2) sau 12 giờ thì hàm lượng này có thể tăng lên 15,02 mg/100 g (cbk) [3]. Tuy nhiên, anthocyanin là hợp chất không ổn định và rất nhạy cảm với một số yếu tố như pH, nhiệt độ, ánh sáng, oxy, sự hiện diện của enzyme và các ion kim loại. Do đó, các công đoạn chế biến nhiệt như: hấp, sấy, chần..., các sản phẩm từ nguồn nguyên liệu này gặp nhiều khó khăn trong việc duy trì hàm lượng dinh dưỡng, đặc biệt là hàm lượng anthocyanin.

Trong những năm gần đây, người tiêu dùng ngày càng quan tâm đến sản phẩm gạo đỏ nói chung và gạo Huyết Rồng nói riêng, bởi giá trị dinh dưỡng mà loại thực phẩm này mang lại. Trong đó, sản phẩm bột gạo chiếm nhiều sự quan tâm của người tiêu dùng. Tuy nhiên, hiện nay việc sử dụng bột gạo chỉ dừng lại ở việc đa dạng hóa sản phẩm bằng việc kết hợp gạo với các loại bột khác như: hạt sen, yến mạch, đậu xanh... nhưng chưa thật sự quan tâm đến sự biến đổi chất lượng của gạo Huyết Rồng trong từng công đoạn chế biến; trong đó, công đoạn có tác động của nhiệt độ theo thời gian chế biến như quá trình sấy sẽ ảnh hưởng đáng kể đến sự hao hụt về các thành phần chất dinh dưỡng; đặc biệt là hàm lượng anthocyanin [4]. Do đó, hướng nghiên cứu tập trung xác định ảnh hưởng điều kiện sấy đến chất lượng bột từ gạo Huyết Rồng nhằm duy trì chất lượng bột gạo, cải thiện giá trị sản phẩm, đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của người tiêu dùng.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu

Gạo Huyết Rồng (trồng tại tỉnh Đồng Tháp) được thu mua và phân phối tại vừa gạo Nhi Ten, số 5, đường Châu Văn Liêm, phường Ninh Kiều, TP Cần Thơ.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Chuẩn bị mẫu thí nghiệm

Gạo Huyết Rồng sau khi thu mua được tiến hành loại bỏ các hạt có màu sắc kém đặc trưng, mọt, vỏ trấu và các tạp chất khác (nếu có).

Quy trình chế biến bột gạo Huyết Rồng: gạo Huyết Rồng → vo sạch → ngâm → làm ráo nước → hấp → sấy → xay mịn (kích thước lỗ rây 80 mesh) → bột gạo Huyết Rồng.

2.2.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với 2 nhân tố và 3 lần lặp lại. Nhân tố nhiệt độ sấy (60-80°C) và nhân tố độ ẩm dừng (4-12%). Tổng số mẫu: $3 \times 3 \times 3 = 27$ mẫu.

Gạo Huyết Rồng sau khi được vo sạch, ngâm với nước (tỷ lệ nguyên liệu:nước=1:2, trong 9 giờ ở nhiệt độ phòng) [3]. Sau khi ngâm gạo được vớt ra, làm ráo và được hấp trong 30 phút. Gạo Huyết Rồng sau khi hấp được trải đều trên 3 vỉ sấy, tiến hành sấy đối lưu (Memmert UF55, 53L, Đức) với 3 mức nhiệt độ 60, 70 và 80°C độ ẩm dừng thay đổi ở 3 mức 4, 8 và 12% ẩm. Theo dõi sau 30 phút, khi đạt độ ẩm khảo sát, tiến hành nghiền thành bột bằng máy nghiền khô Yamafuji 2500. Bột sau xay sẽ được rây qua thiết bị rây bột có kích thước lỗ lưới là 80 mesh. Bột gạo Huyết Rồng được đánh giá chất lượng thông qua các chỉ tiêu: hàm lượng anthocyanin, các thông số màu sắc, sự thoát ẩm, sự trương nở và khả năng hòa tan.

2.3. Phương pháp phân tích

Xác định hàm lượng anthocyanin bằng phương pháp pH vi sai [5].

Sự trương nở dựa trên phương pháp của J.A. Robertson và cs (2000) [6]. Cân 0,2 g mẫu khô (W) được trộn với 10 ml nước cất trong ống ly tâm 15 ml. Sau khi cân bằng ở nhiệt độ phòng trong 18 giờ. Ghi lại thể tích lắng chiếm bởi mẫu (V). Khả năng trương nở được tính theo công thức sau:

$$SC \text{ (ml/g)} = 100$$

Khả năng hòa tan theo phương pháp của R. Dong và cs (2020) [7]. Cân 0,1 g mẫu khô (W) được trộn với 5 ml nước cất trong ống ly tâm 15 ml. Sau đó, hỗn hợp được trộn ở 90°C trong 30 phút trong bể điều nhiệt (trộn 30 giây sau mỗi 5 phút) và ly tâm ở 3.000 vòng/phút trong 20 phút. Phần nổi được thu gom, sấy khô ở 105°C và cân khối lượng (W_1).

$$WS \text{ (%) } = 100$$

Giá trị (L^* , a^* , b^*) được áp dụng theo phương pháp đo màu CIELAB [8].

Độ ẩm dừng được xác định cụ thể như sau, mẫu phân tích được sấy theo nhiệt độ khảo sát, cứ 30 phút lấy mẫu xác định độ ẩm, quá trình lặp lại cho đến khi đạt được độ ẩm mong muốn.

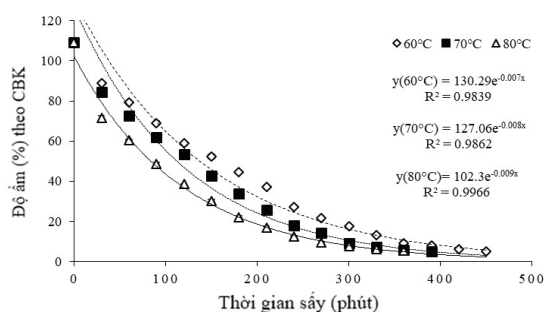
2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại. Các kết quả được thể hiện dưới dạng trung bình của 3 lần lặp lại $\pm$ độ lệch chuẩn. Kết quả được thống kê, phân tích phương sai, kiểm định LSD ở mức ý nghĩa 5% bằng chương trình Statgraphics Centurion 16.1. Số liệu biểu thị là giá trị trung bình của các nghiệm thức.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự thay đổi ẩm độ của gạo Huyết Rồng theo thời gian sấy

Đường cong giảm ẩm thể hiện trong hình 1 cho thấy, trong cùng một nhiệt độ sấy, thời gian sấy tỷ lệ nghịch với độ ẩm trong vật liệu sấy. Quá trình này có thể được giải thích là do khi sấy trong khoảng 60°C, khả năng di chuyển ẩm trong khối nguyên liệu chậm, khi tăng nhiệt độ sấy khả năng di chuyển ẩm tăng lên do đó tăng khả năng khuếch tán ẩm.



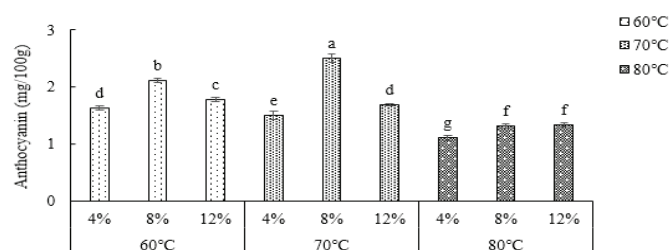
Hình 1. Đường cong sấy đối lưu (60, 70 và 80°C) của gạo Huyết Rồng.

Bên cạnh đó, cùng độ ẩm trong nguyên liệu thì nhiệt độ sấy càng cao sẽ rút ngắn thời gian sấy đáng kể. Kết quả cũng được ghi nhận tương tự khi sấy bột khoai lang ruột vàng [9], bột dinh dưỡng từ khoai lang tím kết hợp chuối xiêm [4]. Trong giai đoạn đầu của quá trình sấy, nước trong nguyên liệu chủ yếu là nước tự do nên dễ bay hơi; càng về cuối quá trình sấy nước trong nguyên liệu chủ yếu là nước liên kết khó bay hơi. Khi sấy sản phẩm ở 60 phút đầu, ẩm bốc hơi nhanh; trung bình khi sấy ở 60, 70 và 80°C có thể tách ẩm lần lượt 8,0; 10,1 và 14,5%. Kết quả được ghi nhận tương tự trong khoảng 200 phút đầu, đây chính là giai đoạn sấy đẳng tốc và độ ẩm giảm nhanh chóng từ 50% xuống gần 15%; giai đoạn sấy tiếp theo là giai đoạn giảm tốc, hàm lượng ẩm tự do còn lại trong nguyên liệu rất thấp, chính vì thế cần rất nhiều thời gian để đưa từ 12% về 4% ẩm; cụ thể, 60°C (150 phút), 70°C (120 phút) và 80°C (110 phút). Để lựa chọn được điều kiện sấy phù hợp (nhiệt độ, thời gian), các chỉ tiêu liên quan đến chất lượng của gạo Huyết Rồng cần được theo dõi.

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ và độ ẩm dừng đến sự thay đổi anthocyanin của gạo Huyết Rồng

Hàm lượng anthocyanin tại nhiệt độ sấy và độ ẩm dừng khác nhau được trình bày ở hình 2. Nhiệt độ sấy và độ ẩm dừng trong bột gạo Huyết Rồng đều ảnh hưởng trực tiếp đến hàm lượng anthocyanin, nhiệt độ sấy nguyên liệu càng cao thì sự suy giảm anthocyanin càng nhiều. Thông qua kết quả trình bày ở hình 2 cho thấy, sấy 70°C đến độ ẩm dừng 8% là thông số thích hợp để thu được lượng anthocyanin cao nhất (2,505 mg/100 g cbk) và thấp nhất ở 80°C đến 4% ẩm (1,102 mg/100 g). Nhiệt độ sấy thực phẩm phù hợp nhằm duy trì hàm lượng anthocyanin cao là khoảng 60-70°C. Ở nhiệt độ cao hơn, anthocyanin dễ dàng bị phân hủy trong quá trình xử lý nhiệt. Do đó, sự giảm tổng lượng anthocyanin khi tăng nhiệt độ sấy trong khoảng 70-80°C. Ở nhiệt độ 60°C, lượng anthocyanin tổng số thấp hơn ở 70°C. Điều này có thể là kết quả của quá trình xử lý nhiệt kéo dài, vách và màng tế bào bị phá vỡ, polyphenol trong dịch trích tăng thông qua quá trình sấy. Kết quả từ nghiên cứu này tương tự với một số kết quả nghiên cứu trước đây đã ghi nhận nhiệt độ là yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến hàm lượng anthocyanin trong nguyên liệu [10]. Ngoài ra, nghiên cứu của N.D. Tan và cs 2019 [4] cũng xác định sấy bột khoai lang tím ở 70°C duy trì hàm lượng anthocyanin ở mức cao (0,183%).

Ở nhiệt độ sấy không đổi, hàm lượng anthocyanin tăng khi độ ẩm dừng đạt 8% so với độ ẩm dừng 12%. Anthocyanin là hợp chất hòa tan trong nước, vì vậy, có thể một lượng anthocyanin đã được hòa tan trong độ ẩm của mẫu. Do đó, anthocyanin trong bột gạo với độ ẩm thấp hơn có thể được chiết xuất cao hơn nhiều bằng

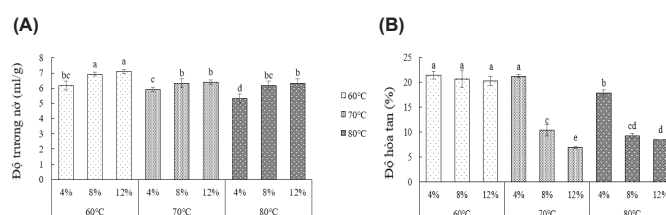


Hình 2. Ảnh hưởng nhiệt độ sấy và độ ẩm dừng đến hàm lượng anthocyanin của bột gạo Huyết Rồng. Dữ liệu được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn của 3 lần lặp lại. Các trung bình nghiệm thức có cùng chữ cái đi kèm trong đồ thị thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p \leq 0,05$).

phương pháp trình bày. Độ ẩm nguyên liệu sau sấy 8% ẩm không chỉ thu được hàm lượng anthocyanin cao trong bột mà còn ít tổn thất anthocyanin trong quá trình gia nhiệt khi so với bột có độ ẩm 4 và 12%. Việc giảm độ ẩm nguyên liệu xuống 4% rất khó khăn và phải kéo dài thời gian sấy, anthocyanin sẽ bị phân hủy; đồng thời, năng lượng tiêu tốn tăng, hiệu quả kinh tế giảm.

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ và độ ẩm dừng đến độ trương nở và khả năng hòa tan của gạo Huyết Rồng

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ và độ ẩm bột đến khả năng trương nở trình bày ở hình 3.



Hình 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy và độ ẩm dừng đến độ trương nở (ml/g) (A) và độ hòa tan (%) (B). Dữ liệu được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn của 3 lần lặp lại. Các trung bình nghiệm thức có cùng chữ cái đi kèm trong đồ thị thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p \leq 0,05$).

Kết quả ở hình 3A cho thấy, độ trương nở tăng theo độ ẩm từ 4 đến 12% ẩm tại cùng giá trị nhiệt độ; độ trương nở tăng mạnh từ 6,17 đến 7,08 ml/g (ở 60°C); 5,92 đến 6,40 ml/g (ở 70°C) và 5,33 đến 6,33 ml/g (ở 80°C). Mặt khác, khi tăng nhiệt độ từ 60 đến 80°C tại cùng giá trị độ ẩm dừng thì sự trương nở của bột gạo giảm. Ngoài ra, khả năng trương nở tỷ lệ thuận với chỉ số hấp thụ nước [11]. Nhiệt độ sấy tăng, phản ứng Maillard xảy ra mạnh hơn, hàm lượng chất xơ không hòa tan giảm dẫn đến giảm khả năng hấp thụ nước của mẫu [11], đồng thời khi độ ẩm tăng thì khả năng hấp thụ nước tăng [12].

Khả năng trương nở và độ hòa tan còn bị ảnh hưởng bởi tỷ lệ amylose/amylopectin và kích thước hạt. Khả năng trương nở tỷ lệ nghịch với hàm lượng amylopectin, trong khi độ hòa tan lại tỷ lệ nghịch với hàm lượng amylose [13]. Bên cạnh đó, hàm lượng amylose tăng theo nhiệt độ sấy [14], như vậy, khi nhiệt độ sấy tăng thì độ hòa tan giảm. Kết quả nghiên cứu này hoàn toàn phù hợp với các nhận định trên. Cụ thể, đối với mẫu có độ ẩm 4%, khi sấy ở 60, 70 và 80°C thì khả năng hòa tan giảm lần lượt là 21,39; 21,16 và 17,78%. Mặt khác, tại cùng một thông số nhiệt độ, khi độ ẩm tăng, độ hòa tan lại giảm.

Mặt khác, hình 3B còn cho thấy, ở độ ẩm thấp (4%) có khả năng hòa tan tốt hơn độ ẩm 12% ở cùng nhiệt độ, có khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với điều kiện sấy ở nhiệt độ 70 và 80°C. Tuy nhiên, ở nhiệt độ 60°C khả năng hòa tan ở độ ẩm 4% khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) so với độ ẩm 8 và 12%. Cụ thể, khả năng hòa tan đạt giá trị cao nhất 21,39% khi sấy ở nhiệt độ 60°C, độ ẩm dừng là 4% và thấp nhất ở nhiệt độ 70°C, độ ẩm dừng 12% là 6,92%.

3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ và độ ẩm dừng đến các thông số màu sắc của gạo Huyết Rồng theo thời gian sấy

Ảnh hưởng của nhiệt độ và độ ẩm dừng đến các thông số màu sắc của gạo Huyết Rồng theo thời gian sấy được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ và độ ẩm dừng đến màu sắc của bột gạo Huyết Rồng.

Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm (%)	L*	a*	b*
60°C	4	69,56±0,15 ^{ab}	9,42±0,11 ^{abc}	8,2±0,15 ^{acd}
	8	67,91±0,27 ^c	9,67±0,09 ^c	8,05±0,07 ^d
	12	67,15±0,49 ^d	10,94±0,05 ^a	9,14±0,10 ^a
70°C	4	72,66±0,20 ^a	9,5±0,21 ^{abc}	8,81±0,20 ^b
	8	69,11±0,36 ^b	9,5±0,20 ^{abc}	8,1±0,10 ^d
	12	66,71±0,15 ^d	10,37±0,11 ^b	8,45±0,37 ^c
80°C	4	72,92±0,21 ^a	9,41±0,08 ^c	8,45±0,19 ^c
	8	69,23±0,49 ^b	9,63±0,10 ^{cd}	8,5±0,16 ^c
	12	64,79±0,24 ^c	10,5±0,08 ^b	8,9±0,04 ^{ab}

Ghi chú: *trung bình±STDEV (n=3). Các giá trị trung bình có cùng chữ cái đi kèm trong cùng một cột thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%.

Kết quả ở bảng 1 đã ghi nhận màu đỏ (giá trị a*) thể hiện tốt ở 12% ẩm tại cả 3 mức nhiệt độ khảo sát, trong đó ở nhiệt độ sấy 60°C đạt giá trị a* cao nhất (10,94). Từ số liệu bảng 1 chỉ ra, khi sấy sản phẩm ở các mức nhiệt độ (60, 70, 80°C) và độ ẩm dừng khác nhau (4, 8, 12%) thì màu sắc (L*, a*, b*) của sản phẩm khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p \leq 0,05$). Nhìn chung, khi độ ẩm dừng càng thấp, thời gian sấy dài thì L*, b* tăng, a* giảm làm sản phẩm sáng màu hơn.

Như vậy, bên cạnh khả năng duy trì các hợp chất có hoạt tính sinh học, đặc tính hóa lý phù hợp của gạo Huyết Rồng sau khi xử lý ở các điều kiện khác nhau, các thông số màu sắc cũng là một trong những chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng sản phẩm cuối cùng. Ngoài anthocyanin, thì proanthocyanidin thường được quan sát thấy trong trái cây và ngũ cốc có màu từ đỏ hồng đậm đến đỏ nhạt, là chất quyết định chính màu đỏ nâu của sản phẩm bột. Bởi vì, gạo đỏ đặc trưng bởi một lượng lớn procyanidin oligomeric chiếm 60%, còn anthocyanin và các hợp chất khác chiếm lượng ít hơn nhiều ở mức <9% [15], nên sản phẩm mong muốn có khả năng giữ được sắc tố đỏ càng nhiều càng tốt. Tuy nhiên, sắc tố anthocyanin kém bền ở nhiệt độ cao. Nhiệt độ trên 70°C sẽ gây ra sự phân hủy và mất màu anthocyanin nhanh [16]. Đôi khi nhiệt độ tăng còn dẫn đến phản ứng Maillard của các đường (đặc biệt khi có mặt oxy), làm anthocyanin hóa nâu. Đồng thời, anthocyanin còn là sắc tố hòa tan trong nước; thế nên, khi giảm ẩm càng nhiều thì việc thất thoát anthocyanin càng nhiều.

4. Kết luận

Gạo Huyết Rồng có hàm lượng dinh dưỡng cao và cân đối, chứa nhiều hợp chất có hoạt tính sinh học cao như anthocyanin. Để nâng cao chất lượng dinh dưỡng, cải thiện được khả năng trương nở, hòa tan của bột từ gạo Huyết Rồng, điều kiện sấy ở 70°C và độ ẩm dừng 8% được cho là thông số phù hợp với độ trương nở (6,33 ml/g), khả năng hòa tan tốt (10,40%), hàm lượng anthocyanin (2,50 mg/100 g cbk). Kết quả này là tiền đề cho việc đa dạng hóa các sản phẩm từ gạo Huyết Rồng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] T.H. Phuc, H.Q. Tin, T.H. Quyen, et al. (2016), "Rehabilitation of Huyet Rong rice variety in Vinh Hung district, Long An province", *Vietnam Journal of Science and Technology - MOST*, **58(3)**, pp.6-10 (in Vietnamese).
- [2] G.M. Somaratne, B.D.R. Prasantha, G.R. Dunuwila, et al. (2017), "Effect of polishing on glycemic index and antioxidant properties of red and white basmati rice", *Food Chemistry*, **237**, pp.716-723, DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.06.002.
- [3] N.N. Han, P.T. Tai, V.T.H. Oanh, et al. (2023), "Factors affecting the soaking and kneading process on the anthocyanin content and texture properties in the fresh noodle in addition to Huyet Rong rice", *TNU Journal of Science and Technology*, **228(13)**, pp.82-89 (in Vietnamese).
- [4] N.D. Tan, T.P. Lan, N.T.H. Dung, et al. (2019), "Study on processing of nutritional powder from purple sweet potato and banana", *Journal of Food and Nutrition Sciences*, **15(1)**, pp.39-48 (in Vietnamese).
- [5] M.M. Giusti, R.E. Wrolstad (2001), "Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy", *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, **1**, pp.1-6, DOI: 10.1002/0471709085.ch18.
- [6] J.A. Robertson, F.D.D. Monredon, P. Dysseleer, et al. (2000), "Hydration properties of dietary fibre and resistant starch: A European collaborative study", *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, **33(2)**, pp.72-79.
- [7] R. Dong, Q. Yu, Y. Bai, et al. (2020), "Towards superior lubricity and anticorrosion performances of proton-type ionic liquids additives for water-based lubricating fluids", *Chemical Engineering Journal*, **383**, DOI: 10.1016/j.cej.2019.123201.
- [8] M.E. Camire, A. Chaovanalikit, M.P. Dougherty, et al. (2002), "Blueberry and grape anthocyanin as breakfast cereal colorants", *Journal of Food Science*, **67(1)**, pp.438-441, DOI: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb11425.x.
- [9] D.T.B. Phuong, H.Q. Binh (2021), "Research on processing nutritional powder from yellow-flesh sweet potatoes", *Journal of Science Technology and Food*, **21(2)**, pp.152-161 (in Vietnamese).
- [10] S. Charnmongkolpradit, T. Somboon, R. Phatchana, et al. (2021), "Influence of drying temperature on anthocyanin and moisture contents in purple waxy corn kernel using a tunnel dryer", *Case Studies in Thermal Engineering*, DOI: 10.1016/j.csite.2021.100886.
- [11] N.Q. Vinh, M.T.H. Anh (2018), "Condition for production of Dalat persimmon powder (*Diospyros kaki*. T)", *Hue University Journal of Science Agriculture and Rural Development*, **127(3A)**, pp.173-184, DOI: 10.26459/hueuni-jard.v127i3A.4539 (in Vietnamese).
- [12] P. Gulati, S.A. Weier, D. Santra, et al. (2016), "Effects of feed moisture and extruder screw speed and temperature on physical characteristics and antioxidant activity of extruded proso millet (*Panicum miliaceum*) flour", *International Journal of Food Science and Technology*, **51(1)**, pp.114-122, DOI: 10.1111/ijfs.12974.
- [13] C. Wheatley, G. Cuzel, N. Zakhia (2003), "Cassava: The nature of the tuber", *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, Academic Press, pp.964-969.
- [14] P. Correia, M.L. Beirão-da-Costa (2012), "Effect of drying temperatures on starch-related functional and thermal properties of chestnut flours", *Food and Bioprocess Processing*, **90(2)**, pp.284-294, DOI: 10.1016/j.fbp.2011.06.008.
- [15] G.P. Caro, G. Cros, T. Yokota et al. (2013), "Phytochemical profiles of black, red, brown, and white rice from the Camargue region of France", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **61(33)**, pp.7976-7986, DOI: 10.1021/jf401937b.
- [16] A. Kirca, M. Özkan, B. Cemeroglu (2003), "Thermal stability of black carrot anthocyanins in blond orange juice", *Journal of Food Quality*, DOI: 10.1111/j.1745-4557.2003.tb00252.x.