

FACTORS AFFECTING TO THE SOAKING AND KNEADING PROCESS ON THE ANTHOCYANIN CONTENT AND TEXTURE PROPERTIES IN THE FRESH NOODLE IN ADDITION OF HUYET RONG RICE

Nguyen Ngoc Han¹, Phan Tan Tai¹, Vo Thi Hoang Oanh¹,
 Nguyen Nhat Minh Phuong¹, Do Thi Tuyet Nhung², Tran Chi Nhan^{1*}

¹Institute of Food and Biotechnology - Can Tho University, ²Can Tho University of Technology

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 05/7/2023	Noodle in addition of huyet rong rice is one type of colored noodle that uses huyet rong rice as an ingredient, which contains antioxidant activity. The utilization of huyet rong rice in Vietnam is still limited, mainly as a substitute for white rice. Hence, this study focused on investigating the effects of temperature (ambient temperature and 6°C), soaking time (3-12 hours), and the ratio of pre-gelatinized rice flour (6-12%) during the kneading process on the anthocyanin content as well as the texture and organoleptic quality of the product. The results showed that a combined soaking condition (9 hours at room temperature) and the addition of 10% pre-gelatinized rice flour during the kneading process yielded a good texture, including hardness (44.70 g), cohesiveness (0.39), adhesiveness (-8.90 g.s), springiness (0.71 g), gumminess (17.30 g), and chewiness (12.18 g), along with the highest retained anthocyanin content (3.21 mg/100g). Additionally, the obtained product had a good sensorial evaluation.
Revised: 17/7//2023	
Published: 17/7/2023	
KEYWORDS	
Anthocyanin	
Gelatinized flour	
Fresh vermicelli	
Huyet rong rice	
Soaking	

CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG CỦA QUÁ TRÌNH NGÂM VÀ NHÀO ĐẾN HÀM LƯỢNG ANTHOCYANIN VÀ ĐẶC TÍNH CẤU TRÚC BÚN TƯƠI BỔ SUNG GẠO HUYẾT RỒNG

Nguyễn Ngọc Hân¹, Phan Tấn Tài¹, Võ Thị Hoàng Oanh¹,
 Nguyễn Nhật Minh Phương¹, Đỗ Thị Tuyết Nhung², Trần Chí Nhân^{1*}

¹Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm – Trường Đại học Cần Thơ

²Trường Đại học Kỹ thuật – Công nghệ Cần Thơ

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 05/7/2023	Bún tươi bổ sung gạo huyết rồng là một trong những loại bún màu sử dụng gạo huyết rồng như nguyên liệu chứa hoạt chất có hoạt tính chống oxy hóa. Việc sử dụng gạo huyết rồng ở Việt Nam rất hạn chế, chỉ dùng để thay thế gạo trắng. Do đó, nghiên cứu này tập trung khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ (nhiệt độ môi trường và 6°C), thời gian ngâm (3 – 12 giờ), tỷ lệ lượng bột gạo đã hồ hóa (6 - 12%) tại công đoạn nhào trộn đến hàm lượng anthocyanin, cũng như cấu trúc và chất lượng cảm quan của sản phẩm. Kết quả cho thấy điều kiện ngâm kết hợp (9 giờ ở nhiệt độ phòng) và 10% bột gạo hồ hóa bổ sung vào công đoạn nhào sẽ cho cấu trúc tốt gồm: độ cứng (44,70 g), độ co kết (0,39), độ dính bề mặt (-8,90 g.s), độ đàn hồi (0,71 g), độ dẻo (17,30 g), độ dai (12,18 g) và khả năng duy trì được anthocyanin cao nhất (3,21 mg/100g). Đồng thời, sản phẩm thu được có giá trị cảm quan cao.
Ngày hoàn thiện: 17/7//2023	
Ngày đăng: 17/7/2023	
TỪ KHÓA	
Anthocyanin	
Bột hồ hóa	
Bún tươi	
Gạo huyết rồng	
Ngâm	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.8277>

* Corresponding author. Email: tcnhan@ctu.edu.vn

1. Giới thiệu

Trong những năm gần đây, nhu cầu về thực phẩm chức năng tăng cao. Người tiêu dùng ngày càng quan tâm các loại thực phẩm có khả năng ngăn ngừa và giảm thiểu sự xuất hiện của các bệnh thoái hóa. Nhiều nghiên cứu trên thực phẩm đã được tiến hành để tăng hàm lượng chất xơ, các hợp chất có hoạt tính sinh học, tinh bột kháng và protein cũng trở thành một trong những giải pháp để giảm nguy cơ các bệnh viêm nhiễm [1]. Trong số đó, bún gạo màu được coi là một lựa chọn hợp lý cho những ai muốn duy trì một chế độ ăn uống lành mạnh và tăng cường sức khỏe. Nhiều hợp chất có lợi ở sắc tố được chứng minh là có hoạt động sinh học như hàm lượng phenolic tổng (TPC), flavonoids, γ -aminobutyric axit (GABA), α -tocopherol và γ -tocopherol [2]. Gạo màu cũng được biết đến là loại thực phẩm chứa hàm lượng anthocyanins và proanthocyanidins cao [3], [4]. Theo đó, hợp chất cyanidin-3-O-glucoside là thành phần chính chiếm tới 95% tổng hàm lượng anthocyanin (cyanidin 3-O-glucoside, peonidin 3-O-glucoside, malvidin 3-O-glucoside, pelargonidin 3-O-glucoside và delphinidin 3-O-glucoside) [5].

Gạo huyết rồng là một loại gạo đỏ truyền thống chủ yếu trồng tại vùng đất Đồng Tháp Mười và một số huyện tại tỉnh Long An [6]. Trong gạo huyết rồng có chứa nhiều hợp chất chống oxy hóa rất tốt cho sức khỏe. Đặc biệt, có chứa anthocyanin là chất phytochemical và chất chống oxy hóa mạnh. Bên cạnh đó, sắc tố này khi kết hợp với các flavonoid khác, có liên quan đến việc giảm tỷ lệ mắc bệnh và mức độ nghiêm trọng của nhiều bệnh không lây nhiễm, bao gồm tiểu đường, bệnh tim mạch và một số bệnh ung thư [7], [8].

Tuy nhiên, ở Việt Nam, phần lớn gạo huyết rồng chỉ dừng lại ở việc thay thế gạo trắng và các sản phẩm từ nguồn nguyên liệu này chưa được đa dạng hóa nhằm đáp ứng nhu cầu của người tiêu dùng, giá trị thương phẩm chưa cao. Điều này là một tiềm năng đáng kể để phát triển một sản phẩm mới từ gạo huyết rồng. Chất lượng bún gạo liên quan đến các tính chất hóa lý của bột gạo. Tinh bột là thành phần chính của gạo. Trong đó, hàm lượng amylose trong tinh bột có liên quan chặt chẽ đến chất lượng của bún gạo. Hàm lượng amylose phù hợp cho việc chế biến bún gạo tươi trong khoảng từ 22,2–26,9% [9]. Việc sử dụng gạo có hàm lượng amylose trong khoảng từ 20-25% là cần thiết cho sản xuất bún gạo [10]. Gạo huyết rồng có hàm lượng amylose 14-15,5% [6] được xem là không phù hợp chế biến bún gạo. Dù vậy, một số nghiên cứu đã công bố quá trình hồ hóa làm tăng liên kết các hạt bột và cải thiện chất lượng bún [11]-[13]. Phù hợp với phương pháp này, việc sử dụng tinh bột tiền hồ hóa thu được bằng các bước gia nhiệt và làm mát liên tiếp, đưa đến sự thoái hóa tinh bột, được đề xuất mang lại khối pasta tương tự như khối pasta từ bột mì [14], [15]. Trong một nghiên cứu khác, quá trình ngâm gạo được cho là cải thiện thành phần dinh dưỡng và chất lượng cảm quan; đặc biệt liên quan đến cấu trúc sản phẩm, đồng thời rút ngắn thời gian nấu so với mẫu gạo không ngâm [16]. Ngoài ra, quá trình chế biến bún từ gạo huyết rồng còn xem xét đến tính ổn định của anthocyanin. Sắc tố này hòa tan trong nước ở công đoạn ngâm [17] và dễ phân hủy ở giai đoạn xử lý nhiệt, tác động đáng kể đến chất lượng màu sắc và chất dinh dưỡng [18].

Do đó, hướng nghiên cứu “Khảo sát yếu tố ảnh hưởng của quá trình ngâm và nhào đến hàm lượng anthocyanin và đặc tính cấu trúc trong quy trình sản xuất bún tươi bổ sung gạo huyết rồng” có ý nghĩa thực tiễn, đáp ứng nhu cầu người tiêu dùng nhằm lựa chọn, thay thế các sản phẩm thực phẩm tiện lợi, có khả năng hỗ trợ sức khỏe.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Gạo huyết rồng và gạo ham châu (trồng tại tỉnh Đồng Tháp) được thu mua tại vụ gạo Nhi Ten, số 5, đường Châu Văn Liêm, phường Tân An, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Chuẩn bị mẫu thí nghiệm

Gạo hàm châu và gạo huyết rồng sau khi thu mua được tiến hành loại bỏ các hạt có màu sắc kém đặc trưng, mốc, vỏ trấu và các tạp chất khác (nếu có). Ngoài ra, nguyên liệu có mùi lạ cũng không được lựa chọn trong thí nghiệm. Nguyên liệu (200g) được vo sạch bằng nước máy, để ráo nước trước khi tiến hành thí nghiệm.

2.2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm

2.2.2.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ngâm đến giá trị dinh dưỡng của gạo huyết rồng

Gạo huyết rồng được chuẩn bị tương tự ở mục 2.2.1, tiến hành ngâm trong nước máy theo tỷ lệ 1:2; nhiệt độ ngâm (nhiệt độ phòng và 6°C) và thời gian ngâm (3, 6, 9 và 12 giờ) là nhân tố khảo sát. Gạo sau khi ngâm được để ráo, tiến hành phân tích các chỉ tiêu như: khả năng hấp thụ nước, chất rắn hòa tan trong nước, hàm lượng anthocyanin nhằm tìm ra điều kiện ngâm phù hợp.

2.2.2.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ (%) bột đã hồ hóa bổ sung tại công đoạn nhào bột đến giá trị dinh dưỡng và đặc tính cấu trúc bún tươi từ gạo huyết rồng

Hỗn hợp gạo (huyết rồng 40% và hàm châu 60%) sau khi được chuẩn bị tương tự mục 2.2.1 và ngâm trong điều kiện được chọn ở mục 2.2.2.1. Sau khi ngâm, gạo được nghiền với nước theo tỉ lệ 1:2, lọc qua rây 100 mesh và làm ráo. Sau đó, hỗn hợp được chia làm hai phần, một phần đem hồ hóa hoàn toàn bằng cách hấp chín trong 10 phút. Phần bột vừa được hồ hóa bổ sung vào phần bột còn lại (chưa được hấp chín) với tỷ lệ (6, 8, 10 và 12%) là nhân tố khảo sát, tiến hành nhào bột đến khi đồng nhất hoàn toàn. Khối bột nhào được thiết bị tạo sợi chuyên dụng, sợi bún được luộc 1 phút trong nước sôi. Sợi bún sau khi luộc được vớt ra và làm nguội ngay bằng nước sạch. Bún tươi sau khi làm nguội được làm ráo và để ổn định trong 1 giờ trước khi tiến hành phân tích các chỉ tiêu về màu sắc, cấu trúc, hàm lượng anthocyanin và đánh giá cảm quan nhằm chọn ra được tỷ lệ (%) bột đã hồ hóa bổ sung phù hợp.

2.3. Phương pháp phân tích

Hàm lượng ẩm % (AOAC 950.46); giá trị (L^* , a^* , b^*) được áp dụng theo phương pháp đo màu CIELAB [19]; cấu trúc thực phẩm được đo bằng máy đo cấu trúc TPA TA-Xtplus (UK) thông qua các thông số độ cứng, độ đàn hồi, độ dai và độ co kết [20]; khả năng hấp thụ nước và chất rắn hòa tan được xác định theo phương pháp của Sivakamasundari và cộng sự (2020) [21]; xác định hàm lượng anthocyanin bằng phương pháp pH vi sai [22]. Mẫu được đánh giá cảm quan theo mức độ yêu thích sản phẩm với 10 cảm quan viên. Phương pháp cảm quan được sử dụng là phương pháp cho điểm thị hiếu [23].

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

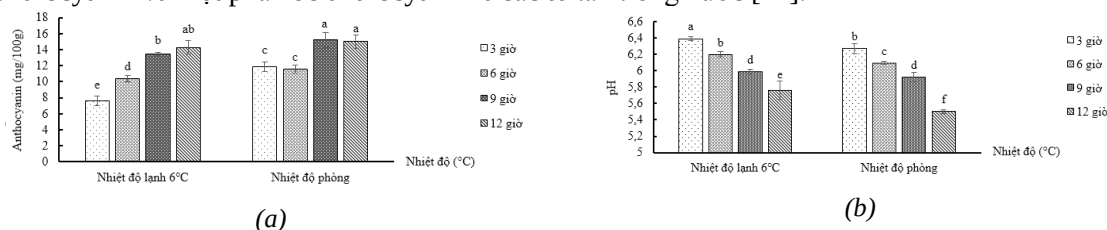
Thí nghiệm được bố trí với 3 lần lặp lại. Các kết quả được thể hiện dưới dạng trung bình của 3 lần lặp lại $\pm$ độ lệch chuẩn. Kết quả được thống kê, phân tích phương sai, kiểm định LSD ở mức ý nghĩa 5% bằng chương trình Statgraphics Centurion 16.1. Số liệu biểu thị là giá trị trung bình của các nghiệm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

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ngâm đến giá trị dinh dưỡng của gạo huyết rồng

Kết quả phân tích ở Hình 1a cho thấy hàm lượng anthocyanin tăng dần trong quá trình ngâm và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) giữa các nghiệm thức. Nguyên liệu gạo huyết rồng chưa ngâm có hàm lượng anthocyanin đạt 10,03 mg/100g. Hàm lượng anthocyanin tăng sau quá trình ngâm ở nhiệt độ phòng lần lượt là 11,85 mg/100g (3 giờ), 11,61 mg/100g (6 giờ), 15,23 mg/100g (9 giờ) và 15,02 mg/100g (12 giờ). Ở điều kiện nhiệt độ lạnh (6°C), trong 3 giờ ngâm đầu có sự giảm đáng kể sau quá trình ngâm là 2,39 mg/100g giảm gần 24% so với nguyên liệu ban đầu. Tuy nhiên, mẫu ngâm từ 6-12 giờ có xu hướng tăng như ở điều kiện thường và đạt hàm lượng anthocyanin cao nhất là 14,35mg/100g (12 giờ). Nguyên nhân dẫn đến sự tăng hàm lượng

anthocyanin trong quá trình ngâm có thể do sự hiện diện của enzyme phenylalanine ammonia-lyase (PAL), là một loại enzyme quan trọng được tìm thấy trong thực vật và sự hiện diện của enzyme trong gạo cho phép chuyển đổi phenylalanine thành axit trans-cinnamic, là tiền chất để sinh tổng hợp các hợp chất phenolic khác nhau, bao gồm cả anthocyanin [24], [25]. Bên cạnh đó, sự hiện diện của enzyme này được cho là làm tăng hàm lượng anthocyanin ở gạo cẩm, arabidopsis và khoai lang tím ở giai đoạn nảy mầm [26], [27]. Trong khi đó, một kết quả nghiên cứu khác ngược lại với xu hướng này là anthocyanin giảm dần trong quá trình ngâm gạo cẩm [27]. Ngoài ra, anthocyanin được cho là ổn định hơn trong môi trường pH thấp (điều kiện có tính axit), tạo ra sắc tố đỏ [28]. Trong quá trình ngâm sẽ dẫn đến pH nước ngâm giảm (Hình 1b) và dao động trong khoảng 6,39-5,50, gạo bị chua có thể do quá trình lên men. Sự hiện diện của các chủng nấm men *Saccharomyces uvarum*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Leuconostoc mesenteroides*,... trong nước ngâm tham gia vào quá trình lên men, tạo ra axit hữu cơ góp phần giảm pH trong quá trình ngâm [16]. Bên cạnh đó, mặc dù việc sinh tổng hợp anthocyanin thường liên quan đến sự gia tăng hoạt động PAL; trong một vài trường hợp, hoạt động của PAL không ảnh hưởng đến quá trình sinh tổng hợp anthocyanin [29], [30], thay vào đó PAL sẽ hoạt động theo con đường sinh tổng hợp các chất khác như axit chlorogen, coumarin và lignin [30]. Trong mẫu 3 giờ ở nhiệt độ thấp có hàm lượng anthocyanin giảm có thể là enzyme PAL không hoạt động theo con đường tổng hợp anthocyanin và một phần do anthocyanin là sắc tố tan trong nước [17].



Hình 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ngâm đến (a): hàm lượng anthocyanin trong gạo huyết rồng (b): pH nước ngâm gạo

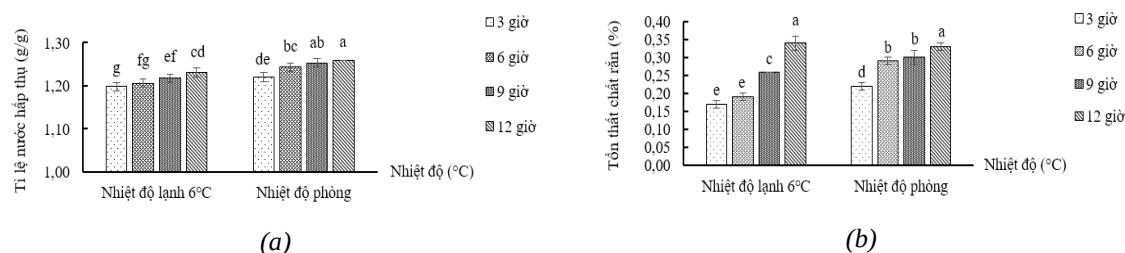
(Ghi chú: Dữ liệu được trình bày dưới dạng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn của 3 lần lặp lại. Các trung bình nghiệm thức có cùng chữ cái đi kèm trong đồ thị thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$))

Kết quả được trình bày ở Hình 2a cho thấy tỉ lệ hấp thụ nước tăng dần theo thời gian ngâm và dao động trong khoảng 1,20-1,26 g/g. Đồng thời, nhiệt độ ngâm cũng ảnh hưởng trực tiếp đến tỉ lệ hấp thụ nước trong quá trình ngâm và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) giữa các nghiệm thức có cùng thời gian ngâm ở nhiệt độ ngâm khác nhau. Thật vậy, ngâm là có thể xem như quá trình hấp thụ nước chậm vào trong hạt và được điều chỉnh bởi sự khuếch tán, động lực của quá trình này là do chênh lệch nồng độ [31]. Ngâm nước ấm là một phương pháp thông thường để rút ngắn thời gian ngâm, vì tăng nhiệt độ làm tăng tốc độ hấp thụ nước. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, nhiệt độ ngâm thấp được khuyến nghị để giảm thiểu vỡ hạt và sự thất thoát chất rắn sau đó [32].

Thời gian ngâm càng dài thì lượng tổn thất chất rắn càng tăng (Hình 2b). Tương tự như tỉ lệ hấp thụ nước, tỷ lệ thất thoát chất rắn khi ngâm trong điều kiện nhiệt độ 6°C thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nhiệt độ phòng ở cùng thời gian ngâm và đạt giá trị cao nhất sau 12 giờ ngâm trong điều kiện nhiệt độ phòng. Cụ thể, ở điều kiện nhiệt độ phòng, lượng chất rắn thất thoát ở 3, 6, 9 và 12 giờ lần lượt là 0,22, 0,29, 0,30 và 0,33%. Kết quả ghi nhận lượng chất rắn thất thoát thấp hơn ($p < 0,05$) khi ngâm ở nhiệt độ 6°C trong 3, 6, 9, và 12 giờ lần lượt là 0,17, 0,19, 0,26 và 0,34%. Kết quả thí nghiệm cũng tương đồng với nghiên cứu công bố trước đây về ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ngâm gạo đến sự tổn thất chất rắn trong nguyên liệu [33].

Nhìn chung, hàm lượng anthocyanin tăng cao nhất ở 9 và 12 giờ khi ngâm gạo huyết rồng ở điều kiện nhiệt độ phòng, tuy nhiên thời gian ngâm càng lâu dẫn đến lượng thất thoát chất rắn

cao. Do đó, khi tiến hành ngâm nguyên liệu trong 9 giờ ở nhiệt độ phòng là phù hợp duy trì được hàm lượng anthocyanin ở mức cao và hạn chế được tổn thất chất rắn trong quá trình ngâm.



Hình 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian đến (a): tỉ lệ hấp thụ nước (g/g) (b): tổn thất chất rắn (%)

(Ghi chú: Dữ liệu được trình bày dưới dạng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn của 3 lần lặp lại. Các trung bình nghiệm thức có cùng chữ cái đi kèm trong đồ thị thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$))

3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ (%) bột đã hồ hóa bổ sung tại công đoạn nhào bột đến giá trị dinh dưỡng và đặc tính cấu trúc bún tươi từ gạo huyết rồng

Sắc tố anthocyanin dễ dàng phân hủy trong quá trình xử lý nhiệt, điều này có thể có tác động đáng kể đến chất lượng màu sắc và cũng có thể ảnh hưởng đến các đặc tính dinh dưỡng [18]. Bên cạnh đó, việc chế biến ở nhiệt độ sôi trong thời gian dài sẽ làm phân hủy anthocyanin dẫn đến màu sắc không thể chấp nhận được [34]. Kết quả đạt được chứng minh hàm lượng anthocyanin giảm khi tăng tỉ lệ phần trăm lượng bột hồ hóa. Hàm lượng anthocyanin trong nguyên liệu ban đầu là 10,03 mg/100g. Hàm lượng anthocyanin trong khối bột giảm đáng kể sau công đoạn nhào và khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các mẫu. Ngoài ra, Bảng 1 cũng cho thấy độ sai biệt màu sắc của bún (ΔE) thấp nhất ở mẫu 6% và cao nhất ở 12%, tuy nhiên sự khác biệt này không có ý nghĩa thống kê.

Bảng 1. Ảnh hưởng phần trăm lượng bột hồ hóa tại công đoạn nhào đến hàm lượng anthocyanin và màu sắc khối bột

Tỷ lệ bột đã hồ hóa (%)	Anthocyanin (mg/100g)	Độ sai biệt màu sắc (ΔE)
6	4,77 $\pm$ 0,12 ^a	31,64 $\pm$ 1,08 ^{ns}
8	4,25 $\pm$ 0,17 ^b	32,29 $\pm$ 0,37
10	3,21 $\pm$ 0,09 ^c	32,39 $\pm$ 0,71
12	2,59 $\pm$ 0,16 ^d	32,70 $\pm$ 0,35

Ghi chú: * trung bình $\pm$ STDEV ($n=3$)

(Các giá trị trung bình có cùng chữ cái đi kèm trong cùng một cột thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%; ns đi kèm trong cùng một cột thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5%)

Bún gạo được làm bằng cách dùng bột gạo xay ướt và hồ hóa [35]. Nhìn chung, một loại bún có chất lượng tốt có thể được sản xuất từ giống gạo có hàm lượng amylose biểu kiến cao ($>25\%$), hàm lượng protein 11%, nhiệt độ hồ hóa trung bình, độ đặc của gel và độ cứng của gel khoảng 300 g [36]. Bên cạnh đó, gạo huyết rồng thuộc nhóm hạt dài, gạo dẻo (amylose 14-15,5%, protein 7,5-8,5%), chính vì hàm lượng amylose thấp dẫn đến dễ bị gãy [6], [37].

Kết cấu của bún có ảnh hưởng đáng kể đến các đặc tính cảm quan và sự chấp nhận của người tiêu dùng. Trong nghiên cứu này, kết cấu sợi bún được phân tích cấu trúc bằng TPA TA-Xtplus (Bảng 2). Trong TPA, độ cứng, độ đàn hồi, độ dai, độ cô kết được mô tả [20]. Các thông số cấu trúc của khối bột khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), có khả năng liên quan đến phần trăm tỉ lệ hồ hóa một phần. Độ cứng và độ dai của khối bột tăng lên đáng kể với sự tăng tỉ lệ hồ hóa, đồng thời độ dính bề mặt của mẫu bún giảm. Trong quá trình hồ hóa diễn ra, một loạt các biến đổi hoá lí, lớp màng ngoài hạt tinh bột bị phá vỡ, nước từ bên ngoài đi được vào bên trong làm trương nở tinh bột, đồng thời phá vỡ các liên kết hydro giữa các phân tử trong cấu trúc tinh thể, tạo điều kiện cho tác dụng phân hủy enzyme, giải phóng amylosepectin và amylose. Khi hạt tinh

bột bắt đầu trương nở lên, tăng độ trong suốt và độ nhớt, các phân tử mạch thẳng và nhỏ được hoà tan và sau đó liên kết với nhau tạo thành gel [38]. Sự tương tác cộng hưởng giữa các polysacarit là liên kết chéo của cả hai polyme, giúp cải thiện đặc tính kết cấu bún gạo [39]. Từ Bảng 2 có thể thấy rằng, việc tạo thành mạng gel thông qua tăng tỉ lệ hồ hòa một phần có khả năng cải thiện cấu trúc sợi bún.

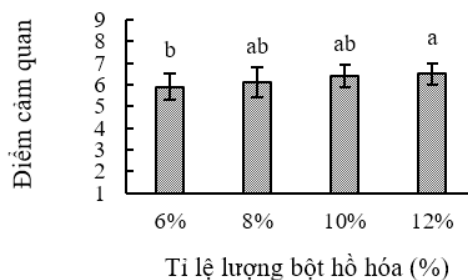
Bảng 2. Đặc điểm cấu trúc của khối bột nhào

Mẫu	Độ cứng (g)	Độ co kết	Độ dính bề mặt (gs)	Độ đàn hồi (g)	Độ dẻo (g)	Độ dai (g)
6%	42,12 [±] 0,71 ^c	0,40 [±] 0,02 ^{ns}	-10,18 [±] 0,40 ^b	0,57 [±] 0,02 ^c	16,82 [±] 0,57 ^{ns}	9,51 [±] 0,02 ^b
8%	43,08 [±] 0,77 ^{bc}	0,40 [±] 0,01	-8,23 [±] 0,75 ^a	0,66 [±] 0,03 ^b	17,16 [±] 0,65	11,38 [±] 0,06 ^a
10%	44,70 [±] 1,67 ^{ab}	0,39 [±] 0,01	-8,90 [±] 0,78 ^a	0,71 [±] 0,01 ^a	17,30 [±] 1,03	12,18 [±] 0,64 ^a
12%	46,04 [±] 0,48 ^a	0,40 [±] 0,03	-7,89 [±] 0,52 ^a	0,68 [±] 0,02 ^{ab}	18,32 [±] 1,30	12,49 [±] 1,16 ^a

Ghi chú: * trung bình[±]STDEV (n=3);

(Các giá trị trung bình có cùng chữ cái đi kèm trong cùng một cột thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%; ns đi kèm trong cùng một cột thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5%)

Mặc dù, khi bổ sung 10, 12% bột đã hồ hóa vào khối bột nhào cho sản phẩm có các giá trị tốt về các đặc tính cấu trúc và khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa hai nghiệm thức ($p > 0,05$). Tuy nhiên, hàm lượng anthocyanin trong khối bột khi bổ sung 10% bột đã hồ hóa vào khối bột nhào cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) với nghiệm thức được bổ sung 12% bột đã hồ hóa. Do đó, với tỷ lệ bổ sung 10% tinh bột đã hồ hóa vào khối bột nhào là thông số phù hợp để tạo ra sản phẩm có cấu trúc tốt, duy trì được hàm lượng anthocyanin trong sản phẩm ở mức độ cao.



Hình 3. Ảnh hưởng của phần trăm lượng bột hồ hóa bổ sung đến mức độ yêu thích của gạo huyết rồng (Ghi chú: 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 khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$))

Tỉ lệ phần trăm lượng bột hồ hóa bổ sung khác nhau cũng ảnh hưởng đến sự yêu thích đối với sản phẩm bún tươi từ gạo huyết rồng (Hình 3). Thay đổi tỉ lệ hồ hóa sẽ giúp cho sản phẩm tốt hơn về cấu trúc cũng như trạng thái sản phẩm; trong đó mẫu ở tỉ lệ 8-12% cho điểm cảm quan khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với mẫu đối chứng và 6% tinh bột hồ hóa được bổ sung. Kết hợp các số liệu phân tích ở Bảng 2 và Hình 3 cho thấy, 10% lượng bột hồ hóa bổ sung vào công đoạn nhào có thể cải thiện được chất lượng, cấu trúc và giá trị cảm quan của bún gạo huyết rồng.

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu ghi nhận được điều kiện ngâm ảnh hưởng trực tiếp đến giá trị dinh dưỡng, hàm lượng anthocyanin và đặc tính của bột. Khi ngâm trong điều kiện nhiệt độ phòng sẽ tốt hơn trong điều kiện nhiệt độ lạnh (6°C); trong đó, thời gian ngâm 9 giờ sẽ có hàm lượng anthocyanin trong gạo sau khi ngâm là 15,23 mg/100g, tỷ lệ hấp thụ nước là 1,25 g/g cao và hạn chế được tỷ lệ tổn thất chất rắn 0,3%. Đồng thời, tỷ lệ bột hồ hóa bổ sung (10%) vào công đoạn nhào bột góp phần cải thiện đặc tính cấu trúc tốt (độ cứng (44,70 g), độ co kết (0,39), độ dính bề mặt (-8,90 g.s), độ đàn hồi (0,71 g), độ dẻo (17,30 g) và độ dai (12,18 g), mức độ yêu thích của sản phẩm và duy trì hàm lượng anthocyanin trong khối bột (3,21 mg/100g).

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] P. Daliu, A. Santini, and E. Novellino, "From pharmaceuticals to nutraceuticals: Bridging disease prevention and management," *Expert Review of Clinical Pharmacology*, vol. 12, no. 1, pp. 1-7, 2019.
- [2] S. Deeseenthum, V. Luang-In, and S. Chunchom, "Characteristics of Thai pigmented rice milk kefir with potential as antioxidant and anti-inflammatory foods," *Journal Pharmacognosy*, vol. 10, pp. 154-161, 2018.
- [3] X. Q. Chen, N. Nagao, T. Itani, and K. Irifune, "Anti-oxidative analysis and identification and quantification of anthocyanin pigments in different coloured rice," *Food Chemistry*, vol. 135, pp. 2783-2788, 2012.
- [4] H. Kenji, S. Hideki, M. Kei, T. Yasuaki, M. Makoto, and M. Hiroki, "Anthocyanin and proanthocyanidin contents, antioxidant activity, and in situ degradability of black and red rice grains," *Pubmed*, vol. 31, no. 8, pp. 1213-1220, 2018.
- [5] A. Noorlaila, N. Nur Suhadah, A. Noriham, and H. Nor Hasanah, "Total anthocyanin content and antioxidant activities of pigmented black rice (*Oryza sativa* L.) subjected to soaking and boiling," *Journal Technology*, vol. 80, no. 3, pp. 137-143, 2018.
- [6] H. P. Tran, Q. T. Huynh, T. X. D. Ngo, P. Q. Le, and H. Q. Tran, "Rehabilitation of Huyet Rong Rice variety in Vinh Hung district, Long An province," (in Vietnamese), *Vietnam Journal of Science and Technology*, vol. 58, no. 3, pp. 6-10, 2016.
- [7] K. Gould, K. M. Davies, and C. Winefield, *Anthocyanins Biosynthesis, Functions, and Applications*. Springer: New York, NY, USA, 2009.
- [8] R. Nakabayashi, K. Yonekura-Sakakibara, K. Urano *et al.*, "Enhancement of oxidative and drought tolerance in Arabidopsis by overaccumulation of antioxidant flavonoids," *Plant Journal*, vol. 77, pp. 367-379, 2014.
- [9] X. Zhou, C. Peng, Y. Zhang, L. Guo, and N. Xiong, "Quality analysis of early indica rice cultivars and their suitability for processing of pressed fresh noodle," *Food Science*, vol. 39, pp. 36-43, 2018.
- [10] Y. Xuan, Y. Yi, H. Liang, S. Q. Wei, N. P. Chen, L. G. Jiang *et al.*, "Amylose content and RVA profile characteristics of noodle rice under different conditions," *Agronomy Journal*, vol. 112, pp. 117-129, 2020.
- [11] K. Lorlowhakarn and O. Naivikul, "Modification of rice flour by heat moisture treatment (HMT) to produce rice noodles," *Kasetsart Journal (Natural Science)*, vol. 40, pp. 135-143, 2006.
- [12] R. Hormdok and A. Noomhorm, "Hydrothermal treatments of rice starch for improvement of rice noodle quality," *LWT Food Science and Technology*, vol. 40, pp. 1723-1731, 2007.
- [13] S. Cham and P. Suwannaporn, "Effect of hydrothermal treatment of rice flour noodles quality," *Journal of Cereal Science*, vol. 51, no. 3, pp. 284-291, 2010.
- [14] M. Mariotti, S. Iametti, C. Cappa, P. Rasmussen, and M. Lucisano, "Characterisation of gluten-free pasta through conventional and innovative methods: evaluation of the uncooked products," *Journal of Cereal Science*, vol. 53, no. 3, pp. 319-327, 2011.
- [15] F. Cabrera-Chavez, A. M. Calderon de la Barca, A. R. Islas-Rubio, A. Marti, M. Marengo, M. A. Pagani *et al.*, "Molecular rearrangements in extrusion processes for the production of amaranth-enriched, glutenfree rice pasta," *LWT e Food Science and Technology*, vol. 47, pp. 421-426, 2012.
- [16] O. Adeniran, O. Atanda, M. Edema, and O. Oyewole, "Effect of Lactic Acid Bacteria and Yeast Starter Cultures on the Soaking Time and Quality of "Ofada" Rice," *Food and Nutrition Sciences*, vol. 3, pp. 207-211, 2012.
- [17] H. H. Le, T. H. T. Huynh, and T. N. T. Doan, "Selection to make traditional black pure rice variety," (in Vietnamese), Scientific research of Department of Science and Technology of Tien Giang Province, 2010.
- [18] A. Patras, N. P. Brunton, C. O'Donnell, and T. B. Kumar, "Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods: Mechanisms and kinetics of degradation," *Trends in Food Science & Technology*, vol. 21, no. 1, pp. 3-11, 2010.
- [19] M. E. Camire, A. Chaovanalikit, M. P. Dougherty, and J. Briggs, "Blueberry and grape Anthocyanin as Breakfast Cereal Colorants," *Journal of Food Science*, vol. 67, no. 1, pp. 438-441, 2002.
- [20] P. Wei, F. Fang, G. Liu *et al.*, "Effects of composition, thermal, and theological properties of rice raw material on rice noodle quality," *Frontiers and Nutrition*, vol. 9, 2022, doi: 10.3389/fnut.2022.1003657.

- [21] S. K. Sivakamasundari, J. A. Moses, and C. Anandharamakrishnan, "Effect of parboiling methods on the physicochemical characteristics and glycemic index of rice varieties," *Journal of Food Measurement and Characterization*, vol. 14, pp. 3122–3137, 2020, doi: 10.1007/s11694-020-00551-9.
- [22] M. M. Guisti and R. E. Wrolstad, "Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible spectroscopy," In *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, New York: John Wiley & Sons, 2001.
- [23] H. T. Lawless and H. Heymann, *Sensory evaluation of food: principles and practices*, Springer Science and Business Media, 2010, p. 596.
- [24] H. M. Way, K. Kazan, N. Mitter, K. C. Goulter, R. G. Birch, and J. M. Manners, "Constitutive expression of a phenylalanine ammonia-lyase gene from *Stylosanthes humilis* in transgenic tobacco leads to enhanced disease resistance but impaired plant growth," *Physiological & Molecular Plant Pathology*, vol. 60, pp. 275–282, 2002.
- [25] Y. C. Wang, D. W. Hu, Z. G. Zhang, Z. C. Ma, X. B. Zheng, and D. B. Li, "Purification and immunocytolocalization of a novel *Phytophthora boehmeriae* protein inducing the hypersensitive response and systemic acquired resistance in tobacco and Chinese cabbage," *Physiological and Molecular Plant Pathology*, vol. 63, no. 4, pp. 223–232, 2003.
- [26] K. Yudsono and L. Kurniawati, "Effect of sprouting on anthocyanin, antioxidant activity, color intensity and color attributes in purple sweet potatoes," *Food Research*, vol. 2, no. 2, pp. 171–176, 2018.
- [27] T. K. L. Le and M. T. Nguyen, "Study on production process of germinated grains of black rice with high anthocyanin content and good quality," (in Vietnamese), *Journal of Vietnam Agricultural Science and Technology*, vol. 6, no. 103, pp. 44–51, 2019.
- [28] S. Wahyuningsih, L. Wulandari, M. W. Wartono, H. Munawaroh, and A. H. Ramelan, "The Effect of pH and Color Stability of Anthocyanin on Food Colorant," *IOP Conference Series: Materials and Science Engineering*, vol. 193, 2017, doi: 10.1088/1757-899X/193/1/012047.
- [29] E. L. Camm and G. H. N. Towers, "Phenylalanine ammonia lyase," In *Progress in Phytochemicals*, L. Reinhold, J. B. Harborne, and T. Swain (eds.), Pergamon Press, New York, pp. 169–188, 1977.
- [30] D. H. Jones, "Phenylalanine ammonia-lyase: Regulation of its induction, and its role in plant development," *Phytochemistry*, vol. 23, pp. 1349–1359, 1984.
- [31] C. Engles, M. Hendrickx, S. De Samtla, I. De Gryze, and P. Tobback, "Modelling water diffusion during long-grain rice soaking," *Journal of Food Engineering*, vol. 5, pp. 55–73, 1986.
- [32] B. S. Luh and R. R. Mikus, *Parboiled rice in rice production and utilization*, AVI, Connecticut, 1980, pp. 501–542.
- [33] M. Bello, M. P. Tolaba, and C. Suarez, "Factors affecting water uptake of rice grain during soaking," *LWT Food Science and Technology*, vol. 37, no. 8, pp. 811–816, 2004.
- [34] G. Cristina and P. Zafra, "Changes in Anthocyanins during Food Processing: Influence on Color," *ACS Symposium Series*, vol. 775, pp. 56–65, 2001.
- [35] D. E. Kohlwey, J. H. Kendall, and R. B. Mohindra, "Using the physical properties of rice as a guide to formulation," *Cereal Food World*, vol. 40, pp. 728–732, 1995.
- [36] L. H. Xie, S. Q. Tang, J. Luo, X. J. Wei, G. N. Shao, G. A. Jiao, Z. H. Sheng, and P. S. Hu, "Physicochemical properties of rice starch for production of vermicelli with premium quality," *Journal Food Science Technology*, vol. 54, no. 12, pp. 3928–3935, 2017.
- [37] M. Nugraheni, Windarwati, and S. Palupi, "Gluten-free noodles made based on germinated organic red rice: chemical composition, bioactive compounds, antioxidant activity and sensory evaluation," *Food Research*, vol. 6, no. 4, pp. 354–363, 2022.
- [38] K. A. Hoang, K. S. Ngo, and X. L. Nguyen, *Cassava starch and their products*, (in Vietnamese), Ha Noi: Science and technics publishing house, 2005, pp. 102–103.
- [39] A. L. María, K. F. Silvia, and P. T. Marcela, "Effect of formulation on rice noodle quality: Selection of functional ingredients and optimization by mixture design," *LWT Food Science and Technology*, vol. 69, pp. 280–286, 2016.