



DOI:10.22144/ctujos.2025.116

NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP SƠ CHẾ VÀ BẢO QUẢN LẠNH BỒN BỒN (*Typha orientalis*) TUỔI

Hồ Trương Như Ngọc, Nguyễn Ngọc Ngân, Kim Lâm Nhật Đan, Bùi Thị Kim Vàng và Nguyễn Văn Mười*

Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): nvmuoi@ctu.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 15/01/2025

Sửa bài (Revised): 06/02/2025

Duyệt đăng (Accepted): 11/05/2025

Title: Research on methods of preliminary processing and cold storage of fresh *Typha orientalis*

Author(s): Ho Truong Nhu Ngoc, Nguyen Ngoc Ngan, Kim Lam Nhat Dan, Bui Thi Kim Vang and Nguyen Van Muoi*

Affiliation(s): Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University, Viet Nam

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện với mục tiêu đánh giá hiệu quả của quá trình tiền xử lý bằng một số phụ gia khác nhau nhằm hạn chế sự hóa nâu do enzyme, từ đó giúp duy trì được độ tươi của bồn bồn trong điều kiện bảo quản lạnh. Kết quả nghiên cứu cho thấy, tiền xử lý bồn bồn sau thu hoạch bằng cách ngâm trong dung dịch bao gồm ascorbic acid (nồng độ 0,75%), 0,5% NaCl và CaCl_2 với thời gian 30 phút, tỷ lệ bồn bồn và dịch ngâm là 1:2 giúp bồn bồn duy trì màu sắc tươi sáng và cấu trúc giòn. Độ sáng và cấu trúc của bồn bồn vẫn còn tốt sau khi bảo quản lạnh 15 ngày ở nhiệt độ 4°C trong bao bì PA với độ chân không 80%.

Từ khóa: Ascorbic acid, bồn bồn, bảo quản, độ tươi, tiền xử lý

ABSTRACT

The study was conducted with the aim of evaluating the effectiveness of pretreatment with different additives to limit enzymatic browning, thereby helping to maintain the freshness of *Typha orientalis* under cold storage conditions. The results showed that post-harvest pretreatment of *Typha orientalis* by soaking in a solution containing ascorbic acid (0.75% concentration), 0.5% NaCl and CaCl_2 for 30 minutes, with a ratio of *Typha orientalis* and solution of 1:2, helped maintain the fresh bright color and crisp texture of *Typha orientalis*. The brightness and texture of the water fern remained good after 15 days of cold storage at 4°C in PA packaging with 80% vacuum.

Keywords: Ascorbic acid, freshness, pretreatment, typha orientalis, storage

1. GIỚI THIỆU

Bồn bồn có tên khoa học là *Typha orientalis* là loại thực vật có khả năng sinh trưởng trong điều kiện đất hiêm khí và ngập nước (Ngo et al., 2021), do đó nó thường được tìm thấy nhiều ở các tỉnh thuộc khu vực đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) như Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, An Giang hay Đồng Tháp. Thông thường, bồn bồn được trồng trực tiếp

trên ruộng lúa hoặc xung quanh các ao nuôi tại các khu vực này với mục đích tạo môi trường sống cho nguồn thủy sản, ngoài ra chúng còn được sử dụng để làm nguồn thực phẩm cho con người hay thức ăn cho động vật khác (Ngo et al., 2018). Cây bồn bồn tươi chứa nhiều thành phần dinh dưỡng chất béo, acid palmitic và isorhamnetin mang lại nhiều lợi ích cho sức khỏe con người. Trong y học bồn bồn giúp kích thích lưu thông máu, kháng viêm và xương

khóp,... Trong thực phẩm, bòn bòn tươi được xem là đặc sản vùng miền và được chế biến trong các món trộn gỏi, muối chua, xào,... vì bòn bòn giàu chất xơ, vitamin và khoáng chất tốt cho hệ tiêu hóa và sức khỏe tổng thể.

Bòn bòn tươi sau khi thu hoạch chỉ bán cho người tiêu dùng trong ngày, vận chuyển xa hoặc tồn trữ lâu làm ảnh hưởng đến chất lượng, giảm sút độ tươi nhanh chóng mà không có bất kỳ biện pháp xử lý và bảo quản nào. Điều này gây lãng phí và gia tăng tổn thất sau thu hoạch cho loại đặc sản của địa phương. Một trong các biến đổi của bòn bòn cũng như một số lại nguyên liệu thực vật sau thu hoạch là sự sẫm màu, cấu trúc mềm và thay đổi thay đổi mùi vị nguyên nhân bởi hiện tượng hóa nâu do enzyme (Zawistowski et al., 1991). Do đó, việc nghiên cứu quy trình chế biến cũng như xây dựng được phương pháp sơ chế và bảo quản bòn bòn tươi hiệu quả là cần thiết, điều này nhằm mang lại sản phẩm có chất lượng tốt, góp phần đem lại giá trị kinh tế cao cho loại nông sản này.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm nghiên cứu

Thí nghiệm được tiến hành bố trí và thực hiện, thu nhận và xử lý số liệu thực nghiệm tại các phòng thí nghiệm của Bộ môn Công nghệ Thực phẩm, Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Đại học Cần Thơ.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp chuẩn bị mẫu

Nguyên liệu: Mùa hái bòn bòn bắt đầu từ tháng 6 đến tháng 11 (mùa nước nổi), từ ngày cấy giống, sau khoảng 3 – 4 tháng là có thể thu hoạch. Khối lượng của cây bòn bòn tươi sau khi được thu hoạch (15 - 22 g/cây) là kích thước tối ưu để đạt tiêu chuẩn chất lượng thương phẩm, khi bòn bòn đạt kích thước này có chất lượng tốt nhất, không quá non (chưa đủ phát triển) hay quá già (sợi sẽ cứng và không ngon), chúng vừa đảm bảo về chất lượng, hình thức, và độ tươi ngon. Nguyên liệu này được thu mua trực tiếp tại khu vực ở huyện Mỹ Tú, tỉnh Sóc Trăng.

Bòn bòn tươi được thu hoạch vào buổi sáng, tia gọn chỉ lấy khoảng 30 cm tính từ phần gốc, sau đó được rửa sạch để loại bỏ bùn đất. Sau khi làm sạch, bòn bòn được vận chuyển về phòng thí nghiệm thuộc Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Đại

học Cần Thơ bằng thùng xốp giữ nhiệt có bổ sung thêm đá lạnh đảm bảo nhiệt độ trong quá trình vận chuyển không quá 4°C, thời gian vận chuyển và xử lý không quá 2 giờ. Tại đây, bòn bòn được rửa lại với nước sạch ít nhất 2 lần, loại bỏ phần vỏ già bên ngoài, những phần bị dập hay hư hỏng và chỉ thu nhận phần lõi non nguyên vẹn. Quá trình xử lý sơ bộ cũng được đảm bảo duy trì nhiệt độ của mẫu không quá 10°C để hạn chế các quá trình biến đổi (Kader, 2002).



Hình 1. Bòn bòn tươi sau xử lý sơ bộ

Sau quá trình xử lý sơ bộ và tiền xử lý, bòn bòn được tiến hành đóng gói trong bao bì polyamide (PA) trong suốt với kích thước 25 x 35 cm, độ dày từ 25 – 250 micron, đảm bảo phù hợp cho quá trình bảo quản.

2.2.2. Phân tích nguyên liệu ban đầu

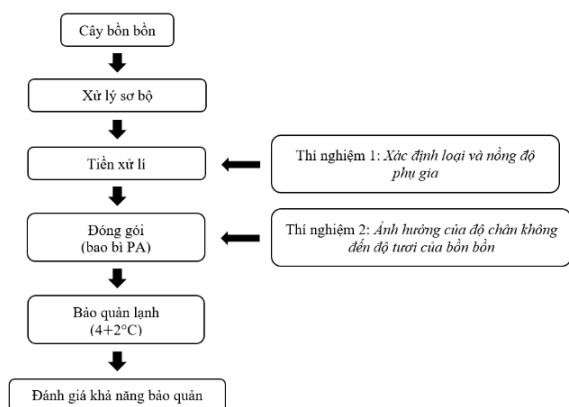
Mục đích: Xác định thành phần hóa lý của bòn bòn tươi giúp định hướng nghiên cứu trong quá trình khảo sát tiếp theo.

Tiến hành thí nghiệm: Bòn bòn sau khi vận chuyển về phòng thí nghiệm được cắt tia, xử lý sơ bộ và lấy mẫu 100 g bòn bòn tươi để xác định các chỉ tiêu hóa lý. Mỗi chỉ tiêu được đo đạc với 3 lần lặp lại để đảm bảo độ chính xác.

Kết quả thu nhận: Các thành phần hóa lý cơ bản của nguyên liệu bòn bòn: màu sắc (độ sáng L^*), cấu trúc (lực cắt Ho), pH, độ ẩm (%), acid tổng số (%).

2.2.3. Nội dung nghiên cứu

Quy trình thí nghiệm của nghiên cứu này được tiến hành theo sơ đồ bố trí thí nghiệm tổng quát sau:



Hình 2. Sơ đồ bố trí thí nghiệm tổng quát

a. Thí nghiệm 1: Đánh giá ảnh hưởng của loại và nồng độ acid trong quá trình bảo quản

Mục đích: Xác định được loại và nồng độ acid thích hợp giúp bồn bồn ổn định được độ tươi sau thu hoạch.

Tiến hành thí nghiệm: Bồn bồn tươi được chuẩn bị theo mô tả ở nội dung 2.2.1. Thành phần acid được đánh giá bổ sung vào quá trình xử lý là acid ascorbic hoặc acid citric lần lượt ở các nồng độ thay đổi 0,5; 0,75 và 1,0%; thành phần cố định trong dung dịch xử lý là NaCl và CaCl₂ đều ở nồng độ 0,5% dựa trên kết quả nghiên cứu của Nguyen et al. (2014); quá trình này diễn ra trong 30 phút. Sau đó, bồn bồn được vớt ra cho vào bao bì PA (polyamide) định lượng 250 g/mẫu, hút chân không và bảo quản ở 4°C. Việc đánh giá sự thay đổi đặc tính cấu trúc (H/H₀) và chất lượng về màu sắc (độ sáng L*) của các mẫu bồn bồn được thực hiện sau 03 ngày bảo quản.

Kết quả thu nhận: Loại acid và nồng độ sử dụng phù hợp giúp nguyên liệu bồn bồn ổn định độ tươi.

b. Thí nghiệm 2: Đánh giá ảnh hưởng của độ chân không trong bao gói đến chỉ tiêu cảm quan của bồn bồn bảo quản lạnh

Mục đích: Xác định được tác động của mức độ chân không của bao bì đến độ sáng, mức độ giòn của bồn bồn tươi trong quá trình bảo quản lạnh.

Tiến hành thí nghiệm: Bồn bồn tươi được tiến hành xử lý với các điều kiện thông số chọn lựa ở thí nghiệm 1. Tương tự thí nghiệm 1, bồn bồn sau xử lý được chuyển vào bao bì PA hút chân không (định lượng 250 g/mẫu). Độ chân không của bao bì được kiểm soát ở ba mức lần lượt là 60, 80 và 95% bằng thiết bị bao gói chân không (Multivac C200, Đức); sau đó các mẫu được bảo quản ở nhiệt độ cố định

4°C, với mức dao động $\pm 2^{\circ}\text{C}$, bằng cách sử dụng tủ mát có bộ điều chỉnh nhiệt độ chính xác. Nhiệt độ trong tủ bảo quản được giám sát liên tục bằng thiết bị ghi dữ liệu (data logger) để đảm bảo điều kiện bảo quản ổn định. Việc đánh giá sự thay đổi chất lượng về cấu trúc (H/H₀) và màu sắc (độ sáng L*) của các mẫu bồn bồn được thực hiện sau 05 ngày bảo quản.

Kết quả thu nhận: Độ chân không trong bao bì có khả năng giúp nguyên liệu bồn bồn ổn định độ tươi tốt nhất.

2.2.4. Chỉ tiêu và phương pháp phân tích

Phương pháp phân tích được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm:

– Đặc tính cấu trúc của sản phẩm được xác định bằng thiết bị đo cấu trúc Texture Analyser TA-XT2i Plus, Stable Micro Systems, United Kingdom. Kết quả được thể hiện qua độ cứng tương đối H/H₀ (tỉ lệ giữa lực tác động để cắt đôi mẫu và lực tác động lên mẫu đối chứng). Trong đó: H₀ là lực tác động của thiết bị đo lên mẫu đối chứng thông qua đầu dao cắt để cắt đôi mẫu, H là lực tác động để cắt các mẫu và đối chiếu với mẫu đối chứng).

– Màu sắc (L*, a* và b*): L* biểu thị độ sáng của mẫu, giúp đánh giá độ trắng sáng hoặc sẫm màu, a* biểu thị sự thay đổi màu sắc (đỏ - xanh lục) và b* biểu thị sự thay đổi màu sắc (vàng - xanh lam). Sử dụng thiết bị đo màu Colorimeter cầm tay (JZ-600, Trung Quốc). Kết quả được thể hiện thông qua giá trị độ sáng L*. Do bồn bồn tươi màu sắc chủ yếu trắng đến vàng nhạt không có đỏ - xanh lục, vàng - xanh lam nên lựa chọn L* để thể hiện độ sáng rõ rệt hơn.

– Độ pH: Phương pháp xác định pH rau quả được sử dụng theo TCVN 7806: 2007. Phương pháp được thực hiện bằng cách nghiền 15 g mẫu với 25 mL dung dịch KCl 0,1 N, sau đó thu dịch lọc và đo bằng pH kế Vernier (Hoa Kỳ).

– Hàm lượng chất khô hòa tan (°Brix): sử dụng chiết quang kế Atago (0 - 30°Brix, Nhật Bản)

– Độ ẩm: Theo AOAC 950.46 (Association of Official Analytical Chemists, 2023).

– Hàm lượng acid tổng số TA (%): Dùng dung dịch kiềm chuẩn NaOH 0,1N để trung hòa hết acid trong thực phẩm với phenolphthalein làm chỉ thị màu (Pham & Bui, 1991).

2.2.5. Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với ít nhất 03 lần lặp lại. Các kết quả của thí nghiệm trước đó sẽ là nhân tố cố định cho thí nghiệm sau.

Phần mềm Excel 2013 được sử dụng để tổng hợp số liệu thu thập được và sử dụng chương trình Statgraphics Centurion 16.2 để phân tích thống kê. Phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) và kiểm định LSD được sử dụng để kết luận về sự sai khác giữa trung bình các nghiệm thức. Sự khác biệt ở mức ý nghĩa của các nghiệm thức khảo sát ở mức độ tin cậy 95%.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nguyên liệu ban đầu của bồn bồn tươi

Việc phân tích thành phần ban đầu của bồn bồn tươi có vai trò quan trọng trong việc chuẩn hóa nguyên liệu cho các nghiên cứu tiếp theo.

Tại Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, nguyên liệu được xử lý sơ bộ bằng cách tách thân, tía ngọn, sau đó tiến hành phân tích chất lượng trước khi chế biến. Kết quả phân tích thành phần nguyên liệu ban đầu được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Tính chất hóa lý của bồn bồn tươi ban đầu

Chỉ tiêu nguyên liệu	Giá trị
Độ sáng L^*	75,46±1,66
Lực cắt H_o (gr)	101,56±4,46
Giá trị pH	6,12±0,04
Hàm lượng acid (%)	0,03±0,00
Hàm lượng chất khô hòa tan ($^{\circ}$ Brix)	1,76±0,04
Độ ẩm (%)	95,16±0,16

Kết quả được trình bày dưới dạng trung bình±độ lệch chuẩn của 3 lần lặp lại.

Kết quả từ Bảng 1 cho thấy bồn bồn được trồng ở huyện Mỹ Tú có độ sáng (L^*) cao, đạt 75,46 trên thang đo 0÷100 và lực cắt H_o là 101,56±4,46. Nguyên liệu có độ ẩm cao (95,16%) và giá trị pH trung tính (6,12). Hàm lượng acid trong bồn bồn rất thấp (0,03), trong khi hàm lượng chất khô hòa tan đạt 1,76. Với đặc điểm pH trung tính và hàm lượng acid thấp, bồn bồn rất dễ bị biến đổi màu sau thu hoạch. Sự biến đổi này có lẽ tương tự như ngó sen, nguyên nhân chính là quá trình hóa nâu do enzyme gây ra ảnh hưởng đến chất lượng cảm quan và giá trị kinh tế của sản phẩm (Nguyen et al., 2014). Để cải thiện màu sắc và hạn chế tác động của phản ứng hóa nâu, các phương pháp tiền xử lý kết hợp với phụ gia ức chế enzyme có thể được áp dụng.

3.2. Ảnh hưởng của loại và nồng độ acid trong quá trình bảo quản bồn bồn tươi

Bồn bồn sau khi được thu hoạch sẽ xảy ra các biến đổi về sinh hóa theo thời gian, một trong những thay đổi lớn nhất là màu sắc do phản ứng của

enzyme hóa nâu (Nguyen et al., 2014). Nguyên nhân chủ yếu do tác động tổn thương hóa học và vật lý trong quá trình chế biến làm ảnh hưởng giá trị cảm quan về màu sắc (Garcia & Barrett, 2002), dẫn đến chất lượng của sản phẩm bị giảm xuống nhanh chóng. Vì vậy, việc nghiên cứu sử dụng các loại phụ gia thực phẩm ở một số nồng độ khác nhau để hạn chế hóa nâu được theo dõi nhằm biết được mốc thời gian tồn trữ tối đa cho bồn bồn tươi sau thu hoạch. Kết quả được phân tích và đánh giá qua Bảng 2.

Nghiên cứu được tiến hành bằng cách cố định nồng độ NaCl 0,5%, $CaCl_2$ 0,5% và độ chân không bao bì là 95% trong tủ lạnh 4°C. Bên cạnh đó, việc kết hợp thêm các loại acid với các nồng độ khác nhau cho thấy khả năng bồn bồn tươi có khả năng duy trì được màu sắc tốt khi bảo quản. Điều này cho thấy hiệu quả ức chế hóa nâu polyphenol oxidase (PPO) trong bồn bồn khi tiền xử lý kết hợp các loại phụ gia riêng lẻ (Bao-hua et al., 2010). Sodium chloride (NaCl) và calcium chloride ($CaCl_2$) được bổ sung để tăng cường hiệu quả chống hóa nâu. Theo nghiên cứu của Pizzocaro et al. (1993), sodium chloride và calcium chloride có tác động trong việc ngăn ngừa màu nâu của táo xay nhuyễn. Muối sodium chloride (NaCl) được sử dụng hỗ trợ cho việc ngăn cản hóa nâu không chỉ nhờ tác động của ion Cl^- (Rosen & Kader, 1989) mà còn hiệu quả ức chế polyphenol oxidase (PPO) tăng khi pH giảm (Mayer & Harel, 1991). Calcium chloride ($CaCl_2$) được sử dụng để tăng cường cấu trúc tế bào bằng cách liên kết chéo với pectin ở thành tế bào, PPO chịu ảnh hưởng rất lớn bởi tính toàn vẹn của tế bào, do đó sử dụng $CaCl_2$ để tăng hoạt động ức chế hóa nâu, giúp cấu trúc tế bào tốt hơn tạo độ giòn trong bồn bồn tươi (Nogales-Delgado, 2021).

Dựa trên kết quả ở Bảng 2, có thể thấy rằng độ sáng (L^*) của sản phẩm được cải thiện đáng kể và được duy trì trong 15 ngày bảo quản nhờ phương pháp tiền xử lý kết hợp các loại phụ gia, với nồng độ ascorbic acid, NaCl và $CaCl_2$ lần lượt là 0,75; 0,5; 0,5%. Nghĩa là việc kết hợp hai loại acid này là không cần thiết trong việc kéo dài thời gian bảo quản lạnh đối với nguyên liệu bồn bồn tươi. Ở nồng độ ascorbic acid 0,75% cho thấy hiệu quả thích hợp trong việc ức chế hiện tượng hóa nâu. Kết quả thí nghiệm cho thấy độ trắng sáng (L^*) ở ngày bảo quản thứ 3 (77,36) và duy trì độ sáng (L^*) đến ngày bảo quản thứ 15 (71,52). Các phương thức kết hợp còn lại không mang hiệu quả về màu sắc cũng như thời gian bảo quản còn hạn chế. Đối với mẫu đối chứng không qua tiền xử lý dẫn đến sậm màu (70,72) và bảo quản được 6 ngày. Do hoạt tính của enzyme PPO xảy ra. PPO xúc tác quá trình hydroxyl hóa các

monophenol để tạo ra o-diphenol và tiếp tục o-diphenol bị oxy hóa bằng enzyme polyphenol oxydase tạo ra o-quinone, ở vị trí o-quinone không có mặt enzyme PPO tạo ra hợp chất có màu tối và khối lượng phân tử cao gọi là melanin (Singh et al., 2018). Khi ascorbic acid có tác dụng làm giảm pH và hoạt tính chống hóa nâu của acid ascorbic phụ thuộc vào tính khử được sử dụng kết hợp, do sự khử các o-quinone được tạo thành bằng enzyme PPO thành các diphenol (Walk, 1977). Việc sử dụng kết hợp các loại phụ gia trong đó có acid ascorbic làm giảm tổn thất sau thu hoạch và kéo dài thời gian bảo quản (Jayachandran et al., 2007). Khi tăng nồng độ ascorbic acid thì không có hiệu quả đáng kể về màu sắc qua các ngày tồn trữ lạnh. Do ascorbic acid bị phân hủy theo thời gian bởi tác động của oxy, nhiệt độ, ánh sáng và pH của môi trường xung quanh (Marshall et al., 2000), mặt khác bổ sung citric acid

ở các mức nồng độ khác nhau cho thấy độ sáng (L^*) giảm dần và bảo quản tối đa đến ngày thứ 9. Điều này cho thấy citric acid có tác dụng ức chế thấp và không phải là chất chống oxy hóa, tác dụng ức chế của nó liên quan đến chelat hóa phenolase (De et al., 1890). Số liệu thu nhận được cũng phù hợp với kết quả là ascorbic acid sở hữu hiệu quả chống hóa nâu tốt hơn citric acid trong táo Fuji (Lee et al., 2003). Điều này có thể được giải thích là do cơ chế ức chế khác nhau của citric acid và ascorbic acid trên PPO (Zhou et al., 2020). Khi kết hợp ascorbic acid (0,5%) và citric acid (0,5; 0,75 và 1%), kết quả cho thấy độ trắng chỉ duy trì được đến ngày thứ 9, điều này khẳng định các kết hợp này là không mang hiệu quả đối với bảo quản bền bền tươi. Nguyên nhân có thể do lượng ascorbic acid bổ sung ở 0,5% chưa đủ để hạn chế hiện tượng hóa nâu PPO.

Bảng 2. Sự thay đổi màu sắc (L^*) của bòn bòn tươi sau khi xử lý phụ gia thực phẩm

Nồng độ AA (%)	Nồng độ CA (%)	Độ sáng (L^*)				
		Ngày 3	Ngày 6	Ngày 9	Ngày 12	Ngày 15
0 (Đối chứng)	0 (Đối chứng)	73,05±0,10 ^{Ea}	70,72±0,23 ^{Fb}	-	-	-
0	0,5	75,10±0,15 ^{Da}	74,29±0,31 ^{Cb}	71,41±0,11 ^{Hc}	-	-
0	0,75	75,09±0,55 ^{Da}	74,28±0,40 ^{Cb}	71,58±0,12 ^{GHc}	-	-
0	1	75,78±0,32 ^{BCa}	73,83±0,08 ^{CDb}	71,74±0,40 ^{FGHc}	-	-
0,5	0	75,21±0,24 ^{CDa}	73,81±0,38 ^{CDb}	74,24±0,14 ^{Ab}	71,84±0,02 ^{Bc}	-
0,5	0,5	74,98±0,26 ^{Da}	73,18±0,20 ^{Eb}	72,57±0,10 ^{Ec}	-	-
0,5	0,75	75,45±0,57 ^{BCDa}	74,23±0,34 ^{Cb}	71,87±0,09 ^{FGc}	-	-
0,5	1	75,79±0,49 ^{BCa}	73,53±0,03 ^{DEb}	71,98±0,11 ^{Fc}	-	-
0,75	0	77,36±0,50 ^{Aa}	75,81±0,27 ^{Ab}	74,05±0,30 ^{Ac}	73,21±0,18 ^{Ad}	71,52±0,24 ^c
0,75	0,5	75,45±0,36 ^{BCDa}	75,08±0,39 ^{Ba}	74,15±0,16 ^{Ab}	71,78±0,39 ^{Bc}	-
0,75	0,75	75,88±0,15 ^{Ba}	73,80±0,18 ^{CDb}	73,68±0,18 ^{Bb}	71,89±0,07 ^{Bc}	-
0,75	1	75,26±0,41 ^{CDa}	74,92±0,62 ^{Ba}	73,58±0,09 ^{Bb}	71,66±0,34 ^{Bc}	-
1	0	74,87±0,34 ^{Db}	75,30±0,05 ^{Ba}	73,46±0,07 ^{BCc}	71,79±0,02 ^{Bd}	-
1	0,5	75,19±0,22 ^{CDa}	75,19±0,21 ^{Ba}	73,51±0,25 ^{BCb}	71,91±0,13 ^{Bc}	-
1	0,75	75,26±0,51 ^{BCDa}	74,27±0,07 ^{Cb}	73,18±0,52 ^{CDc}	71,17±0,07 ^{Cd}	-
1	1	74,99±0,34 ^{Da}	73,47±0,37 ^{DEb}	73,03±0,03 ^{Db}	71,22±0,33 ^{Cc}	-

Ghi chú: AA - ascorbic acid; CA - citric acid.

Kết quả được trình bày dưới dạng trung bình±độ lệch chuẩn của 3 lần lặp lại. Các chữ cái thường khác nhau trong cùng một hàng và các chữ cái hoa khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt của các nghiệm thử, mức độ tin cậy 95% theo phép thử

Theo nghiên cứu của Langdon (1987), kết quả đã chỉ ra rằng sự kết hợp khác nhau của ascorbic acid và citric acid ngăn ngừa hiện tượng hóa nâu do enzyme của khoai tây thái lát, nhưng lại không hiệu quả khi kết hợp hai loại acid với bòn bòn tươi. Từ kết quả nghiên cứu cho thấy, nồng độ tối ưu để ức chế hóa nâu do enzyme PPO có trong bòn bòn tươi khi tiền xử lý bằng tổ hợp ascorbic acid, sodium chloride, calcium chloride với nồng độ lần lượt là 0,75; 0,5 và 0,5% (w/v).

Mặt khác, hiệu quả của quá trình tiền xử lý có thể được đánh giá thông qua chỉ tiêu lực cắt tương đối (H/H_0) của bòn bòn tươi sau khi được xử lý. Đây là một trong những yếu tố quan trọng để đánh giá mức độ ảnh hưởng của quá trình này đến cấu trúc của sản phẩm. Kết quả chi tiết về lực cắt và mức độ thay đổi của các mẫu thử nghiệm được trình bày cụ thể trong Bảng 3.

Bảng 3. Lực cắt tương đối (H/H₀) của bồn bồn khi xử lý ở các nồng độ acid theo thời gian bảo quản lạnh

Nồng độ AA (%)	Nồng độ CA (%)	H/H ₀				
		Ngày 3	Ngày 6	Ngày 9	Ngày 12	Ngày 15
0 (Đối chứng)	0 (Đối chứng)	97,22±6,94 ^{ABCa}	91,64±3,70 ^{DEa}	-	-	-
0	0,5	100,01±4,50 ^{ABCB}	93,81±5,53 ^{ABCDEb}	112,89±7,68 ^{ABCa}	-	-
0	0,75	98,53±21,03 ^{ABCa}	98,80±17,86 ^{BCDEa}	104,98±10,86 ^{ABCDEFa}	-	-
0	1	99,36 ±7,26 ^{ABCa}	91,49±16,13 ^{DEa}	103,62±10,81 ^{ABCDEFa}	-	-
0,5	0	87,78±4,80 ^{Ca}	101,25±8,98 ^{ABCDEa}	92,25±10,71 ^{Fa}	104,56±11,18 ^{Ab}	-
0,5	0,5	95,59±13,21 ^{ABCB}	114,52±4,07 ^{Aa}	99,51±2,00 ^{BCDEFab}	-	-
0,5	0,75	93,28±1,71 ^{ABCab}	89,53±13,77 ^{Eb}	111,66±8,50 ^{ABCDa}	-	-
0,5	1	89,73±5,51 ^{ABCC}	104,17±8,36 ^{ABCDEb}	118,92±1,88 ^{Aa}	-	-
0,75	0	95,39±5,32 ^{ABCB}	108,34±6,67 ^{ABCa}	104,60±3,60 ^{ABCDEFab}	107,26±1,27 ^{Aa}	101,60±6,59 ^{ab}
0,75	0,5	89,20±9,60 ^{BCb}	97,66±3,94 ^{CDEab}	108,73±8,31 ^{ABCDEFa}	86,34±15,13 ^{Bb}	-
0,75	0,75	97,05±1,37 ^{ABCB}	102,57±13,03 ^{ABCDEab}	115,36±4,60 ^{ABa}	105,39±5,91 ^{ABab}	-
0,75	1	95,67±7,82 ^{ABCB}	100,10±5,05 ^{ABCDEab}	108,97±7,09 ^{ABCDEFab}	110,05±9,61 ^{Aa}	-
1	0	104,63±8,15 ^{Aa}	105,35±4,10 ^{ABCDa}	110,23±12,60 ^{ABCDEa}	105,00±3,18 ^{ABa}	-
1	0,5	104,30±6,92 ^{ABa}	113,61±12,63 ^{ABa}	93,92±18,48 ^{EFa}	104,69±9,07 ^{ABa}	-
1	0,75	92,49±14,09 ^{ABCa}	109,24±1,50 ^{ABCa}	95,76±10,78 ^{CDEFa}	104,42±4,64 ^{ABa}	-
1	1	99,65±7,14 ^{ABCa}	106,53±3,09 ^{ABCDa}	95,47±18,12 ^{DEFa}	109,59±23,69 ^{Aa}	-

Ghi chú: AA - ascorbic acid; CA - citric acid.

Kết quả được trình bày dưới dạng trung bình±độ lệch chuẩn của 3 lần lặp lại. Các chữ cái thường khác nhau trong cùng một hàng và các chữ cái hoa khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt của các nghiệm thức, mức độ tin cậy 95% theo phép thử

Bảng 3 cho thấy khi tiến xử lý bằng cách ngâm bồn bồn trong dung dịch cố định nồng độ sodium chloride, calcium chloride và thay đổi nồng độ citric acid cũng như ascorbic acid giúp duy trì đặc tính cấu trúc và giá trị cảm quan thông qua màu sắc trắng sáng của nguyên liệu. Ở điều kiện xử lý riêng lẻ ascorbic acid 0,75% và không có sự tham gia của citric acid không có sự thay đổi đáng kể về giá trị lực cắt qua các ngày bảo quản đồng thời cũng là nồng độ có khả năng duy trì thời hạn sử dụng của bồn bồn tươi ở thời gian lâu nhất trong quá trình khảo sát. Việc ngâm bồn bồn trong dung dịch có calcium giúp làm săn chắc các mô (Van Buren, 1979). Kết quả ở một vài nghiên cứu gần đây cũng chỉ ra những phương pháp giúp bảo quản rau quả sau khi thu hoạch như sử dụng bao bì khí quyển (MAP) (Ranjitha et al., 2018).

Tóm lại, việc tiến xử lý bằng cách ngâm trong dung dịch ở các nồng độ khác nhau có hiệu quả trong việc cải thiện màu sắc của nguyên liệu nhờ ức chế được sự hóa nâu do enzyme và duy trì đặc tính cấu trúc cho bồn bồn tươi. Sự kết hợp trong quá trình tiến xử lý bồn bồn từ nghiên cứu này cho thấy ở nồng độ citric acid, ascorbic acid, sodium chloride và calcium chloride lần lượt là 0%, 0,75%, 0,5% và 0,5% cho hiệu quả tốt nhất.

3.3. Đánh giá ảnh hưởng của độ chân không trong quá trình bao gói

Sau khi lựa chọn được loại và nồng độ phụ gia bổ sung vào dung dịch ngâm để cải thiện màu sắc và cấu trúc, việc khảo sát độ chân không thích hợp của bao bì PA trong quá trình bảo quản lạnh được thực hiện nhằm kéo dài thời gian duy trì độ tươi của bồn bồn là cần thiết. Việc điều chỉnh lượng oxy trong bao bì đóng vai trò quan trọng đối với sự sống của các mô thực vật, đồng thời hạn chế quá trình hóa nâu do enzyme; đặc biệt trong môi trường có nồng độ oxy thấp (Garcia & Barrett, 2002). Trong nội dung nghiên cứu, chỉ tiêu màu sắc của bồn bồn được đánh giá dựa trên thông số độ sáng tương đối (L*/L₀, %) nhằm theo dõi sự thay đổi của sản phẩm dưới các mức độ chân không khác nhau. Kết quả khảo sát được thể hiện trong Bảng 4.

Kết quả ở Bảng 4 cho thấy, độ sáng tương đối (L*/L₀, %) của bồn bồn tươi đều giảm theo thời gian ở các mức độ chân không khác nhau. Bồn bồn được bao gói ở các độ chân không 60, 80 và 95% có thể bảo quản lạnh trong 15 ngày. Đối với mẫu có độ chân không 0% quan sát thấy độ sáng tương đối (L*/L₀, %) giảm nhanh chóng từ 100 xuống còn 94,70 và chỉ bảo quản lạnh được đến ngày thứ 5. Điều này có thể do phản ứng hóa nâu xảy ra thường

xuyên ở điều kiện môi trường có nồng độ oxy cao. Trong quá trình hô hấp của tế bào rau quả, mô tế bào thực vật chịu nhiều tác động của các yếu tố oxy, nhiệt độ, ánh sáng làm chúng bị tổn thương. Vì thế, các tác nhân này đẩy nhanh quá trình oxy hóa các hợp chất phenol, điển hình như tryosine thành melanin làm màu sắc chuyển sang màu sậm (Nguyen, 2005). Độ sáng tương đối (L^*/L_o , %) của bồn bồn tươi ở độ chân không 80% và 95% khá tốt so với độ chân không 60% trong cùng ngày bảo quản thứ 15 và khác biệt có ý nghĩa thống kê. Kết quả này tương đồng với công bố là để kéo dài thời hạn sử dụng việc kết hợp acid hữu cơ, đóng gói hút chân không và bảo quản lạnh nhằm nâng cao chất lượng của sản phẩm (Denoya et al., 2015). Phản ứng hóa nâu do enzyme tạo ra bị hạn chế bởi nồng độ oxy

thấp do môi trường chân không tạo ra (Denoya et al., 2015). Tùy theo loại thực vật phù hợp và điều kiện hút chân không để bảo quản khác nhau (Garcia & Barrett, 2002). Kết quả khảo sát cho thấy bồn bồn tươi phù hợp với độ chân không 80% để duy trì màu sắc và kéo dài thời gian bảo quản được 15 ngày.

Cấu trúc là một trong những tính chất vật lý quan trọng, không chỉ của bồn bồn tươi mà còn của các loại rau quả nói chung. Tuy nhiên, cấu trúc của sản phẩm rất dễ bị ảnh hưởng bởi các yếu tố tác động từ môi trường bên ngoài. Kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của các độ chân không khác nhau lên cấu trúc của bồn bồn tươi được trình bày chi tiết trong Bảng 5.

Bảng 4. Sự thay đổi độ sáng (L^*) của bồn bồn tươi ở các độ chân không trong bảo quản lạnh

Độ chân không (%)	Độ sáng tương đối L^*/L_o (%)			
	Ngày 0	Ngày 5	Ngày 10	Ngày 15
0 (đối chứng)	100,00±0,91 ^A	94,70±0,20 ^{Bc}	-	-
60	100,00±0,91 ^A	98,92±0,41 ^{Bb}	98,63±0,42 ^{Bb}	95,15±0,06 ^{Cb}
80	100,00±0,91 ^B	101,86±0,34 ^{Aa}	100,36±0,45 ^{Ba}	96,74±0,14 ^{Ca}
95	100,00±0,91 ^B	101,58±0,29 ^{Aa}	99,15±0,07 ^{Bb}	96,70±0,24 ^{Ca}

Kết quả được trình bày dưới dạng trung bình±độ lệch chuẩn của 3 lần lặp lại. Các chữ cái thường khác nhau trong cùng một cột và các chữ cái hoa khác nhau trong cùng một hàng biểu thị sự khác biệt của các nghiệm thức, mức độ tin cậy 95% theo phép thử

Bảng 5. Lực cắt tương đối (H/H_o) của bồn bồn tươi khi bảo quản lạnh trong bao bì chân không

Độ chân không (%)	Lực cắt H/H_o (%)			
	Ngày 0	Ngày 5	Ngày 10	Ngày 15
0	100,00±0,00 ^A	96,31±8,17 ^{Aa}	-	-
60	100,00±0,00 ^B	92,83±3,02 ^{Ba}	94,12±2,88 ^{Ba}	121,15±14,86 ^{Aa}
80	100,00±0,00 ^A	98,25±6,27 ^{Aa}	101,55±19,91 ^{Aa}	105,75±7,40 ^{Aa}
95	100,00±0,00 ^{BC}	91,25±3,09 ^{Ca}	109,53±9,43 ^{ABa}	120,01±14,12 ^{Aa}

Kết quả được trình bày dưới dạng trung bình±độ lệch chuẩn của 3 lần lặp lại. Các chữ cái thường khác nhau trong cùng một cột và các chữ cái hoa khác nhau trong cùng một hàng biểu thị sự khác biệt, mức độ tin cậy 95% theo phép thử

Vì bao bì chân không giúp làm giảm lượng oxy nên có thể ức chế hô hấp và chuyển hóa hiệu quả trong trái cây và rau quả, do đó làm chậm quá trình lão hóa (Fang et al., 2018) nên giúp bồn bồn giữ được độ tươi và cấu trúc ổn định trong quá trình bảo quản. Bồn bồn tươi khi bảo quản ngoài môi trường không thể kéo dài khả năng sử dụng hơn 5 ngày. Trong khi đó, nếu bảo quản bồn bồn bằng bao bì chân không có thể giúp bảo quản bồn bồn đến tối đa 15 ngày ở các nồng độ chân không 60, 80, 95%. Có thể nhận thấy quy luật biến đổi của số liệu là giống nhau do quá trình lão hóa đã xảy ra và sự biến đổi của cellulose làm cho cấu trúc của bồn bồn trở nên dai hơn và cần lực tác động lớn hơn để phá vỡ cấu trúc. Nhưng ngày bảo quản 15 ở nồng độ chân không 80% có giá trị lực cắt 105,75 phù hợp nhất do khác biệt chỉ khoảng 5% so với bồn bồn tươi. Vì thế,

mức độ không khí bị rút ra ở 80% là tối ưu cho quá trình bảo quản.

4. KẾT LUẬN

Việc sử dụng phương thức kết hợp tiền xử lý bồn bồn tươi trong dung dịch ngâm acid ascorbic, NaCl và $CaCl_2$ lần lượt là 0,75; 0,5 và 0,5% giúp ức chế hóa nâu hiệu quả và giúp duy trì sản phẩm sau 15 ngày bảo quản lạnh. Chất lượng bồn bồn tươi đạt tốt hơn ở ngày thứ 15 khi kết hợp độ chân không 80% bằng bao bì PA ở từ mát 4°C.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm thực hiện đề tài nghiên cứu khoa học (THS2024-167) của sinh viên ngành Công nghệ Thực phẩm chất lượng cao xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí từ Trường Đại học Cần Thơ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO (REFERENCES)

- Association of Official Analytical Chemists. (2023). *AOAC 950.46 - Official Methods of Analysis of Moisture*.
- Bao-hua, R., Wang, S., Chang, T., & Shi, L. (2010). Studies on the enzymatic characteristics of polyphenol oxidase in lotus sprout. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 19, 276-280.
- Denoya, G. I., Vaudagna, S. R., & Polenta, G. (2015). Effect of high pressure processing and vacuum packaging on the preservation of fresh-cut peaches. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 801-806.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.09.036>
- Fang, Z. Z., Duan, Z. W., Dou, Z. H., Ai, H. E., & Xie, H. (2018). Effects of different vacuum packaging treatment with low temperature on storage quality of fresh-cut pineapple. *Science and Technology of Food Industry*, 39(6), 259-264.
- Garcia, E., & Barrett, D. M. (2002). Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables. Fresh-cut fruits and vegetables, 267-304.
- Jayachandran, K. S., Srihari, D., & Reddy, Y. N. (2005). Post-harvest application of selected antioxidants to improve the shelf life of guava fruit. In *I International Guava Symposium* 735 (pp. 627-632).
- Kader, A. A. (2002). *Postharvest technology of horticultural crops*. Regents of the University of California, Division of Agricultural and Natural Resources.
- Langdon, T. T. (1987). Preventing browning in freshly prepared potatoes without the use of sulfiting agents. *Food Technology*, 41(64), 66-67.
- Lee, J. Y., Park, H. J., Lee, C. Y., & Choi, W. Y. (2003). Extending shelf-life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. *LWT- Food Science and Technology*, 36(3), 323-329. DOI: 10.1016/S0023-6438(03)00014-8
- Manju, S., Jose, L., Gopal, T. S., Ravishankar, C. N., & Lalitha, K. V. (2007). Effects of sodium acetate dip treatment and vacuum-packaging on chemical, microbiological, textural and sensory changes of Pearlsplot (*Etiopis suratsensis*) during chill storage. *Food Chemistry*, 102(1), 27-35.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.04.037>
- Marshall, M. R., Kim, J., & Wei, C. (2000). *Enzymatic browning in fruits, vegetables and sea foods*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Mayer, A. A., & Harel, E. (1991). *Phenoloxidases and their significance in fruits and vegetables*. In Fox, P. F. (Ed), *Food Enzymology* (pp. 373-398). New York: Elsevier.
- National Standard Vietnam. (2007). TCVN 7806: 2007 - Fruit and vegetable products - Determination of pH.
- Ngo, T. D. T., Lam, T. N. M., Vo, C. L., & Hans, B. (2018). Phytoremediation Potential of Typha orientalis and Scirpus littoralis in Removal of Nitrogen and Phosphorus from Intensive Whiteleg Shrimp Wastewater. *E3S Web of Conferences* 68, 04003.
- Ngo, T. D. T., Pham, V. T., Vo, H. V., Vo, H. N., Do, H. T. N., & Vo, T. P. T. (2021). Growth and biomass allocation in cattail (*Typha orientalis*), grey sedge (*Lepironia articulata*) and bulrush (*Scirpus littoralis*) on acid sulfate soils. *Can Tho University Journal of Science*, 57(1), 152-162. (in Vietnamese).
- Nguyen, M. K. (2005). *Textbook on agricultural produce preservation*. Educational publishing house (in Vietnamese).
- Nguyen, M. V., Huynh, T. N., & Tran, T. T. (2014). Pretreatment followed by preservation method to remain the color and texture of postharvest lotus sprout. *Can Tho University Journal of Science*, 116-123 (in Vietnamese).
- Nogales-Delgado, S. (2021). Polyphenoloxidase (PPO): Effect, current determination and inhibition treatments in fresh-cut produce. *Applied Sciences*, 11(17), 7813.
- Pham, V. S., & Bui, T. N. T. (1991). *Food analysis*. Hanoi University of Science and Technology.
- Pizzocaro, F., Torreggiani, D., & Gilardi, G. (1993). Inhibition of apple polyphenoloxidase (PPO) by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride. *Journal of Food Processing and Preservation*, 17(1), 21-30.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.17454549.1993.tb00223.x>
- Ranjitha, K., Rao, D. S., Shivashankara, K. S., & Roy, T. K. (2018). Integrating calcium chloride treatment with polypropylene packaging improved the shelf life and retained the quality profile of minimally processed cabbage. *Food Chemistry*, 256, 1-10.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.012>
- Rosen, J. C., & Kader, A. A. (1989). Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruits. *Journal of Food Science*, 54(3), 656-659.
- Singh, B., Suri, K., Shevkani, K., Kaur, A., Kaur, A., & Singh, N. (2018). *Enzymatic browning of fruit and vegetables: A review. Enzymes in food technology* (pp. 63-78). Springer Singapore.
https://doi.org/10.1007/978-981-13-1933-4_4
- Suttirak, W., & Manurakchinakorn, S. (2010). Potential application of ascorbic acid, citric acid

- and oxalic acid for browning inhibition in fresh-cut fruits and vegetables. *Walailak Journal of Science and Technology (WJST)*, 7(1), 5-14.
- Van Buren, J. P. (1979). The chemistry of texture in fruits and vegetables. *Journal of Texture Studies*, 10(1), 1-23.
<https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1979.tb01305.x>
- Walker, J. R. L. (1977). Enzymic browning in foods: its chemistry and control. *Food Technol.*, 31, 19-27.
- Zawistowski, J. (1991). Polyphenol oxidase. *Oxidative Enzymes in Foods*, 217-274.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126561>
- Zhou, L., Liao, T., Liu, W., Zou, L., Liu, C., & Terefe, N. S. (2020). Inhibitory effects of organic acids on polyphenol oxidase: From model systems to food systems. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60(21), 3594-3621.