

ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ TÁC NHÂN XỬ LÝ ĐẾN HÀM LƯỢNG BETACYANIN VÀ MỨC ĐỘ HỒNG TRÁI THANH LONG RUỘT ĐỎ (*Hylocereus polyrhizus*) TRONG QUÁ TRÌNH BẢO QUẢN

Hồ Quốc Việt^{1,*}, Nguyễn Thị Kim Tuyền¹, Trương Thị Tú Trân¹,
Tô Tố Trân², Lê Thị Thuỳ Linh³, Trần Thị Như Hà³,
Nguyễn Bảo Lộc³, Hà Thanh Toàn³, Nguyễn Hữu Thanh^{4,5}

TÓM TẮT

Thanh long là cây nhiệt đới có ở khắp nơi trên thế giới. Ngày nay, thanh long ruột đỏ trở nên phổ biến vì có giá trị kinh tế cao, các đặc tính dinh dưỡng và dược liệu của chúng. Nghiên cứu được thực hiện với mục đích đánh giá mức độ hồng và sự ổn định của betacyanin trong quá trình tồn trữ trái tươi khi được xử lý bằng các dung dịch rửa và bao bì bảo quản khác nhau. Kết quả thí nghiệm cho thấy, khi thanh long được rửa sạch bằng dung dịch kali sorbate (3%) giúp làm chậm quá trình hồng của vỏ quả (11,6%, sau 5 ngày bảo quản) và tăng tính ổn định của betacyanin (365,6 mg/L, sau 5 ngày bảo quản). Màng bao chitosan cũng mang lại hiệu quả bảo quản khác biệt, cụ thể: Mức độ hồng vỏ quả (15,1%) và hàm lượng betacyanin (333,4 mg/L) sau 9 ngày bảo quản ở nhiệt độ phòng.

Từ khoá: *Betacyanin, Hylocereus polyrhizus, thanh long ruột đỏ, bảo quản.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thanh long là loại trái cây phổ biến ở các nước nhiệt đới [1]. Hiện nay, loài cây này được trồng nhiều ở các nước trong khu vực Đông Nam Á như: Việt Nam, Malaysia, Thái Lan, Philippines, Indonesia (đặc biệt là ở miền Tây đảo Java); miền Nam Trung Quốc, Đài Loan (Trung Quốc) và một số khu vực khác [2]. Tại Việt Nam, thanh long ruột trắng (*Hylocereus undatus*) và thanh long ruột đỏ (*Hylocereus polyrhizus*) là hai loài thanh long được trồng rộng rãi ở 55/63 tỉnh, thành phố, chiếm khoảng 5% tổng diện tích canh tác [3]. Tổng diện tích trồng thanh long của Việt Nam được mở rộng nhanh chóng từ 5.512 ha năm 2000 lên 55.419 ha năm 2018, với tổng sản lượng thu hoạch là

1.074.242 tấn và xuất khẩu trị giá khoảng 1,1 tỷ USD [4].

Không chỉ là loại trái cây có hình dáng, màu sắc hấp dẫn, thanh long còn có hương vị thơm ngon và nhiều thành phần dinh dưỡng có giá trị cao [5]. Thịt quả và vỏ quả thanh long ruột đỏ chứa lượng lớn chất màu betacyanin, là nhóm sắc tố tự nhiên chứa nitơ và tan trong nước [6]. Trong quá trình trồng thanh long, lượng betacyanin tăng theo mức độ chín của quả [7]. Bên cạnh tác dụng tạo màu, gần đây hợp chất màu betacyanin được đặc biệt quan tâm do chúng còn là hợp chất có nhiều hoạt tính sinh học quý cho sức khỏe như khả năng chống oxy hóa [8 - 10] và các hoạt động loại trừ gốc tự do [11]. Betacyanin cũng có vai trò ức chế tế bào ung thư buồng trứng và bàng quang [12].

Tuy nhiên, trong quá trình bảo quản, vỏ quả, các thành phần dinh dưỡng và chất màu betacyanin sẽ dần bị phân hủy [13]. Sự ổn định của hợp chất màu betacyanin bị ảnh hưởng rất lớn

¹ Trường Đại học Kiên Giang

² Chi Cục an toàn vệ sinh thực phẩm tỉnh Kiên Giang

³ Trường Đại học Cần Thơ

⁴ Trường Đại học An Giang

⁵ Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

*Email: hqviet@vnkgu.edu.vn

bởi các điều kiện xử lý và tồn trữ [14]. Nếu điều kiện bảo quản không phù hợp sẽ làm giảm giá trị cảm quan cũng như các hoạt tính sinh học quý giá vốn có trong trái thanh long ruột đỏ.

Trên cơ sở đó, nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu tìm ra sự ảnh hưởng của các tác nhân xử lý đến mức độ hỏng và tính ổn định của betacyanin, từ đó xác định được các thông số thích hợp nhằm nâng cao giá trị và kéo dài thời gian bảo quản trái thanh long ruột đỏ.

2. NGUYÊN VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu, hóa chất và thiết bị

Nguyên liệu thí nghiệm trong nghiên cứu này là giống thanh long ruột đỏ H14, được thu mua từ những nhà vườn tại huyện U Minh Thượng, tỉnh Kiên Giang. Thời gian thu hoạch từ tháng 5 đến tháng 10 hằng năm. Trái thanh long ruột đỏ được lựa chọn đồng đều về thời gian thu hoạch (28 - 30 ngày kể từ sau khi hoa nở), kích thước (từ 300 - 400 g) và độ chín (màu đỏ đậm đồng đều trên toàn bề mặt của trái, không có vết nứt trên vỏ, chắc tự nhiên, tai vỏ cứng, không nứt có màu xanh hoặc vàng). Trong quá trình vận chuyển cần hạn chế va đập làm ảnh hưởng đến phẩm chất trái.

Các hoá chất sử dụng gồm: Axit axetic, axit citric, natri phosphate, kali sorbate, ozone, chitosan của Trung Quốc, được cung cấp bởi Công ty Cổ phần Hóa chất miền Nam, thành phố Cần Thơ.

Thiết bị, dụng cụ:

- Tủ mát (VH-8009HP, Sanaky, Nhật Bản): Dung tích 800 L, dải nhiệt độ 0 - 10°C.

- Máy đo pH (HI2020-01, Hanna, Ý): Phạm vi pH đo từ -2 - 16, độ phân giải 0,01, độ chính xác $\pm 0,01$.

- Khúc xạ kế cầm tay (ATC, Atago, Nhật Bản): Dải đo 0 - 32% (N-1E), 28 - 62% (N-2E), 58 - 92% (N-3E), độ phân giải 0,2%, độ chính xác $\pm 0,2\%$.

- Cân phân tích: 1 số lẻ (Trung Quốc, dải cân đối đa 2.000 g, độ chính xác $\pm 0,1$ g), 2 số lẻ (JJ200, G&G, Trung Quốc, dải cân đối đa 200 g, độ chính

xác $\pm 0,01$ g), 4 số lẻ (PR-series, Ohaus, Mỹ, dải cân đối đa 220 g, độ chính xác $\pm 0,0001$ g).

- Máy đo quang phổ UV-Vis (722N, Inesa, Trung Quốc): Dải bước sóng 380 - 1.000 nm, độ chính xác ± 2 nm.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Khi vận chuyển đến phòng thí nghiệm, thanh long ruột đỏ được bố trí ngay các nội dung thực hiện trong nghiên cứu. Lượng mẫu 30 trái (tương đương 10 kg) cho mỗi nghiệm thức, sau 2 ngày bảo quản sẽ lấy 3 trái đem phân tích các chỉ tiêu theo dõi và ghi nhận kết quả. Sử dụng nhiệt độ phòng trong các thí nghiệm bảo quản, khi trái thanh long có dấu hiệu hỏng (quả mềm, mùi lạ, có dấu hiệu chảy nước quá, vỏ quả hỏng trên 50%) sẽ kết thúc nội dung nghiên cứu.

2.2.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của dung dịch rửa đến hàm lượng betacyanin và mức độ hỏng trái thanh long ruột đỏ trong quá trình bảo quản

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại theo 1 nhân tố (dung dịch rửa).

- *Mẫu đối chứng*: Thanh long ruột đỏ được loại bỏ tạp chất, vỏ vụn, ... không xử lý rửa, sau đó bảo quản ở nhiệt độ phòng.

- *Dung dịch axit axetic*: Thanh long sau khi loại bỏ tạp chất được ngâm rửa bằng dung dịch axit axetic 1%, thời gian 60 giây. Thông số xử lý rửa bằng dung dịch axit axetic dựa trên kết quả nghiên cứu của Mokhtar và cs (2020) [15] và các thử nghiệm thăm dò trên nguyên liệu là trái thanh long ruột đỏ. Sau đó, mẫu được để ráo tự nhiên và tiến hành bảo quản trong điều kiện nhiệt độ phòng.

- *Dung dịch kali sorbate*: Thanh long sau khi loại bỏ tạp chất được ngâm rửa bằng dung dịch kali sorbate 3%, thời gian 60 giây. Thông số bố trí này dựa trên kết quả nghiên cứu của Montesinos-Herrero và cs (2009) [16] và các thử nghiệm thăm dò trên nguyên liệu là trái thanh long ruột đỏ. Sau đó mẫu được để ráo và tiến hành bảo quản ở nhiệt độ phòng.

- *Dung dịch ozone*: Thanh long sau khi loại bỏ tạp chất được ngâm rửa bằng dung dịch ozone 0,3 ppm, thời gian 5 phút. Thông số xử lý rửa bằng dung dịch ozone dựa trên kết quả nghiên cứu của Thụy và Tai (2022) [17] và các thử nghiệm thăm dò phù hợp trên nguyên liệu là trái thanh long ruột đỏ. Sau đó mẫu được để ráo và tiến hành bảo quản ở nhiệt độ phòng.

Sau thời gian 2 ngày, mỗi nghiệm thức lấy 3 trái đem phân tích các chỉ tiêu theo dõi: Hàm lượng betacyanin (mg/100 g), tỷ lệ hồng vỏ quả (%), hàm lượng chất khô hoà tan (°Brix).

2.2.2. Nghiên cứu ảnh hưởng bao bì đến hàm lượng betacyanin và mức độ hồng trái thanh long ruột đỏ trong quá trình bảo quản

Nguyên liệu sau khi được xử lý rửa theo nghiệm thức tốt nhất từ thí nghiệm 1 tiếp tục được bố trí thí nghiệm ngẫu nhiên theo 1 nhân tố (bao bì) với 3 lần lặp lại.

- *Mẫu đối chứng*: Thanh long ruột đỏ sau khi rửa được bảo quản ở nhiệt độ phòng, không sử dụng bao gói.

- *Bao bì Polypropylene (PP)*: Mẫu thanh long được cho vào bao bì PP (có đục lỗ 3 - 4%, kích thước 4 - 5 mm) làm kín miệng bao bì và tiến hành bảo quản ở nhiệt độ phòng. Các thông số bố trí cho nghiệm thức này dựa vào nghiên cứu của Hoa và cs (2006)[18] và các thử nghiệm thăm dò cho phù hợp với thiết bị thực hiện, nguyên liệu sử dụng là trái thanh long ruột đỏ.

- *Màng bao chitosan*: Thanh long được nhúng phủ trong dung dịch chitosan 3% w/v có bổ sung 0,15% w/v kali sorbate và tiến hành bảo quản ở nhiệt độ phòng. Các thông số bố trí cho nghiệm thức này dựa vào nghiên cứu của Chutichudet and Chutichudet (2011), Morako and *et al.* (2020) [19, 20] và các thử nghiệm thăm dò cho phù hợp với thiết bị thực hiện, nguyên liệu sử dụng là trái thanh long ruột đỏ.

Sau thời gian 2 ngày, mỗi nghiệm thức lấy 3 trái đem phân tích các chỉ tiêu theo dõi: Hàm

lượng betacyanin (mg/100 g), tỷ lệ hồng vỏ quả (%), hàm lượng chất khô hoà tan (°Brix).

2.3. Phương pháp phân tích

2.3.1. Xác định tỷ lệ hồng vỏ quả

Được xác định theo phương pháp của Wu và cs (2020) [21]. Diện tích hồng vỏ quả được đánh giá bằng phương pháp cho điểm. Thang điểm cụ thể: 0 (không có dấu hiệu hồng); 1 (hồng nhẹ); 2 (diện tích hồng $\leq 1/4$); 3 (hồng từ $1/4 - 1/2$ diện tích vỏ quả); 4 (diện tích hồng $\geq 1/2$). Tỷ lệ hồng vỏ quả được xác định theo công thức [21]:

$$\frac{\sum(\text{điểm đánh giá} \times \text{số quả tương ứng})}{4 \times \text{tổng số quả}}$$

2.3.2. Xác định trái thanh long hồng

Trái bị hồng được xác định bằng cách theo dõi sự xuất hiện của hư hại vật lý trên các mẫu thanh long trong quá trình bảo quản [22]. Trái bị hồng khi tỷ lệ tổn thương vỏ quả (>30%), hoặc có sự xuất hiện của nấm mốc, mùi ôi, chảy dịch quả...

2.3.3. Xác định hàm lượng betacyanin

Hàm lượng betacyanin tổng số trong thanh long ruột đỏ được xác định theo phương pháp của Wong và Siow (2015) [23]. Trái thanh long sau thời gian bố trí thí nghiệm được tách lấy thịt quả, xay nhuyễn và lọc lấy dịch quả. Mẫu dịch quả thanh long được pha loãng trong dung dịch đệm 0,1 M axit citric (30 mL) và 0,2 M natri phosphate (70 mL) (pH 6,5). Tất cả mẫu thí nghiệm được đo độ hấp thụ bằng máy đo quang phổ ở bước sóng 537 nm. Hàm lượng betacyanin tổng số được tính theo công thức:

$$Bc = \frac{Abs \cdot DF \cdot MW \cdot 1000}{\epsilon}; \text{ (mg/L)}$$

Trong đó: Bc là hàm lượng betacyanin tổng số (mg/L); Abs là giá trị hấp thụ tại bước sóng 538 nm; DF là hệ số pha loãng; MW là khối lượng phân tử của betacyanin (550 g/mol); ϵ là độ hấp thụ phân tử của betacyanin trong nước (60.000 L/mol.cm).

Tỉ lệ betacyanin còn lại sau thời gian bảo quản được tính toán theo công thức của Schweiggert và cs (2009) [24] như sau:

$$\text{Tỉ lệ betacyanin còn lại (\%)} = \frac{BC_1}{BC_0} \times 100$$

Trong đó: BC_0 là hàm lượng betacyanin ban đầu; BC_1 là hàm lượng betacyanin cuối cùng.

2.3.4. Phương pháp xác định hàm lượng chất khô

Hàm lượng chất khô được xác định bằng phương pháp đo chỉ số khúc xạ, các bước thực hiện theo TCVN 10375:2014 (ISO 1743:1982) [25].

2.3.5. Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

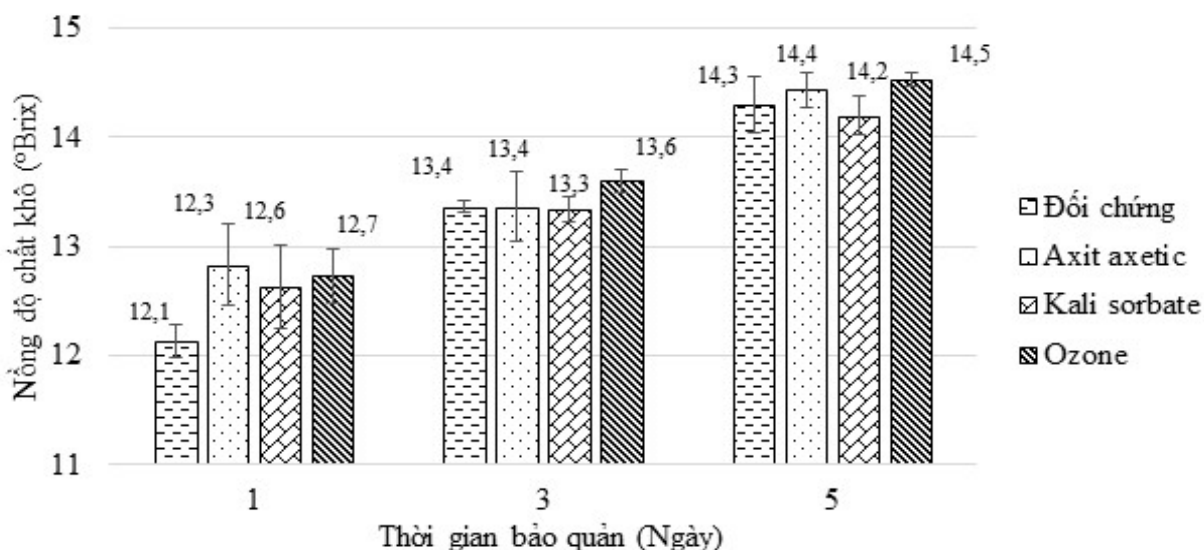
Phần mềm Microsoft Excel (phiên bản 2021) được sử dụng để tính toán và vẽ các đồ thị. Kết quả

thu được trong các thí nghiệm được biểu thị bằng giá trị trung bình. Phần mềm thống kê Statgraphic Centurion (phiên bản 19.01.0002) được sử dụng để phân tích phương sai (Analysis of variance - ANOVA) nhằm thấy được mức độ ảnh hưởng của từng nhân tố cũng như tương tác của các nhân tố đến chỉ tiêu thu nhận và kiểm định mức độ khác biệt ý nghĩa của các nghiệm thức thông qua LSD (Least significant difference: khác biệt có ý nghĩa nhỏ nhất) ở độ tin cậy 95% (giá trị P (Probability - xác suất) nhỏ hơn 0,05).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của dung dịch rửa đến hàm lượng betacyanin và mức độ hỏng trái thanh long ruột đỏ trong quá trình bảo

3.1.1. Hàm lượng chất khô hòa tan



Hình 1. Ảnh hưởng của dung dịch rửa đến nồng độ chất khô

Kết quả ở hình 1 cho thấy, nồng độ chất khô của trái thanh long ruột đỏ ở tất cả các nghiệm thức đều có xu hướng tăng dần trong quá trình bảo quản, kết quả thống kê cho thấy, có khác biệt ý nghĩa giữa thời gian bảo quản sau 1, 3 và 5 ngày. Sau thu hoạch, protopectin bị thủy phân chuyển hóa thành pectin hòa tan, các polysaccharide khác như xenluloza, hemixenluloza và tinh bột trong trái cây cũng thủy phân, từ đó tích lũy dần và làm tăng hàm lượng chất khô hòa tan [26]. Tuy nhiên, mẫu đối chứng (không rửa) có nồng độ chất khô

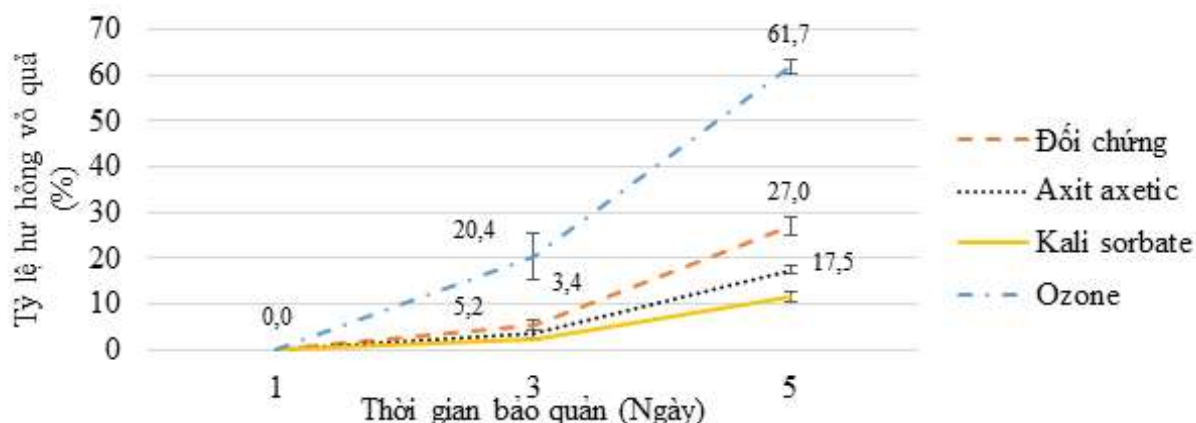
tăng ít hơn và có khác biệt ý nghĩa thống kê so với mẫu thanh long rửa bằng axit axetic và ozone, nhưng lại tăng không khác biệt ý nghĩa so với mẫu rửa bằng kali sorbate. Hiện tượng này cho thấy, khi sử dụng axit axetic và ozone làm dung dịch rửa sẽ thúc đẩy quá trình chín của thanh long sau thu hoạch. Cụ thể, sau 5 ngày bảo quản thì hàm lượng chất khô của mẫu thanh long rửa bằng axit axetic còn 14,4°Bx, kali sortbate còn 14,2°Bx, ozone còn 14,5°Bx và mẫu đối chứng còn 14,3°Bx. Kết quả

cũng cho thấy, kali sorbate không làm ảnh hưởng đến các biến đổi sinh hoá của quả sau thu hoạch.

3.1.2. Tỷ lệ hỏng vỏ quả

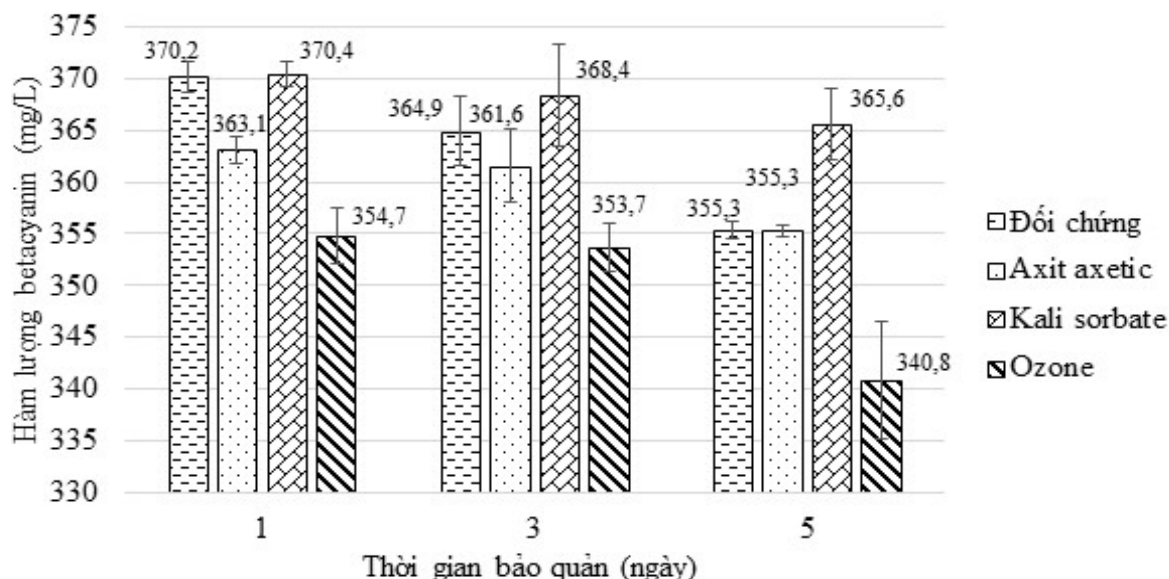
Đây là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng cũng như tính kinh tế của quả trong quá trình tồn trữ. Trong quá trình bảo quản không tránh khỏi sự mất khối lượng và thời gian bảo quản kéo dài dẫn đến tỷ lệ hỏng vỏ quả ngày càng tăng, chủ yếu do quá trình phát triển của vi sinh vật. Ở các chế độ rửa quả thanh long khác nhau sẽ dẫn đến sự hỏng vỏ quả khác nhau (Hình 2). Thời gian bảo quản càng dài, tỷ lệ hỏng vỏ quả càng tăng. Giữa các mẫu sử dụng dung dịch rửa khác nhau cho tỷ lệ hỏng vỏ quả khác biệt có ý nghĩa thống kê. Cụ thể, sau 5 ngày bảo quản, tỷ lệ hỏng

vỏ quả của mẫu thanh long rửa bằng ozone là cao nhất và chiếm 61,7%; lần lượt tiếp theo là mẫu đối chứng có tỷ lệ hỏng vỏ quả là 27%, mẫu thanh long rửa bằng axit axetic chiếm 17,5% cuối cùng là mẫu rửa bằng kali sorbate có tỷ lệ hỏng vỏ quả thấp nhất chiếm 11,6%. Kết quả này cho thấy, khả năng kháng khuẩn của kali sorbate đã phát huy tác dụng và phù hợp để sử dụng cho việc giảm sự hỏng vỏ quả thanh long theo thời gian bảo quản. Kết quả này tương đồng với kết quả nghiên cứu của D'Aquino và cs (2013), Parra và cs (2014), Nguyễn Cẩm Tú và cs (2023) [27 – 29] trong việc ứng dụng kali sorbate chống nấm mốc xanh và kéo dài thời gian bảo quản đối với trái họ cam chanh và bí đỏ.



Hình 2. Ảnh hưởng của dung dịch rửa đến tỷ lệ hỏng vỏ quả thanh long

3.1.3. Hàm lượng betacyanin



Hình 3. Ảnh hưởng của dung dịch rửa đến hàm lượng betacyanin

Quá trình oxy hóa là nguyên nhân làm giảm hàm lượng betacyanin trong quả thanh long. Việc sử dụng các dung dịch rửa chứa chất chống oxy hóa như ozone, kalisorbate hoặc axit axetic giúp ổn định betacyanin trong quả thanh long ruột đỏ [14]. Kết quả ở hình 4 cho thấy, với mẫu thanh long rửa bằng kali sorbate (368,14 mg/L) cho hàm lượng betacyanin sau thời gian khảo sát 5 ngày là cao nhất, tiếp theo thứ tự giảm dần là mẫu đối chứng (363,48 mg/L), mẫu thanh long rửa bằng axit axetic (360,01 mg/L) và mẫu thanh long rửa bằng ozone (349,75 mg/L), khác biệt ý nghĩa thống kê với nhau. Tuy nhiên, khi xét đến tỷ lệ betacyanin còn lại sau 5 ngày bảo quản ở bảng 1 cho thấy, dung dịch kali sorbate và axit axetic giúp ổn định betacyanin hiệu quả hơn các nghiệm thức còn lại. Điều này cũng có thể được giải thích rằng ozone có tính oxy hoá mạnh, ngoài việc sát khuẩn, còn phá huỷ tính ổn định của vỏ quả, tăng nhanh cáo biến đổi sinh hoá và sự phân huỷ betacyanin.

Dung dịch kali sorbate và axit axetic có tác dụng sát khuẩn và bảo vệ vỏ quả tốt hơn, góp phần tăng tính ổn định cấu trúc tế bào thịt quả, từ đó bảo vệ tốt betacyanin trước tác động của môi

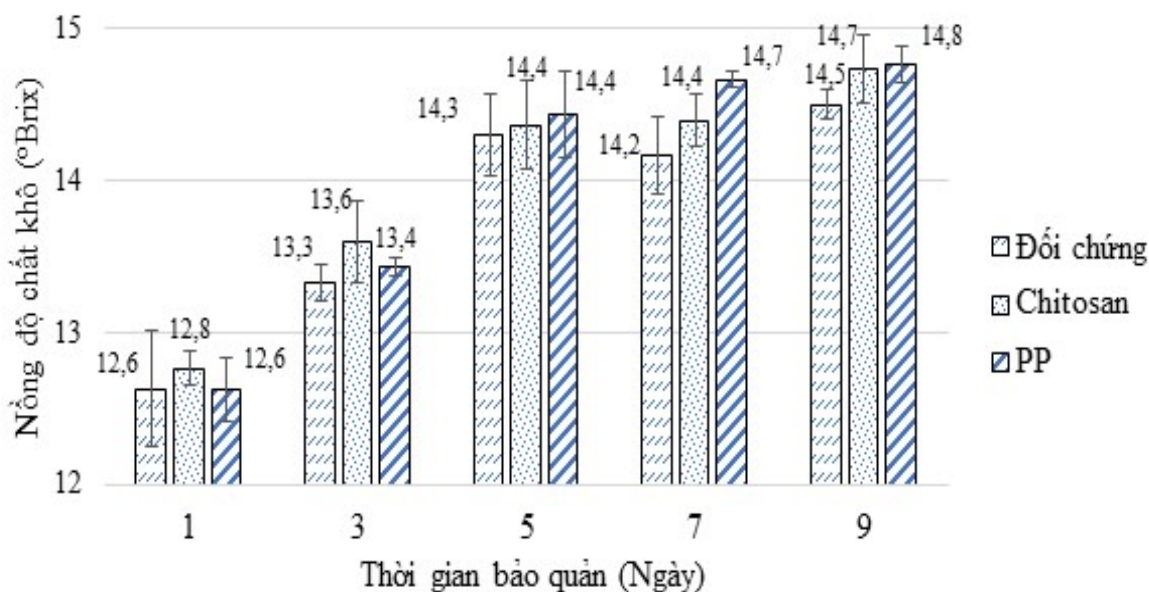
trường bên ngoài. Kali sorbate là muối của axit sorbic, được tạo nên bởi phản ứng hóa học của axit sorbic với potassium hydroxide, có thể hoà tan được trong nước và là chất chống oxy hóa góp phần giúp bảo vệ màu bằng cơ chế chống các tác nhân oxi hóa, do đó có tác dụng rất tốt trong việc duy trì màu betacyanin. Khi có các tác nhân oxi hóa, kali sorbate thay thế betacyanin phản ứng trước, vì vậy làm nguyên vẹn hoặc hạn chế phản ứng oxi hóa của hợp chất màu [30].

Bảng 1. Ảnh hưởng của dung dịch rửa đến tỷ lệ betacyanin còn lại sau 5 ngày bảo quản

Dung dịch rửa	Tỉ lệ betacyanin còn lại (%)
Đối chứng	95,98 ± 0,8
Axit axetic	97,86 ± 0,38
Kali sorbate	98,70 ± 0,57
Ozone	96,07 ± 0,89

3.2. Ảnh hưởng bao bì đến hàm lượng betacyanin và mức độ hỏng trái thanh long ruột đỏ trong quá trình bảo quản

3.2.1. Nồng độ chất khô hòa tan



Hình 4. Ảnh hưởng của bao bì đến nồng độ chất khô

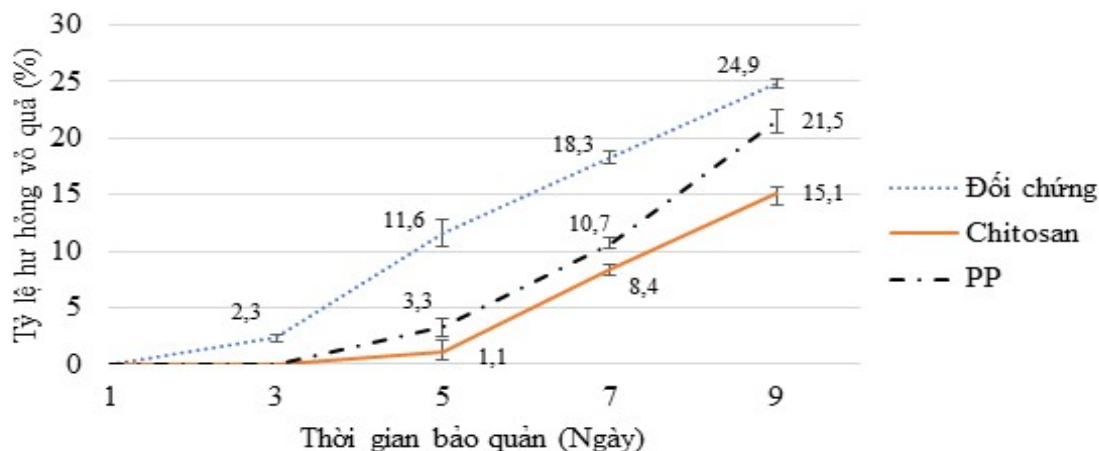
Hàm lượng chất khô hòa tan có tính chất quan trọng vì nó biểu hiện thành phần dinh dưỡng có trong quả thanh long. Qua thời gian tồn trữ, hàm lượng chất khô có nhiều dao động do quá trình

phân giải, tổng hợp các chất trong hoạt động của quả. Hình 4 cho thấy, nồng độ chất khô của trái thanh long ruột đỏ ở tất cả các nghiệm thức đều có xu hướng tăng dần trong quá trình bảo quản. Tuy

nhiên, kết quả thống kê cho thấy, không có sự khác biệt ý nghĩa về nồng độ chất khô ở các loại bao bì và mẫu đối chứng. Điều này chứng tỏ bao bì không có ảnh hưởng đáng kể đến các biến đổi

sinh hoá của thanh long sau thu hoạch, tương tự với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Nhật Minh Phương và Hà Thanh Toàn (2006) [31].

3.2.2. Tỷ lệ hỏng vỏ quả

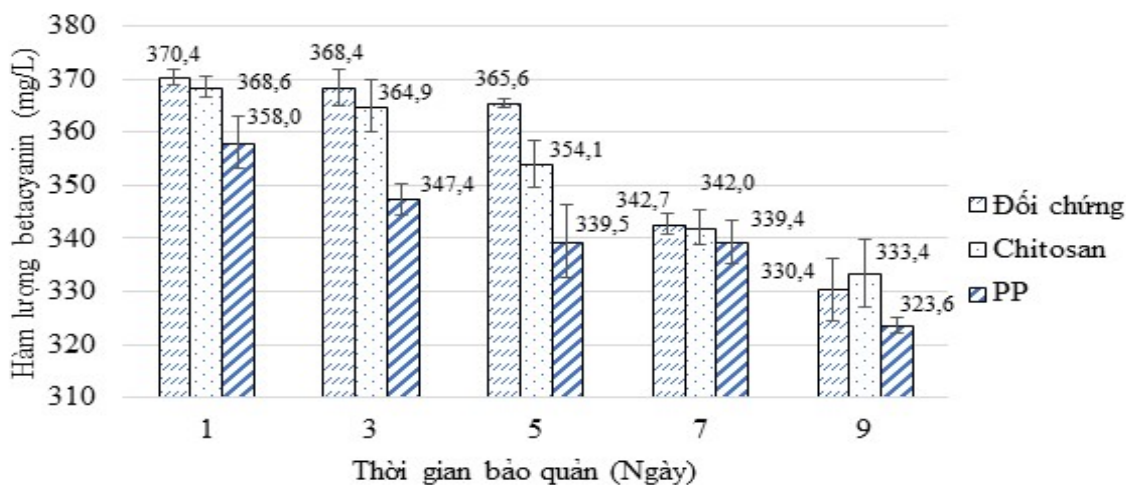


Hình 5. Ảnh hưởng của bao bì đến tỷ lệ hỏng vỏ quả thanh long

Sau thời gian bảo quản ở các chế độ bao gói khác nhau sẽ dẫn đến sự hỏng vỏ quả khác nhau. Kết quả thí nghiệm được thể hiện ở (Hình 5) cho thấy, thời gian bảo quản càng dài thì tỷ lệ hỏng vỏ quả càng tăng. Tuy nhiên, so với mẫu đối chứng thì việc sử dụng bao bì mang lại hiệu quả khác biệt rõ rệt trong 5 ngày đầu của quá trình bảo quản. Cụ thể, không nhận thấy sự hỏng vỏ quả sau 3 ngày bảo quản khi sử dụng bao bì PP và chitosan, sự hỏng này có chuyển biến nhẹ trong 2 ngày bảo quản sau đó. Quá trình hỏng vỏ quả bắt đầu xảy ra nhanh chóng một cách tuyến tính sau ngày bảo quản thứ 5. Bên cạnh đó, việc sử dụng bao bì khác

nhau sẽ ảnh hưởng đến tỷ lệ hỏng vỏ quả và sự khác biệt biệt này là có ý nghĩa thống kê. Cụ thể, sau 9 ngày bảo quản, tỷ lệ hỏng vỏ quả của mẫu đối chứng là cao nhất và chiếm 24,9%; lần lượt tiếp theo là mẫu thanh long sử dụng bao bì là PP có tỷ lệ hỏng vỏ quả là 21,5%, mẫu thanh long sử dụng bao bì chitosan có tỷ lệ hỏng vỏ quả là 15,1%. Kết quả này cho thấy, khả năng bảo vệ hiệu quả trước các tác nhân gây hại từ môi trường của chitosan, phù hợp để sử dụng cho việc bảo quản trái thanh long ruột đỏ.

3.2.3. Hàm lượng betacyanin



Hình 6. Ảnh hưởng của bao bì đến hàm lượng betacyanin

Hàm lượng betacyanin còn lại trong vỏ quả thanh long sử dụng các loại bao bì gồm PP và chitosan sau thời gian bảo quản được thể hiện ở hình 6. Nhìn chung, sau thời gian bảo quản khảo sát 9 ngày thì hàm lượng betacyanin ở tất cả các thử nghiệm đều giảm và đây cũng là kết quả của quá trình oxy hoá. Hàm lượng betacyanin tại thời điểm kết thúc khảo sát lần lượt là 333,4 mg/L; 330,4 mg/L và 323,6 mg/L tương ứng với mẫu thanh long phủ bởi chitosan, bao bì PP và mẫu đối chứng. Khi so sánh hiệu quả của việc sử dụng bao bì đến hàm lượng betacyanin, kết quả không cho thấy, sự khác biệt ý nghĩa giữa mẫu đối chứng và mang bao chitosan. Riêng với mẫu được bảo quản bằng bao bì PP, hàm lượng betacyanin có kết quả thấp hơn rõ rệt. Tuy nhiên, điều này có thể giải thích là do nguyên liệu bố trí cho nghiệm thức này ngay từ đầu đã có hàm lượng betacyanin thấp hơn so với các nghiệm thức khác, cụ thể ở ngày bảo quản thứ nhất hàm lượng betacyanin của mẫu bao bì PP (358,0 mg/L) khác biệt có ý nghĩa so với mẫu đối chứng (370,4 mg/L) và màng bao chitosan (368,6 mg/L). Ngoài ra, ở bảng 2 cũng thể hiện hàm lượng betacyanin còn lại sau 9 ngày bảo quản không có sự khác biệt có ý nghĩa giữa các loại bao bì.

Bảng 2. Tỷ lệ betacyanin còn lại sau 9 ngày bảo quản bằng các loại bao bì khác nhau

Loại bao bì	Tỷ lệ betacyanin còn lại (%)
Đối chứng	89,19 ± 1,64
Màng chitosan	90,47 ± 2,06
PP	90,39 ± 0,97

Đã có nhiều công trình nghiên cứu tập trung vào các ứng dụng của chitosan để cải thiện chất lượng, giữ hàm lượng betacyanin và thời hạn sử dụng của các loại thực phẩm khác nhau từ thủy hải

sản [32], củ cải tím [33], rau dền [34] và cả trên trái thanh long ruột đỏ [35].

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng việc xử lý thích hợp có thể ảnh hưởng tích cực đến betacyanin trong thanh long ruột đỏ và đồng thời gia tăng khả năng bảo quản. Cụ thể, việc rửa trái cây bằng dung dịch kali sorbate 3% trong khoảng thời gian 60 giây và phủ bề mặt bằng màng bao chitosan 3% w/v, với sự bổ sung 0,15% w/v kali sorbate, đã cho thấy hiệu quả đặc biệt trong quá trình bảo quản. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, với điều kiện xử lý này không chỉ giúp duy trì tính ổn định của betacyanin mà còn kéo dài thời gian bảo quản của thanh long ruột đỏ đến 9 ngày ở nhiệt độ thường. Kết quả nghiên cứu góp phần cung cấp cơ sở khoa học cho việc áp dụng các biện pháp xử lý cụ thể để nâng cao chất lượng và thời gian bảo quản của thanh long ruột đỏ trong quy trình sản xuất và thương mại hóa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hà Thanh Toàn và cs (2023). Tối ưu hóa điều kiện lên men cider thanh long ruột đỏ (*Hylocereus polyrhizus*) sử dụng nấm men *Saccharomyces cerevisiae* BV818. *Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ*. 59 (2): p. 94 - 103.
2. Sonawane, M. S. (2017). Nutritive and medicinal value of dragon fruit. *Asian Journal of Horticulture*, 12 (2): p. 267 - 271.
3. Trinh, X., *et al.* (2018) Dragon fruit production in Vietnam: Achievements and challenges. FFTC Agricultural Policy Platform: Taipei, Taiwan.
4. Hien, P. T. T. (2020). The dragon fruit export challenge and experiences in Vietnam. FFTC Agricultural Policy Platform. Accessed. 31.

5. Liaotrakoon, W. (2013). Characterization of dragon fruit (*Hylocereus* spp.) components with valorization potential. Ghent University.
6. Phan Thị Thanh Quế, Lê Duy Nghĩa, Nguyễn Thị Thu Thủy và Tống Thị Ánh Ngọc (2017). Ảnh hưởng của điều kiện chế biến và bảo quản đến sự ổn định màu betacyanin trong nước ép thịt quả thanh long ruột đỏ (*Hylocereus polyrhizus*). *Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ* (51): p. 16 - 23.
7. Hossain, F. M., S. M. Numan, and S. Akhtar (2021). Cultivation, nutritional value, and health benefits of dragon fruit (*Hylocereus* spp.): A review. *International Journal of Horticultural Science and Technology*. 8 (3): p. 259 - 269.
8. Phebe, D., *et al.* (2009). Red-fleshed pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) fruit colour and betacyanin content depend on maturity. *International Food Research Journal*. 16 (2).
9. Stintzing, F. C., *et al.* (2002). Color and antioxidant properties of cyanidin-based anthocyanin pigments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50 (21): p. 6172 - 6181.
10. Wu, L.-c., *et al.* (2006). Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chemistry*, 95 (2): p. 319-327.
11. Escribano, J., *et al.* (1998). Characterization of the antiradical activity of betalains from *Beta vulgaris* L. roots. *Phytochemical Analysis*, 9 (3): p. 124 - 127.
12. Zou, D.-m., *et al.* (2005). *Cactus pear: a natural product in cancer chemoprevention*. *Nutrition journal*. 4 (1): p. 1 - 12.
13. Linh, D. T. M., N. T. Q. Mai, and P. T. P. Thuy (2020). Optimization of microwave-assisted extraction of betacyanin from red dragon fruit peels. *Hue University Journal of Science: Natural Science*. 129 (1A): p. 11 - 20.
14. Woo, K., *et al.* (2011). Stability of betalain pigment from red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *American Journal of Food Technology* 6 (2): p. 140 - 148.
15. Mokhtar, S. I., K. Pahirulzaman, and F. Y. Xuan (2020). Antibacterial properties of natural tropical fruit vinegars against *Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus epidermidis* and *Staphylococcus aureus* bacteria. in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing.
16. Montesinos-Herrero, C., *et al.* (2009). *Evaluation of brief potassium sorbate dips to control postharvest Penicillium decay on major citrus species and cultivars*. *Postharvest Biology and Technology*, 52 (1): p. 117 - 125.
17. Thuy, N., P. Ngoc, and N. Tai (2022). Effect of conventional and ultrasonic-assisted extracts on betacyanin content of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *Food Research*. 6 (3): p. 389 - 395.
18. Hoa, T., *et al.* (2006). Postharvest quality of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) following disinfecting hot air treatments. *Postharvest Biology and technology* 41 (1): p. 62 - 69.
19. Chutichudet, B. and P. Chutichudet. (2011). Effects of chitosan coating to some postharvest characteristics of *Hylocereus undatus* (Haw) Brit. and Rose fruit. *International Journal of Agricultural Research*. 6 (1): p. 82 - 92.
20. Morakot, N., *et al.* (2020). Effect of glucomannan and potassium sorbate on quality and shelf life of fresh-cut cantaloupe. *Science, Engineering and Health Studies*, 2020: p. 123 - 131.

21. Wu, Q., *et al.* (2020). Deciphering the metabolic pathways of pitaya peel after postharvest red light irradiation. *Metabolites*, 10 (3): p. 108.
22. Primatama, S., *et al.* (2023). Gas absorbent based modified atmosphere packaging to optimize dragon fruit shelf life. In BIO web of conferences.. EDP Sciences.
23. Wong, Y. -M. and L. -F. Siow (2015). Effects of heat, pH, antioxidant, agitation and light on betacyanin stability using red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) juice and concentrate as models. *Journal of food Science and Technology*, 52 (5): p. 3086 - 3092.
24. Schweiggert, R. M., *et al.* (2009). Development and optimization of low temperature enzyme-assisted liquefaction for the production of colouring foodstuff from purple pitaya (*Hylocereus* sp.[Weber] Britton & Rose). *European Food Research and Technology*. 230 (2): p. 269 - 280.
25. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 10375:2014 (ISO 1743:1982), Syro Glucose - Xác định hàm lượng chất khô - Phương pháp đo chỉ số khúc xạ. *Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ*.
26. Van Chinh, N., M. Van Hao, and T. i Hong (2017). Biological characteristics of big-eyed bugs (*Geocoris* sp.) on cotton plants in Ninh Thuan province. *Florida Entomologist*, 47: p. 171 - 180.
27. D'Aquino, S., *et al.* (2013). Combined effects of potassium sorbate, hot water and thiabendazole against green mould of citrus fruit and residue levels. *Food Chemistry*. 141 (2): p. 858 - 864.
28. Parra, J., G. Ripoll, and B. Orihuel-Iranzo (2014). Potassium sorbate effects on citrus weight loss and decay control. *Postharvest Biology and Technology*. 96: p. 7 - 13.
29. Nguyễn Cẩm Tú, Phan Nguyễn Trang, Đoàn Anh Dũng và Tống Thị Ánh Ngọc (2023). Nghiên cứu điều kiện bảo quản Puree Bí đỏ (*Cucurbita Moschata* D.) ở nhiệt độ lạnh. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*: 59: p. 145 - 154.
30. Wong, Y. M. and L. F. Siow. (2015). Effects of heat, pH, antioxidant, agitation and light on betacyanin stability using red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) juice and concentrate as models. *J Food Sci Technol*. 52 (5): p. 3086 - 92.
31. Nguyễn Nhật Minh Phương, Hà Thanh Toàn (2006). Khảo sát các điều kiện thích hợp cho việc tồn trữ trái thanh long. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*: (5): p. 131 - 140.
32. Lê Thị Minh Thủy, Trương Thị Mộng Thu (2019). Nghiên cứu kết hợp màng bao chitosan và dịch chiết lá chanh (*Citrus aurantiifolia*) để bảo quản lạnh chả cá thác lác (*Chitala chitala*). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*: 55(4), p. 105 - 112.
33. Tanabtabzadeh, M. S., V. Javanbakht, and A. H. Golshirazi (2019). Extraction of betacyanin and betaxanthin pigments from red beetroots by chitosan extracted from shrimp wastes. *Waste and Biomass Valorization*. 10 (3): p. 641 - 653.
34. Bakouri, H., A. Ziane, and K. Guemra (2023). Development of multifunctional packaging films based on arginine-modified chitosan/gelatin matrix and betacyanins from weed amaranth (*A. hybridus*). *International Journal of Biological Macromolecules*. 230: p. 123181.
35. Pramitasari, R., L. N. Gunawicahya, and D. S. B. Anugrah (2022). Development of an indicator film based on cassava starch-chitosan incorporated with red dragon fruit peel anthocyanin extract. *Polymers*, 14 (19): p. 4142.

EFFECTS OF TREATMENT AGENTS ON BETACYANIN CONTENT AND DAMAGE LEVEL OF RED-FLESH DRAGON FRUIT (*Hylocereus polyrhizus*) DURING STORAGE TIME

Ho Quoc Viet¹, Nguyen Thi Kim Tuyen¹, Truong Thi Tu Tran¹,
To To Tran², Le Thi Thuy Linh³, Tran Thi Nhu Ha³,
Nguyen Bao Loc³, Ha Thanh Toan³, Nguyen Huu Thanh^{4,5}

¹*Kien Giang University*

²*Kien Giang Food Safety and Hygiene Sub-department*

³*Can Tho University*

⁴*An Giang University*

⁵*Vietnam National University*

Summary

Dragon fruit is an exotic tropical plant that brings multiple benefits to human health thanks to its. It is a tropical tree widely distributed across the globe, has garnered contemporary popularity due to its red-fleshed variety, remarkable economic significance, and multifaceted nutritional and medicinal attributes. This study was undertaken with the primary objective of assessing the extent of betacyanin degradation and its resilience during the storage of fresh dragon fruit, subject to varying washing solutions and preservation packaging. Betacyanin content was quantified utilizing ultraviolet-visible spectroscopy at a wavelength of 537 nm, while peel damage was assessed via sensory scoring methodology. Experimental findings reveal that the immersion of dragon fruit in a potassium sorbate solution (3%) significantly retards the deterioration of fruit peel (11.6% deterioration observed after 5 days of storage) and enhances the stability of betacyanin (365.6 mg/L detected after 5 days of storage). The chitosan coating also brought about similar differences: the degree of fruit peel damage (15.1%) and betacyanin content (333.4 mg/L) after 9 days of storage at room temperature.

Keywords: *Betacyanin, Hylocereus polyrhizus, red-fleshed dragon fruit, preservation.*

Người phản biện: TS. Nguyễn Đức Tiến

Ngày nhận bài: 22/12/2023

Ngày thông qua phản biện: 20/01/2024

Ngày duyệt đăng: 26/01/2024