

ẢNH HƯỞNG CỦA NỒNG ĐỘ SODIUM NITROPRUSSIDE NHẪM LÀM CHẬM QUÁ TRÌNH CHÍN VÀ KÉO DÀI THỜI GIAN BẢO QUẢN QUẢ CHANH DÂY TÍM (*Passiflora edulis* Sims) SAU THU HOẠCH

Nguyễn Thị Diễm Hương*, Nguyễn Văn Toàn, Trần Thị Kim Nhi,
Lê Thị Khánh Ly, Nguyễn Thị Thu Thảo

Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

*Tác giả liên hệ: nguyenthidiemhuong@huaf.edu.vn

Nhận bài: 27/10/2023 Hoàn thành phản biện: 14/11/2023 Chấp nhận bài: 14/11/2023

TÓM TẮT

Quả chanh dây tím được ngâm trong dung dịch SNP (0,5 mM; 0,75 mM và 1,0 mM) trong 10 phút, và công thức đối chứng (ĐC) được ngâm trong nước cùng một thời gian. Sau khi xử lý, quả được bảo quản ở điều kiện lạnh $5 \pm 1^\circ\text{C}$; RH = 80 - 90%. Kết quả nghiên cứu cho thấy, xử lý SNP 1,0 mM trong 10 phút có tác dụng làm chậm cường độ hô hấp và sản sinh ethylene, giảm sự biến đổi màu sắc của vỏ quả so với mẫu ĐC. Xử lý SNP đã ngăn chặn hiệu quả sự thay đổi tỷ lệ hư hỏng, hao hụt khối lượng và một số chỉ tiêu hàm lượng chất rắn hòa tan, hàm lượng acid tổng số, hàm lượng vitamin C và hàm lượng phenolic tổng số của quả chanh dây tím vẫn được duy trì đáng kể trong quá trình bảo quản. Ứng dụng xử lý SNP là một phương pháp có hiệu quả cao nhằm làm chậm quá trình chín cũng như kéo dài thời gian bảo quản chanh dây tím đến 33 ngày bảo quản.

Từ khóa: Bảo quản lạnh, Chanh dây tím, Hô hấp, Ethylene, Sodium nitroprusside

EFFECTS OF SODIUM NITROPRUSSIDE CONTENT ON RIPENING RETARDATION PROCESS AND SHELF - LIFE PROLONGATION OF PURPLE PASSION FRUIT (*Passiflora edulis* Sims) AFTER HARVEST

Nguyen Thi Diem Huong*, Nguyen Van Toan, Tran Thi Kim Nhi,
Le Thi Khanh Ly, Nguyen Thi Thu Thao

University of Agriculture and Forestry, Hue University

ABSTRACT

Purple passion fruits after harvest were soaked in sodium nitroprusside (0,5 mM; 0,75 mM and 1,0 mM) or distilled water (control sample, named DC) for 10 minutes for comparison. After treatment, the samples were stored under cold storage at $5 \pm 1^\circ\text{C}$ and 80 - 90% relative humidity. The results indicated that the treatment at 1,0 mM SNP for 10 minutes has a remarkable effect on reducing respiration rate and ethylene production intensity, as well as slowing down the color change of the fruit's peel. In addition, the treatment with SNP effectively prevented changes in the rate of deterioration and reduced the weight loss of purple passion fruit during storage. The quality indicators of purple passion fruit like total soluble solid, total acid, ascorbic acid and total phenolic were also significantly maintained. The application of sodium nitroprusside (SNP) treatment is a highly effective method for delaying the ripening and extending the storage time of purple passion fruit for up to 33 days.

Keywords: Cold storage, Ethylene, Purple passion, Respiratory, Sodium nitroprusside

1. MỞ ĐẦU

Quả chanh dây tím (*Passiflora edulis* Sims) là loại quả giàu dinh dưỡng và chứa nhiều hoạt chất sinh học có tác dụng tăng cường miễn dịch và ngăn ngừa bệnh tật (Alexandre và cs., 2022). Chanh dây tím thuộc loại quả hô hấp đột biến, sự sản sinh ethylene và cường độ hô hấp cao ở giai đoạn đột biến nên quá trình chín diễn ra rất nhanh sau thu hoạch, dẫn đến hư hỏng (Pongener và cs., 2014). Do vậy, một số kỹ thuật bảo quản quả chanh dây được thực hiện như ngâm trong dung dịch CaCl_2 (Xu và cs., 2023), xử lý nước nóng (Dutra và cs., 2018), màng bao gói (Zhang và cs., 2019)... nhằm làm chậm quá trình chín và kéo dài thời gian bảo quản của quả. Hiện nay, trên thế giới đã có các công bố về xử lý Sodium nitroprusside (SNP) là chất giải phóng oxit nitric (NO) trong dung dịch nước (Zhang cs., 2022). NO là phân tử khí có khả năng thấm qua màng, tham gia và điều chỉnh phản ứng trong tế bào thực vật (Azizi và cs., 2021) và quan trọng là ngăn chặn sự tổng hợp ethylene thông qua việc ức chế hoạt động của 1-aminocyclopropane 1-carboxylic acid (ACC), và enzyme ACC synthase (ACS), kéo dài thời gian bảo quản của táo (Chen và cs., 2019), ổi (Sahu và cs., 2020), chôm chôm (Zhang và cs., 2022), quả cam (Zhang và cs., 2022).

Ở Việt Nam, cho đến nay, chưa có nghiên cứu nào về việc xử lý NO ngoại sinh nhằm làm chậm quá trình chín và lão hóa của chanh dây tím sau thu hoạch. Chính vì vậy, xác định nồng độ xử lý SNP thích hợp để làm chậm quá trình chín, duy trì chất lượng và kéo dài thời hạn bảo quản quả chanh dây tím ở điều kiện lạnh là mục tiêu chính mà bài báo hướng đến.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Quả chanh dây tím (*Passiflora edulis* Sims) được thu hái tại vườn của các hộ dân thuộc xã Hướng Phùng, huyện Hướng Hóa, tỉnh Quảng Trị. Thời gian thu hái sau 70-80 ngày đậu quả (độ chín 20-30%, quả có màu tím nhạt) (Lê Văn Luận và cs., 2022). Phương pháp lấy mẫu thực hiện theo TCVN 9017:2011. Sau đó, quả được bọc một lớp xốp mỏng, đóng trong thùng xốp (500 mm × 400 mm × 400 mm) và vận chuyển bằng xe chuyên dụng có nhiệt độ ($25 \pm 3^\circ\text{C}$; RH = 70 - 80%), trong vòng 12 giờ về phòng thí nghiệm của Khoa Cơ khí và Công nghệ, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế để tiến hành nghiên cứu. Trước khi tiến hành thí nghiệm, mẫu được đồng nhất bằng cách lựa chọn những quả đạt tiêu chuẩn đảm bảo không hư hỏng, không dập nát, sâu bệnh, đồng đều về kích thước và màu sắc.

Thuốc thử sodium nitroprusside (SNP - $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) được cung cấp bởi HIMEDIA Co., Ấn Độ (trọng lượng phân tử: 297,95 g/mol), độ tinh khiết 99%; ứng dụng trong thực phẩm (Zhang và cs., 2022). Thùng carton loại 3 lớp và bao bì LDPE có chiều dày 25 μm được cung cấp bởi Công ty TNHH Sản xuất Thương mại bao bì Vạn Phát, Việt Nam.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Quả được chia ngẫu nhiên thành 4 nhóm công thức có cùng số lượng (1000 quả/công thức). Quả chanh dây sau khi phân loại được rửa sơ bộ bằng nước sạch, vớt ra và để ráo. Sau đó, tiến hành ngâm các mẫu trong dung dịch SNP ở các nồng độ khảo sát, cụ thể: 0,5 mM; 0,75 mM và 1,0 mM trong thời gian 10 phút. Công thức đối chứng (ĐC) được xử lý bằng nước sạch trong cùng thời gian. Sau khi xử lý SNP,

quả chanh dây tím được làm ráo rồi xếp thành từng lớp vào khay xếp và bọc trong bao bì LDPE, đặt 2 khay vào trong một hộp carton có đục lỗ với đường kính 5 cm/lỗ, bảo quản ở nhiệt độ $5 \pm 1^\circ\text{C}$, RH= 80-90%. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên, và được thực hiện với 3 lần lặp. Tiến hành theo dõi sự thay đổi một số chỉ tiêu sinh lý, sinh hóa của quả chanh dây tím với tần suất 3 ngày/lần cho đến khi mẫu có tỷ lệ hư hỏng < 10% (Lê Hà Hải và Nguyễn Sáng, 2021). Các chỉ tiêu theo dõi: cường độ hô hấp, cường độ sản sinh ethylene, màu sắc của vỏ quả, chất khô hòa tan, acid tổng số, vitamin C và phenolic tổng số.

2.2.2. Phương pháp phân tích

Cường độ hô hấp được xác định theo phương pháp đo kín, sử dụng máy ICA-250 (Vương quốc Anh) để xác định hàm lượng CO_2 theo Benkeblia (2014). Cường độ sản sinh ethylene được xác định ở $25 \pm 1^\circ\text{C}$ bởi máy phân tích ethylene ICA-56 (Vương quốc Anh) theo Lê Văn Luận và cs (2022). Màu sắc của vỏ quả được đo bằng máy đo màu (Konica Minolta CR-400, Japan) và kết quả biểu thị dưới dạng L^* , a^* và b^* . Các giá trị b^* và a^* được chuyển đổi thành góc màu (H°) ($\tan^{-1}(b^*/a^*)$), (Nunes và cs., 2006). Hao hụt khối lượng của quả được xác định bằng cân phân tích kỹ thuật số (Ohaus, USA) dựa trên sự khác biệt giữa khối lượng

ban đầu (M_0) và khối lượng cuối (M) của quả theo Zhang và cs. (2019). Tỷ lệ hư hỏng của quả được xác định bằng cách đo diện tích bề mặt bị hư hỏng của quả theo mô tả của Lê Hà Hải và Nguyễn Sáng, (2021). Chất khô hòa tan của dịch chiết từ thịt quả được xác định bằng máy đo khúc xạ kế cầm tay (Atago Co., Japan). Vitamin C, acid tổng số; phenolic tổng số được xác định theo AOAC (2000).

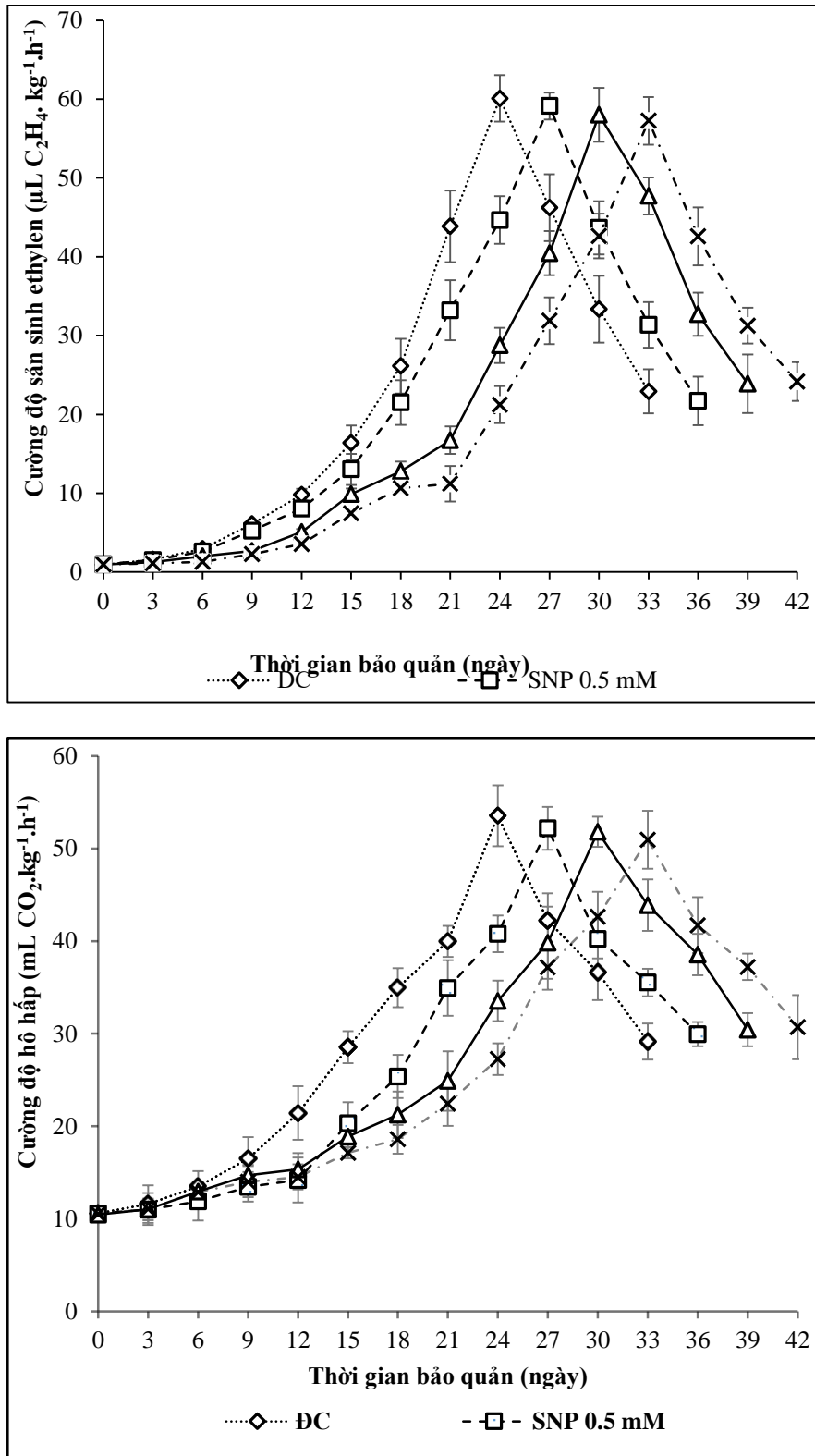
2.2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu thực nghiệm được tính giá trị trung bình bằng phần mềm Microsoft Excel 2010 và phân tích thống kê bằng phần mềm SPSS 20 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Mức sai khác có ý nghĩa trung bình được thực hiện bằng kiểm nghiệm LSD (5%).

3. KẾT QUẢ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nồng độ SNP đến cường độ sản sinh ethylene, cường độ hô hấp

Sự sản sinh ethylene và hô hấp là những quá trình sinh lý quan trọng diễn ra mãnh liệt sau thu hoạch của quả chanh dây tím (Pongener và cs., 2014). Những hoạt động này đã thúc đẩy quá trình chín sau thu hoạch thông qua các biểu hiện hình thái bên ngoài về màu sắc, cấu trúc và hương vị của quả. Cường độ sản sinh ethylene và cường độ hô hấp trong quá trình bảo quản quả chanh dây tím được trình bày ở Hình 1.



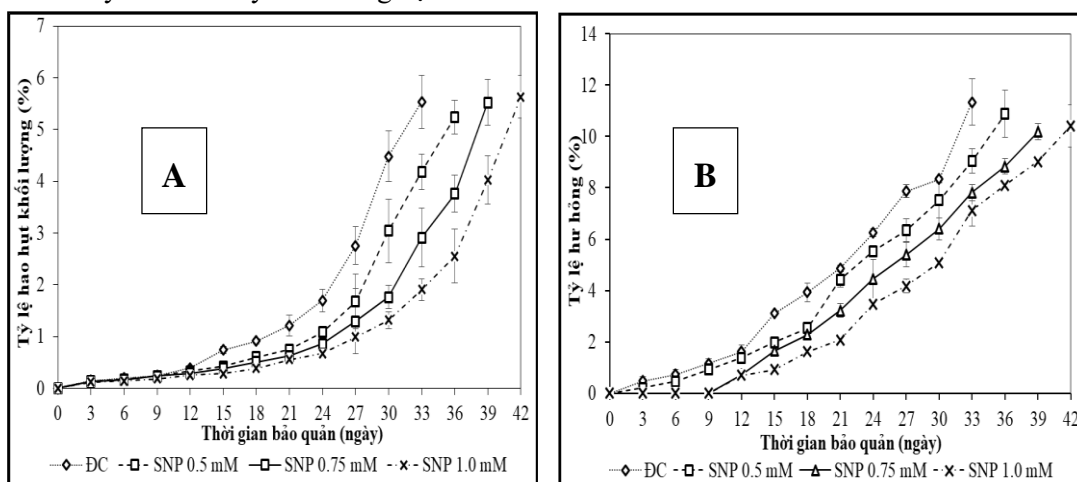
Hình 1. Ảnh hưởng của nồng độ SNP đến (A) cường độ sản sinh ethylene và (B) cường độ hô hấp

Kết quả Hình 1 cho thấy: Cường độ sản sinh ethylene và cường độ hô hấp tăng chậm khi xử lý SNP trên quả chanh dây tím. Có sự khác biệt đáng kể về cường độ sản sinh ethylene và cường độ hô hấp giữa công thức ĐC và các công thức xử lý SNP ($p < 0,05$). Cường độ sản sinh ethylene và cường độ hô hấp của công thức ĐC đều tăng nhanh và đạt đỉnh sớm nhất với giá trị tương ứng là $60,091 \mu\text{L C}_2\text{H}_4.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ và $3,296 \text{ mL CO}_2.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ vào ngày thứ 24. Công thức xử lý SNP 1,0 mM có cường độ sản sinh ethylene và cường độ hô hấp đỉnh chậm nhất với giá trị lần lượt là $57,205 \mu\text{L C}_2\text{H}_4.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ và $3,140 \text{ mL CO}_2.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ vào ngày thứ 33. Kết quả trên cho thấy, quả chanh dây tím có xử lý SNP nồng độ cao đã

ức chế cường độ sản sinh ethylene và cường độ hô hấp của quả. Nồng độ SNP thích hợp có thể ức chế quá trình sinh tổng hợp ethylene dẫn đến làm chậm quá trình chín của quả bằng cách liên kết với ACC oxidase (ACO) để tạo thành phức hợp ACO-NO nhị phân, sau đó tạo phức hợp ổn định ACC-ACO-NO (Zhang và cs., 2022). Kết quả này phù hợp với các công bố trên quả táo (Chen và cs., 2019), quả xoài (Trần Thị Thùy Linh và Trần Hồng Quân., 2022).

3.2. Ảnh hưởng của xử lý SNP đến tỷ lệ hao hụt khối lượng và tỷ lệ hư hỏng

Tác động của SNP đến tỷ lệ hao hụt khối lượng và tỷ lệ hư hỏng của quả theo thời gian bảo quản được thể hiện ở Hình 2.



Hình 2. Ảnh hưởng của nồng độ SNP đến tỷ lệ hao hụt khối lượng (A) và tỷ lệ hư hỏng (B)

Hao hụt khối lượng ở quả chanh dây tím có xu hướng tăng dần, nhưng có sự khác biệt đáng kể ($p < 0,05$) về tốc độ hao hụt khối lượng giữa công thức ĐC và công thức có xử lý SNP. Tỷ lệ hao hụt khối lượng ở công thức ĐC đạt 1,696% vào ngày thứ 24, cao đáng kể so với công thức xử lý SNP trong cùng thời điểm đạt giá trị là 1,079%; 0,860% và 0,673% ứng với các nồng độ 0,5 mM; 0,75 mM và 1,0 mM. Tuy nhiên, công thức xử lý SNP 1,0 mM cho thấy hiệu quả làm giảm sự hao hụt khối lượng của quả,

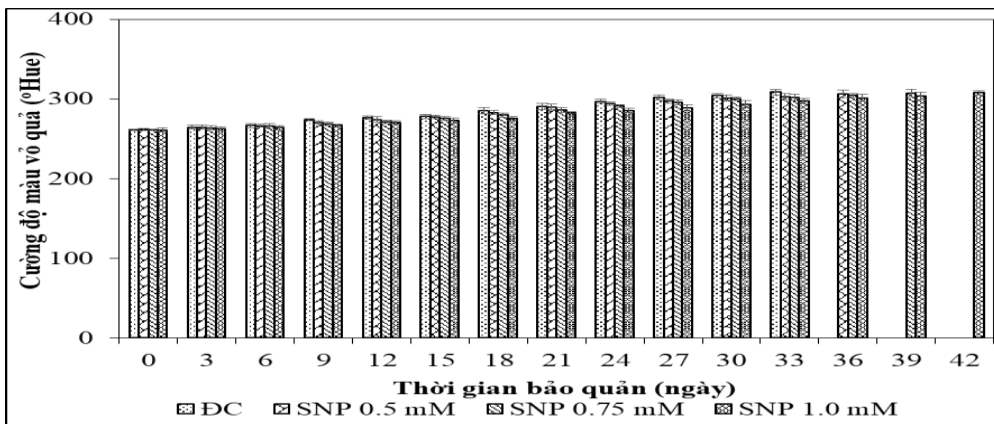
kéo dài 33 ngày bảo quản. Hao hụt khối lượng của rau quả liên quan đến hoạt động trao đổi chất, chủ yếu là hô hấp dẫn đến hao hụt khối lượng trong quả. Hiệu quả của SNP được chứng minh trong việc duy trì tính toàn vẹn và tính thẩm của mô giúp giảm sự mất nước của quả (Zhang và cs., 2022).

Cùng với sự hao hụt khối lượng, các công thức xử lý SNP đều làm giảm đáng kể tỷ lệ hư hỏng quả, so với công thức ĐC (Hình 2B). Công thức ĐC có tỷ lệ hư hỏng cao nhất (11,343%) ứng với ngày thứ 33.

Quả được xử lý SNP với các nồng độ 0,5 mM; 0,75 mM và 1,0 mM có tỷ lệ hư hỏng đạt giá trị cao nhất lần lượt là 10,879%, 10,185% và 10,417% vào ngày thứ 36, 39 và 42 tương ứng thời gian kết thúc bảo quản của từng công thức. Hơn nữa, các nghiên cứu trước đây cho thấy hiệu quả của SNP có tác dụng ức chế sự hao hụt khối lượng và tỷ lệ hư hỏng trên chôm chôm (Zhang và cs., 2022), chà là (Zhao và cs., 2020).

3.3. Ảnh hưởng của nồng độ SNP đến màu sắc của quả vỏ

Sự thay đổi màu sắc là một trong những biểu hiện cơ bản phản ánh rõ quá trình chín sau thu hoạch của quả chanh dây tím. Màu sắc vỏ quả của giống chanh dây tím thường biến đổi từ màu xanh lá sang màu tím đậm đặc trưng sau khi chín.

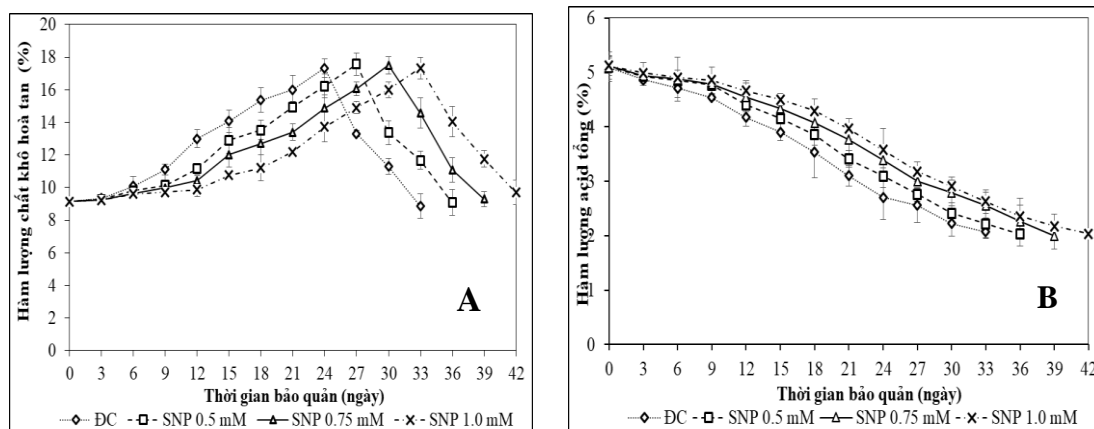


Hình 3. Ảnh hưởng của nồng độ SNP đến màu sắc của vỏ quả

Giá trị góc màu độ Hue (H°) của vỏ quả có xu hướng tăng dần theo thời gian bảo quản ứng với các độ chín của quả (Hình 3). Thời gian đầu quá trình bảo quản không có sự khác biệt đáng kể ($p > 0,05$) giá trị góc màu giữa công thức xử lý SNP và công thức ĐC nhưng sau ngày thứ 9, độ Hue bắt đầu tăng rõ rệt ở tất cả các công thức. Đến ngày thứ 24, công thức ĐC đạt giá trị độ Hue vỏ quả là 296,809°; trùng với khoảng màu của vỏ quả khi chín hoàn toàn. Đối với công thức xử lý SNP 1,0 mM tốc độ biến đổi giá trị góc màu chậm hơn đạt 297,747° ở ngày thứ 33. Sự biến đổi màu sắc của vỏ quả là do

diệp lục phân hủy thành pheophytin và pheophorbide nhờ hoạt động của chlorophyllase (Sahu và cs., 2020). Đồng thời, sự gia tăng hoạt lực của enzyme sinh tổng hợp flavonoid, anthocyanin dẫn đến sự biến đổi màu sắc của vỏ quả chanh dây từ xanh sang tím (Xin và cs., 2021). Tuy nhiên, việc xử lý SNP đã ức chế hoạt động của enzyme chlorophyllase do đó làm chậm sự phân hủy sắc tố chlorophyll nên sự biến đổi màu trên vỏ quả xảy ra chậm hơn. Kết quả trên phù hợp với công bố trước đây trên quả ổi (Sahu và cs., 2020), quả xoài (Trần Thị Thùy Linh và Trần Hồng Quân, 2022).

3.4. Ảnh hưởng của nồng độ SNP đến hàm lượng chất khô hòa tan và acid tổng số



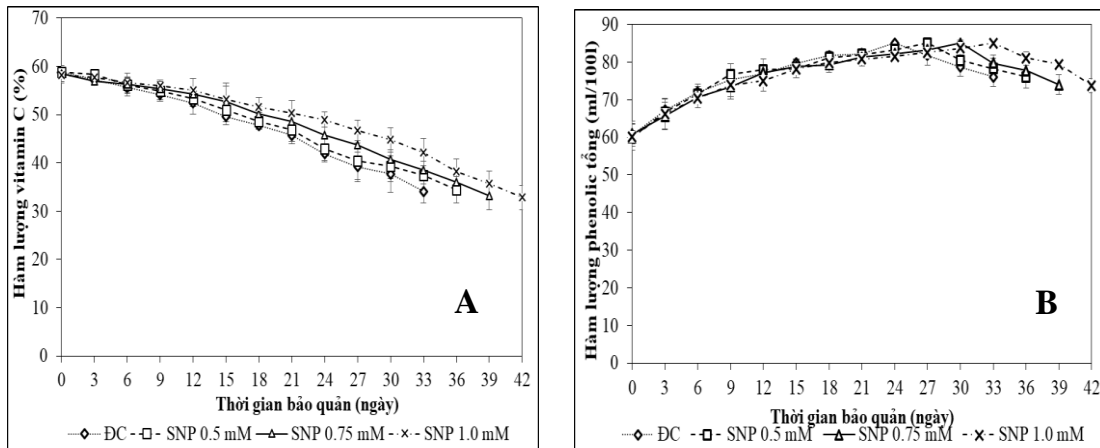
Hình 4. Ảnh hưởng của nồng độ SNP đến hàm lượng chất khô hòa tan (A) và acid tổng số (B)

Hình 4 cho thấy: Trong những ngày đầu bảo quản, hàm lượng chất khô hòa tan (TSS) ở các công thức đều có xu hướng tăng chậm ở giai đoạn tiền hô hấp đến ngày thứ 6, với sự sai khác không đáng kể ($p>0,05$). Sau đó, giá trị TSS tăng lên rõ rệt và đạt cao nhất ứng với đỉnh hô hấp đột biến và từng thời điểm chín khác nhau, rồi giảm dần sau khi chín hoàn toàn. Tuy nhiên hàm lượng acid tổng số lại có xu hướng giảm dần ở tất cả công thức. Tốc độ giảm xảy ra mạnh hơn ở giai đoạn cuối quá trình bảo quản, có sự sai khác đáng kể ($p<0,05$) giữa công thức ĐC và công thức xử lý SNP. Công thức xử lý SNP 1,0 mM có độ Brix đạt đỉnh muộn nhất vào ngày thứ 33 là 17,328°Bx và acid tổng số đạt 2,629%. Trong khi đó, công thức ĐC có hàm lượng chất khô hòa tan đạt đỉnh là 17,333°Bx và acid tổng số đạt 2,709% vào ngày thứ 24.

Quy luật này thống nhất với công bố cho rằng trong quá trình trao đổi chất, các hợp chất thứ cấp và tổng hợp đường sẽ tăng lên trong giai đoạn chín, đồng thời phân giải acid tổng số của quả (Jiang và cs., 2019). Bên cạnh đó, nguyên nhân làm giảm acid tổng số là do việc tiêu thụ acid hữu cơ để làm chất nền cho quá trình hô hấp của rau quả (Kalaj và cs., 2016). Điều này không mâu thuẫn với công bố của Sahu và cs., (2020) khi đánh giá hiệu quả của SNP trong việc kéo dài thời hạn bảo quản quả ổi.

3.5. Ảnh hưởng của nồng độ SNP đến hàm lượng vitamin C và phenolic tổng số

Vitamin C và các hợp chất phenolic là hợp chất chống oxy hóa tự nhiên, là thành phần dinh dưỡng quan trọng có trong hầu hết các rau quả tươi và được tìm thấy trong quả chanh dây tím giai đoạn chín.



Hình 5. Ảnh hưởng của nồng độ SNP đến hàm lượng vitamin C (A) và phenolic tổng số (B)

Hình 5 cho thấy: hàm lượng vitamin C ở quả chanh dây tím rất cao và có xu hướng giảm dần theo thời gian bảo quản. Trong 9 ngày đầu tiên, tất cả các công thức vẫn duy trì hàm lượng vitamin C ở mức cao và hầu như không có sự thay đổi đáng kể. Sau ngày thứ 9, hàm lượng vitamin C ở các công thức bắt đầu giảm xuống và đến ngày thứ 33, hàm lượng vitamin C ở công thức DC còn lại 34,074 mg/100g, giảm 42,031% so với ban đầu. Tốc độ biến thiên chậm nhất thuộc về công thức xử lý SNP 1,0 mM ở ngày thứ 33, hàm lượng vitamin C giảm xuống còn 42,185 mg/100g, giảm 27,547% so với ban đầu. Kết quả này phù hợp với công bố trên quả kỷ tử (Elam và cs., 2022) và quả cam (Zhang và cs., 2022).

Hàm lượng phenolic tổng số có xu hướng tăng lên ở tất cả các công thức trong quá trình bảo quản (Hình 6B). Không có sự khác biệt đáng kể hàm lượng phenolic giữa các công thức xử lý ($p > 0,05$). Tuy nhiên, công thức xử lý SNP 1,0 mM có hiệu quả duy trì hoạt lực phenolic cao nhất trong suốt thời gian bảo quản. NO được giải phóng khỏi SNP đã tác động vào quá trình chuyển hóa phenylpropanoid cùng với sự xúc tác của enzyme phenylalanin amoniac lyase (PAL) và omethyltransferase (OMT), dẫn đến sự gia tăng hàm lượng phenolic trong quá trình chín của quả. Sự suy thoái cấu trúc

tế bào cũng là nguyên nhân dẫn đến sự suy giảm hàm lượng phenolic sau quá trình chín (Elam và cs., 2022). Như vậy, việc xử lý bằng SNP đã trì hoãn đáng kể sự suy giảm hàm lượng vitamin C và phenolic tổng số.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

4.1. Kết luận

Việc áp dụng SNP với vai trò là chất giải phóng NO đã ức chế quá trình sinh tổng hợp ethylene và làm giảm cường độ hô hấp, làm chậm quá trình chín sinh lý, và kéo dài thời gian bảo quản lên đến 33 ngày ở điều kiện lạnh với mức nhiệt độ ($5 \pm 1^\circ\text{C}$; RH = 80 - 90%). Đồng thời xử lý SNP 1,0 mM trong 10 phút được xác định là nồng độ thích hợp nhất, ngăn chặn hiệu quả sự thay đổi tỷ lệ hư hỏng và giảm khối lượng và các chỉ tiêu sinh hóa của quả chanh dây tím trong quá trình bảo quản. Do đó, xử lý SNP có hiệu quả trong kìm hãm quá trình chín và duy trì chất lượng của quả chanh dây tím sau thu hoạch.

4.2. Đề nghị

Tiếp tục nghiên cứu xử lý ở các nồng độ cao hơn và thời gian xử lý sodium nitroprusside (SNP) trên quả chanh dây tím trong điều kiện bảo quản lạnh và nghiên cứu xử lý trên các đối tượng rau quả khác trong các điều kiện bảo quản khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO**1. Tài liệu tiếng Việt**

- Lê Hà Hải và Nguyễn Sáng. (2021). Ảnh hưởng của xử lý axit propionic kết hợp với bao màng sấp sau thu hoạch đến chất lượng quả chanh leo tím (*Passiflora edulis* Sims). *Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 19(6), 819 - 828.
- Trần Thị Thuỳ Linh và Trần Hồng Quân. (2022). Ảnh hưởng của Sodium Nitroprusside đến quá trình chín và chất lượng trái Xoài “Nam Dok Mai Si Thong”. *Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 82-88.
- Lê Văn Luận, Nguyễn Thị Diễm Hương và Nguyễn Văn Toàn. (2022). Ảnh hưởng của xử lý nước nóng kết hợp với 1-methylcyclopropene (1-MCP) đến thời gian bảo quản sau thu hoạch của quả chanh dây tím (*Passiflora edulis* Sims). *Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 20(6), 769-781.

2. Tài liệu tiếng nước ngoài

- Alexandre, M. A. Fonseca, Marina, V. Geraldic, Mário, R. Maróstica Junior, Armando, J. D. Silvestre, & Sílvia, M. Rocha. (2022). Purple passion fruit (*Passiflora edulis* f. *edulis*): A comprehensive review on the nutritional value, phytochemical profile and associated health effects. *Food Research International*, 160(8), 111665.
- Azizi, I., Esmailpour, B., & Fatemi, H. (2021). Exogenous nitric oxide on morphological, biochemical and antioxidant enzyme activity on savory (*Satureja hortensis* L.) plants under cadmium stress. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 20(6), 417–423.
- Benkeblia, N. (2014). Respiration rate, ethylene production and biochemical variations of ackee fruit arils (*Blighia sapida* Koenig) stored under three temperature regimes. *Postharvest Biology and Technology*, 97, 36-43.
- Chen, Y. R., Ge, Y. H., Zhao, J. R., Wei, M. L., Li, C. Y., & Hou, J. B. (2019). Postharvest sodium nitroprusside treatment maintains storage quality of apple fruit by regulating sucrose metabolism. *Postharvest Biol. Technol.* 154, 115–120.
- Dutra J. B. B., Luiz E.B.L., Leonardo F.C., & André, F. (2018). Use of hot water, combination of hot water and phosphite, and 1-MCP as post-harvest treatments for passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) reduces anthracnose and does not alter fruit quality. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 59(6), pp. 847 – 856.
- Jiang, C.C., Fang, Z.Z., Zhou, D.R., Pan, S.L., & Ye, X.F., (2019). Changes in secondary metabolites, organic acids and soluble sugars during the development of plum fruit cv. 'Furongli' (*Prunus salicina* Lindl). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99, 1010–1019.
- Elam, E., Lv, Y., Wang, W., Thakur, K., Ni, Z., & Wei, Z., (2022). Effects of nitric oxide on postharvest storage quality of Lycium barbarum fruit. *Food Science and Technology*. Campinas, 42, e84122.
- Kalaj, Y.R., Mollazade, K., & Geyer, M., (2016). Changes of backscattering imaging parameters during plum fruit development on the tree and during storage. *Scientia Horticulturae*, 202, 63–69.
- Nunes, M.C.N., Brecht, J.K., Morais, A.M., & Sargent, S.A. (2006). Physicochemical changes during strawberry development in the field compared with those that occur in harvested fruit during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 180-190.
- Pongener A., Sagar V., Pal R. K., Asrey R., Sharma R. R., & Singh S. K. (2014). Physiological and quality changes during postharvest ripening of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims), *Fruits*, 69(1), pp. 19 - 30.
- Sahu, S.K., Barman, K., & Singh, A.K. (2020). Nitric oxide application for postharvest quality retention of guava fruits. *Acta Physiologiae Plantarum*, 42, 1-10.
- Xin, M., Li, C., He, X., Li, L., Yi, P., Liu, G., Sheng, J., & Sun, J. (2021). Integrated metabolomic and transcriptomic analyses of quality components and associated molecular regulation mechanisms during passion fruit ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 180, Article 111601.
- Xu, H., Qiao, P., Pan, J., Qin, Z., Li, X., Khoo, H.E., & Dong, X. (2023). CaCl₂ treatment effectively delays postharvest senescence of passion fruit. *Food Chemistry*, 417, 135786.
- Zhang, R., Lan W., Ding J., Ahmed S., He L., & Liu, Y. (2019). Effect of PLA/PBAT Antibacterial Film on Storage Quality of Passion Fruit during the Shelf Life, *Molecules*, 24(18), 3378.
- Zhang, R., Yuan, Z., Jiang, Y., Jiang, F., & Chen, P. (2022). Sodium nitroprusside

- functions in browning control and quality maintaining of postharvest rambutan fruit. *Frontiers in Plant Science*, 12, 795671.
- Zhang, Z.-W., Liu, H.; Li, H., Yang, X.-Y., Fu, Y.-F., Kang, Q., Wang, C.-Q., Yuan, M., Chen, Y.-E., & Yuan, S. (2022). Beneficial Effects of Sodium Nitroprusside on the Aroma, Flavors, and Anthocyanin Accumulation in Blood Orange Fruits. *Foods*, 11, 2218.
- Zhao, Y., Zhu, X., Hou, Y., Wang, X., & Li, X. (2020). Postharvest nitric oxide treatment delays the senescence of winter jujube (*Zizyphus jujuba* Mill. cv. Dongzao) fruit during cold storage by regulating reactive oxygen species metabolism. *Scientia Horticulturae*, 261, 109009.