

ẢNH HƯỞNG CỦA SODIUM NITROPRUSSIDE ĐẾN QUÁ TRÌNH CHÍN VÀ CHẤT LƯỢNG TRÁI XOÀI “NAM DOK MAI SI THONG”

Trần Thị Thùy Linh*, Trần Hồng Quân

Khoa Khoa học Sinh học ứng dụng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

*Tác giả liên hệ: thuylinhvclcc@gmail.com

Ngày nhận bài: 01.07.2021

Ngày chấp nhận đăng: 09.12.2021

TÓM TẮT

Sodium nitroprusside (SNP) - một chất giải phóng nitric oxide (NO) được sử dụng trong nghiên cứu này nhằm làm chậm quá trình chín và duy trì chất lượng trái xoài sau thu hoạch. Trái xoài giống “Nam Dok Mai Si Thong” được ngâm trong dung dịch SNP 0,5mm hoặc 1mm trong 10 phút; ngâm trái trong nước 10 phút được xem là đối chứng. Sau khi xử lý, trái được bảo quản ở nhiệt độ thường (22°C) đến ngày thứ 8, khi trái đối chứng chín hoàn toàn. Kết quả cho thấy SNP làm giảm có ý nghĩa sự sản sinh khí ethylene và cường độ hô hấp của trái, duy trì độ cứng trái, làm chậm sự thay đổi hàm lượng chất rắn hòa tan và độ axit của dịch trái. SNP cũng làm chậm sự phát triển màu của thịt trái. Tuy nhiên, SNP không làm giảm tỷ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên của trái. Xử lý bằng dung dịch SNP ở nồng độ 1mm có hiệu quả cao hơn trong việc làm chậm quá trình chín và duy trì chất lượng trái xoài sau thu hoạch.

Từ khóa: *Mangifera indica* L., sodium nitroprusside, sự chín của trái, chất lượng trái.

Effect of Sodium Nitroprusside on Ripening and Quality of “Nam Dok Mai Si Thong” Mango Fruits

ABSTRACT

Sodium nitroprusside (SNP) - a nitric oxide (NO) donor, was used in this research to delay the ripening and maintain the quality of postharvest mango fruits. Mango fruits cv. Nam Dok Mai Si Thong were dipped in SNP solution at 0.5mm or 1 mm for 10 min while dipping in water for 10 min served as the control. After treatment, all fruits were stored at ambient temperature (22°C) until day 8th when the fruits of control treatment got fully ripe stage. The results showed that SNP significantly reduced ethylene production and respiration rate in the fruits, maintained fruit firmness and delayed the changes in soluble solid content and titratable acidity. SNP also delayed color development of the fruit pulp. However, SNP had no effect on reducing weight loss. SNP treatment at 1mm was more effective to delay the ripening process and maintain quality of postharvest mango fruits.

Keywords: *Mangifera indica* L., sodium nitroprusside, fruit ripening, fruit quality.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trái xoài (*Mangifera indica* L.) là một loại trái cây nhiệt đới quan trọng. Tuy nhiên, thời gian bảo quản và sử dụng trái xoài sau thu hoạch bị giới hạn bởi quá trình chín rất nhanh. Sự thay đổi các đặc tính bên trong và bên ngoài của trái xoài như độ cứng, màu sắc, mùi vị trong suốt quá trình chín và bảo quản làm ảnh hưởng đến khẩu vị và giá trị thương mại. Đối với sinh lý sau thu hoạch, giai đoạn chín là bắt đầu của

quá trình lão hóa và hư hỏng, do vậy việc làm chậm lại quá trình chín của trái rất có ý nghĩa, giúp ích cho quá trình vận chuyển cũng như bảo quản trái xoài trước khi bày bán và tiêu thụ. Ở Thái Lan, giống xoài “Nam Dok Mai Si Thong” được trồng khá phổ biến, có chất lượng dinh dưỡng và giá trị cảm quan tốt nhờ vào màu sắc vàng đẹp và mùi vị thơm ngon, rất được ưa chuộng để ăn tươi và chế biến. Giống xoài này có nhiều đặc điểm tương tự với một số giống xoài tại đồng bằng sông Cửu Long, vì vậy có thể sử

dụng kết quả thí nghiệm này cho các nghiên cứu tiếp theo tại Việt Nam.

Quá trình chín thường liên quan đến những thay đổi sinh lý, sinh hóa bên trong trái. Trong đó, sự gia tăng sinh tổng hợp ethylene, hô hấp đột phát, gia tăng các quá trình chuyển hóa và sinh tổng hợp các chất đặc trưng xảy ra trên trái có hô hấp đột biến (climacteric fruit). Xử lý với chất 1-Methylcyclopropene (1-MCP) nhằm duy trì chất lượng rau quả sau thu hoạch được nghiên cứu khá nhiều. Cơ chế hoạt động của 1-MCP là ức chế hoạt động của ethylene bằng cách gắn vào chất nhận ethylene (ethylene receptor), ngăn cản các bước tiếp theo khởi động cho quá trình chín. Tuy nhiên mô thực vật có thể tạo ra các vị trí tiếp nhận mới, ở đó ethylene tiếp tục được đáp ứng và hoạt động (Valero & Serrano, 2010).

Gần đây xử lý với chất nitric oxide (nitrogen monoxide - NO) đã được nhiều nghiên cứu nhằm làm chậm quá trình chín và duy trì chất lượng một số trái cây sau thu hoạch. NO là một chất hoạt tính sinh học có thể kiểm soát sản sinh ethylene bằng cách ức chế trực tiếp hoặc ngăn chặn enzyme sinh tổng hợp ethylene (Manjunatha & cs., 2012). Xử lý NO trên trái cây sau thu hoạch thường được sử dụng ở dạng khí NO hoặc sử dụng các hợp chất có thể phóng thích ra NO. Phân tử NO được giải phóng ra có thể tham gia phản ứng như NO nội sinh (Aleryani & cs., 1999). Phun khí NO nồng độ 20 $\mu\text{l/l}$ trong 2h ở 21°C ức chế sinh tổng hợp ethylene, giảm cường độ hô hấp trái xoài “Kensington Pride” và duy trì độ cứng, độ rắn chắc và kết dính của thịt trái (Zaharah & Singha, 2011a). Trái mận “Amber Jewel” có biểu hiện chậm quá trình chín khi cho tiếp xúc với khí NO nồng độ 10 $\mu\text{l/l}$, NO cũng làm giảm nhẹ triệu chứng tổn thương lạnh trên trái mận trong quá trình tồn trữ lạnh và hạn chế có hiệu quả sự thối rữa, hư hỏng (Singh & cs., 2009).

Sodium nitroprusside (SNP), một phức hợp cấu thành bởi Fe, nhóm cyanide và NO ($\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$). Chất này là một trong những chất phóng thích NO được sử dụng rộng rãi (Yamaguchi & Hama, 2003) để xử lý trên rau quả thay thế khí NO. Xử lý SNP nồng độ 1mm

trên trái xoài “Nam Dok Mai No.4”, sau đó bảo quản ở 13°C có thể làm giảm sản sinh ethylene và cường độ hô hấp, duy trì độ cứng thịt trái, giảm tỉ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên, làm chậm sự thay đổi màu trên vỏ và thịt trái, chậm thay đổi hàm lượng chất rắn hòa tan và độ axit (Tran Thi Thuy Linh & cs., 2015). Theo Sadegh & cs. (2012) sử dụng SNP nồng độ 1mm có thể kéo dài thời gian bảo quản sau thu hoạch của trái đào do giảm tỉ lệ sản sinh ethylene, giảm sự mềm trái và gia tăng hoạt tính của enzyme superoxide dismutase và catalase.

Trái xoài thường được bày bán tại các cửa hàng ở điều kiện nhiệt độ khoảng 22-25°C. Mục đích của nghiên cứu này là xác định ảnh hưởng của việc xử lý dung dịch SNP đối với việc làm chậm quá trình chín trái xoài “Nam Dok Mai Si Thong” ở nhiệt độ thường (22°C).

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Sodium nitroprusside (SNP - $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) sử dụng trong thí nghiệm này được cung cấp bởi HIMEDIA Co., Ấn Độ (trọng lượng phân tử: 297,95 g/mol). SNP được hòa tan trong nước cất trước khi sử dụng. Phản ứng của SNP sẽ phóng thích NO và cyanide (CN). Vì vậy, sử dụng SNP trong quản lý sau thu hoạch cần bảo đảm sự an toàn cho sức khỏe, chú ý đến nồng độ sử dụng và thông gió trong quá trình xử lý.

Trái xoài “Nam Dok Mai Si Thong” thu hái ở giai đoạn già (thu hoạch ở 90-100 ngày sau khi ra hoa), trái được rửa sạch và khử khuẩn bằng Clorox (NaOCl) nồng độ 100ppm, sau đó để khô trong 30 phút. Thí nghiệm gồm 3 nghiệm thức: trái xoài được ngâm trong dung dịch SNP 0,5mm hoặc 1mm trong 10 phút; ngâm trái xoài trong nước 10 phút được xem là nghiệm thức đối chứng (control), với 3 lần lặp lại, 7 trái xoài/lần lặp lại. Sau khi xử lý, trái xoài được đặt vào rổ nhựa, bảo quản ở nhiệt độ thường (22°C).

Chỉ tiêu theo dõi: Khí ethylene sinh ra, cường độ hô hấp, độ cứng trái, tỉ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên được đo hàng ngày đến ngày thứ 8. Các chỉ tiêu màu sắc vỏ và thịt trái, hàm lượng chất rắn hòa tan và hàm lượng axit đo vào ngày thứ 8.

Khí ethylene sinh ra và cường độ hô hấp (biểu thị bằng lượng khí CO_2 sinh ra) được xác định bằng cách đặt 1 trái mẫu vào trong hộp kín trong 2 giờ, sau đó hút 1ml khí từ hộp chứa trái mẫu, đo khí ethylene (đơn vị tính là $\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$) và khí CO_2 sinh ra (tính bằng $\text{mg CO}_2/\text{kg.h}$) bằng máy GC (gas chromatography - Shimadzu GC-2014 ATF, Japan). Màu sắc vỏ trái và thịt trái được đo bằng máy đo màu colorimeter (Konica Minolta CR-400, Japan). Màu sắc trái được mô tả bằng 3 thuộc tính dựa trên các chỉ số sau: i) Giá trị màu: là độ sáng hay tối của một màu. Biểu thị bằng chỉ số L^* từ 0-100 ($L^* = 0$: đen; $L^* = 100$: trắng); ii) Sắc màu: phân biệt giữa các màu. Biểu thị bằng các chỉ số a^* và b^* (Giá trị a^* dương: nghiêng về màu đỏ; a^* âm: nghiêng về màu xanh lá cây. Giá trị b^* dương: nghiêng về màu vàng; b^* âm: nghiêng về màu xanh dương); iii) Độ bão hòa màu: biểu thị bằng chỉ số hue angle (h) có giá trị từ 0-360 (h = 0: màu đỏ; h = 90: màu vàng; h = 180: màu xanh lá cây; h = 270: màu xanh dương). Độ cứng thịt trái được xác định bởi lực nén thông qua máy đo cấu trúc (texture analyzer - TA.XT-plus, UK), sử dụng phương pháp nén với khoảng cách có giới hạn (limited distance compression). Tỷ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên của trái được xác định bằng tỉ lệ phần trăm hao hụt khối lượng so với khối lượng trái ban đầu. Hàm lượng chất rắn hòa tan (Soluble solid concentrations - SSC) được xác định bằng máy đo chiết quang kế cầm tay (hand refractometer - Atago, PAL-1, Japan). Hàm lượng axit (Titratable acidity - TA) được xác định bằng cách chuẩn độ với NaOH 0,1 N, sử dụng chất chỉ thị phenolphthalein.

Xử lý thống kê bằng phần mềm SPSS, phân tích phương sai và so sánh khác biệt có ý nghĩa ở mức $P \leq 0,05$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khí ethylene sinh ra và cường độ hô hấp

Nồng độ khí ethylene được thể hiện ở hình 1A, cường độ hô hấp được thể hiện ở hình 1B. Các chỉ tiêu được theo dõi hàng ngày đến ngày

thứ 8, khi trái đối chứng có dấu hiệu chín hoàn toàn. Sự sản sinh ethylene của trái xoài trong thí nghiệm có sự thay đổi chậm từ ngày thứ 1 đến ngày thứ 5, tăng mạnh vào ngày thứ 6, sau đó giảm đi. Các nghiệm thức có xử lý SNP làm chậm thời gian đạt giá trị ethylene cực đại sau 1 ngày và giá trị cực đại của trái có xử lý SNP thấp hơn trái ở nghiệm thức không xử lý SNP. Giá trị cực đại sản sinh ethylene ở các nghiệm thức đối chứng; xử lý SNP 0,5mm và 1mm có giá trị lần lượt là 3,47; 3,24 và 3,05 $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 / \text{kg.h}$. Nghiệm thức có xử lý SNP làm giảm có ý nghĩa sự sản sinh ethylene trong suốt quá trình bảo quản so với đối chứng, ngoại trừ ngày thứ 6 và thứ 7.

Cường độ hô hấp của trái xoài trong thí nghiệm gia tăng từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 6, sau đó giảm đi. Tất cả các nghiệm thức đạt giá trị hô hấp cực đại vào ngày thứ 6, giá trị cực đại ở nghiệm thức đối chứng cao hơn 1,5 lần so với các nghiệm thức xử lý SNP. Nghiệm thức xử lý SNP làm giảm có ý nghĩa cường độ hô hấp trong quá trình bảo quản, ngoại trừ ngày thứ 1 và ngày thứ 3.

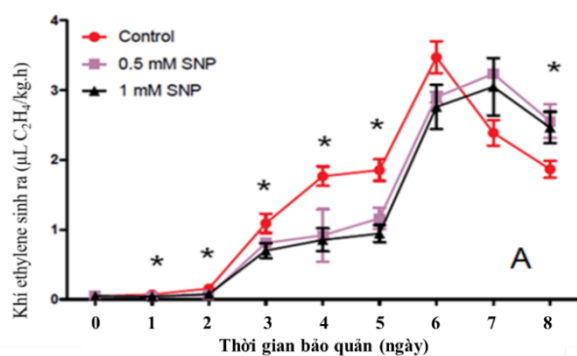
Số liệu đo được cho thấy, xử lý SNP 1mm có hiệu quả hơn SNP 0,5mm về hạn chế cường độ hô hấp và sản sinh ethylene so với nghiệm thức đối chứng.

Ở trái xoài sau thu hoạch có sự gia tăng đột ngột hàm lượng khí ethylene và khí CO_2 sinh ra khi trái bắt đầu chín sau đó giảm dần. Kết quả đo được thời gian đạt cực đại ethylene chậm hơn một ngày ở trái có xử lý SNP so với trái đối chứng. Bên cạnh đó, giá trị đạt cực đại của khí CO_2 sinh ra trên trái đối chứng gấp 1,5 lần so với trái xử lý SNP (Hình 1A và 1B). Điều này cho thấy sự chậm lại quá trình chín của trái xoài có xử lý SNP trong thí nghiệm là do SNP ức chế sản sinh ethylene và làm giảm cường độ hô hấp. Theo Tiernay & cs. (2005), trái được xử lý với NO sẽ ngăn cản quá trình sinh tổng hợp ethylene do sự gắn kết của NO vào gốc 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid để tạo thành một phức hợp bền vững. Chất NO được giải phóng ra từ dung dịch SNP 1mm có hiệu quả làm chậm quá trình chuyển màu đỏ của vỏ

trái cà chua, ngăn cản sản xuất ethylene và tác động đến các chỉ tiêu chất lượng của trái cà chua trong quá trình bảo quản (Lai, 2011). Phun NO làm giảm quá trình hô hấp của trái xoài “Kensington Pride” trong suốt giai đoạn chín ở 21°C (Zaharah & Singh, 2011b). Tương tự, xử lý NO cho thấy sự ức chế hô hấp trên trái mận (Singh & cs., 2009), trên trái đào (Flores & cs., 2008), trên trái dâu tây (Zhu & Zhou, 2007) và trên trái cà chua (Zhang & cs., 2005).

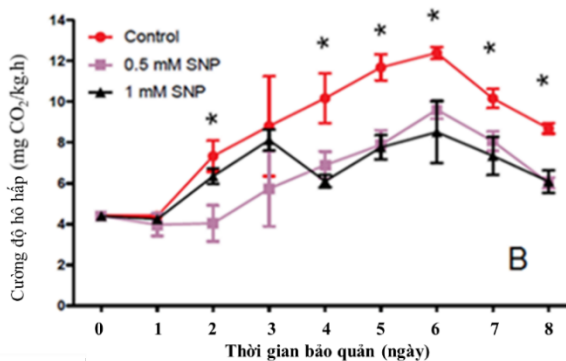
3.2. Độ cứng của trái và tỷ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên của trái

Độ cứng của trái trong thí nghiệm giảm



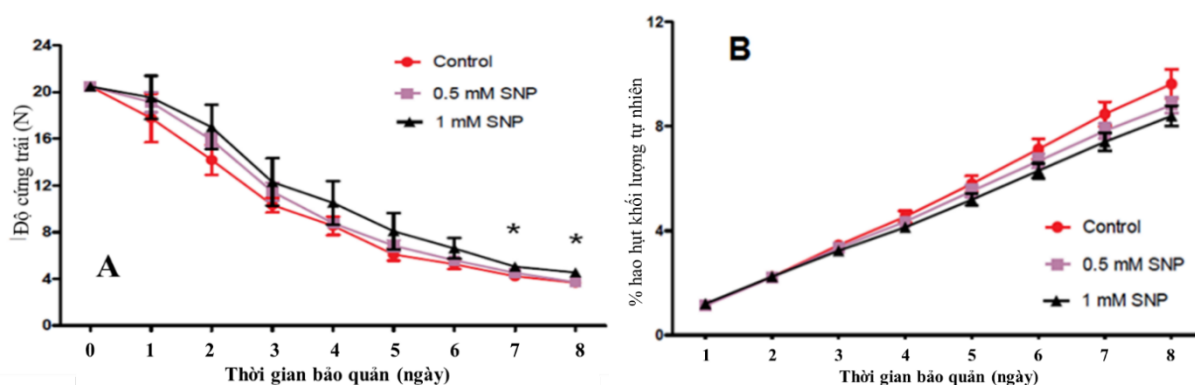
chậm trong quá trình bảo quản. Trái xoài trong nghiệm thức xử lý SNP duy trì độ cứng hơn nghiệm thức đối chứng. Sự khác biệt ý nghĩa đo được vào ngày thứ 7 và thứ 8 và duy nhất nghiệm thức SNP 1mm giữ được giá trị độ cứng cao hơn khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng (Hình 2A).

Tỉ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên của trái xoài có xử lý SNP thấp hơn trái không xử lý SNP (Hình 2B), thấy rõ ở giai đoạn sau của quá trình bảo quản. Trái xoài ở nghiệm thức SNP 1mm có biểu hiện giảm khối lượng ít hơn so với SNP 0,5mm và đối chứng. Tuy nhiên, không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê về tỉ lệ hao hụt khối lượng trái giữa các nghiệm thức.



Ghi chú: Thanh dọc biểu thị cho giá trị S.E của trung bình mẫu. Dấu * biểu thị sự khác biệt ý nghĩa giữa các nghiệm thức ở $P \leq 0,05$ (LSD test) ($n = 3$).

Hình 1. Ảnh hưởng của xử lý SNP tới sự sản sinh ethylene (A) và cường độ hô hấp (B) của trái xoài “Nam Dok Mai Si Thong” trong thời gian bảo quản ở 22°C



Ghi chú: Thanh dọc biểu thị cho giá trị S.E của trung bình mẫu. Dấu * biểu thị sự khác biệt ý nghĩa giữa các nghiệm thức ở $P \leq 0,05$ (LSD test) ($n = 3$).

Hình 2. Ảnh hưởng của xử lý SNP tới độ cứng (A) và tỉ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên (B) của trái xoài trong thời gian bảo quản ở 22°C

Phản ứng hô hấp của trái cây trong quá trình chín giải phóng ra khí CO₂, nước và sinh nhiệt. Trong nghiên cứu này, sự duy trì độ cứng và trọng lượng trái ở nghiệm thức SNP có thể được giải thích do giảm cường độ hô hấp và giảm sự mất nước. Hơn nữa, sự duy trì độ cứng do xử lý SNP có thể là do sự giảm thiểu sinh tổng hợp ethylene dẫn đến sự giảm hoạt động của các enzyme xúc tác phản ứng làm mềm trái. Theo nghiên cứu của Cheng & cs. (2009) và Yang & cs. (2010) xử lý NO làm giảm hoạt động của các enzyme polygalacturonase, endo-1,4-β-d-glucanase, pectinmethyl esterase và galactosidase trong quá trình chín của trái chuối. Sử dụng SNP 1mm có thể kéo dài đời sống sau thu hoạch của trái đào do làm giảm sản sinh ethylene và làm chậm sự mềm trái (Sadegh & cs., 2012). Tương tự, trái lê “Yali” được xử lý với NO 20 µl/l cho thấy sự giảm sút sinh tổng hợp ethylene, giảm hoạt động của các enzyme polygalacturonase và β-galactosidase và duy trì độ cứng trái dẫn đến làm chậm quá trình chín và mềm trái (Liu & cs., 2011).

3.3. Màu sắc trái

Trên thịt trái: Ở giai đoạn trái chín hoàn toàn (ngày thứ 8 ở trái đối chứng), chỉ số a* và b* đo được trên thịt trái có xử lý SNP có giá trị dương thấp (ngiên về màu xanh) so với trái đối chứng. Nghiệm thức xử lý SNP cũng làm chậm sự thay đổi màu biểu thị ở các giá trị h và L* giảm ít hơn ở ngày thứ 8 so với ngày 0. Nghiệm thức SNP 1mm có hiệu quả hơn SNP 0,5mm về giảm sự thay đổi các chỉ số màu đo được trên thịt trái (Bảng 1).

Trên vỏ trái: Không có khác biệt ý nghĩa về chỉ số b* trên vỏ trái xoài giữa các nghiệm thức. Màu của vỏ trái xoài trong quá trình chín không

liên quan đến chỉ số a*. Giá trị L* và h thấp hơn đo được trên trái xoài ở nghiệm thức SNP 0,5mm (Bảng 2).

Nghiệm thức xử lý SNP dường như làm giảm sự phát triển màu trên vỏ trái, biểu thị ở sự giảm chậm các giá trị L* và h đo được vào ngày thứ 8 so với ngày đầu tiên trong quá trình bảo quản. Giá trị a*, b* thấp hơn và giá trị L*, h cao hơn trên thịt trái xoài được xử lý SNP so với trái đối chứng có thể do sự giảm sản sinh ethylene dẫn đến giảm các phản ứng tổng hợp chất màu. Tương tự kết quả tìm thấy trên trái chuối được phun khí NO (Cheng & cs., 2009). Theo Singh & cs. (2009), xử lý trái mận với NO 10 µl/l làm giảm sự thay đổi màu sắc vỏ trái, độ cứng trái và hàm lượng axit nhờ vào sự giảm thiểu hô hấp và ethylene.

3.4. Hàm lượng chất rắn hòa tan và độ axit

Hàm lượng chất rắn hòa tan và độ axit được đo vào ngày thứ 8. Giá trị SSC tăng trong khi giá trị TA giảm trong quá trình chín của trái xoài. Kết quả cho thấy trái xử lý với SNP 1mm có giá trị SSC và TA chênh lệch khá cao, khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức SNP 0,5mm và đối chứng (Bảng 3). Điều này cho thấy xử lý SNP 1mm có hiệu quả làm chậm phản ứng sinh hóa trong quá trình chín của trái xoài.

Xử lý SNP 1mm làm chậm đạt giá trị hô hấp cực đại trùng với việc làm chậm sự tích lũy SSC cũng như giảm hàm lượng đường trên trái chuối (Manjunatha & cs., 2010). Xử lý NO trên trái đu đủ làm giảm một cách hiệu quả sự hình thành ethylene và cường độ hô hấp, giảm sự mất trọng lượng, duy trì độ cứng, làm chậm lại sự thay đổi màu và giảm hàm lượng SSC trong suốt 20 ngày bảo quản (Li & cs., 2014).

Bảng 1. Ảnh hưởng xử lý SNP tới màu của thịt trái xoài “Nam Dok Mai Si Thong” vào ngày bảo quản thứ 8 ở 22°C

Nghiệm thức	Chỉ số L*	Chỉ số a*	Chỉ số b*	Chỉ số h
Ngày 0	85,36 ± 0,90	-1,97 ± 0,07	30,68 ± 1,12	94,47 ± 0,95
Ngày 8 (Đối chứng)	74,62b ± 0,77	7,99a ± 0,64	49,57a ± 0,77	80,89c ± 0,62
0,5mm SNP	75,68b ± 0,52	4,78b ± 0,39	46,70ab ± 1,42	84,14b ± 0,45
1,0mm SNP	80,64a ± 1,29	2,12c ± 0,95	40,33b ± 3,36	87,44a ± 1,20

Ghi chú: Các giá trị biểu thị trung bình mẫu (± SE) (n = 3). Các giá trị trong cùng một cột có các chữ cái theo sau khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức ở P ≤ 0,05 (LSD test).

Bảng 2. Ảnh hưởng xử lý SNP tới màu của vỏ trái xoài “Nam Dok Mai Si Thong” vào ngày bảo quản thứ 8 ở 22°C

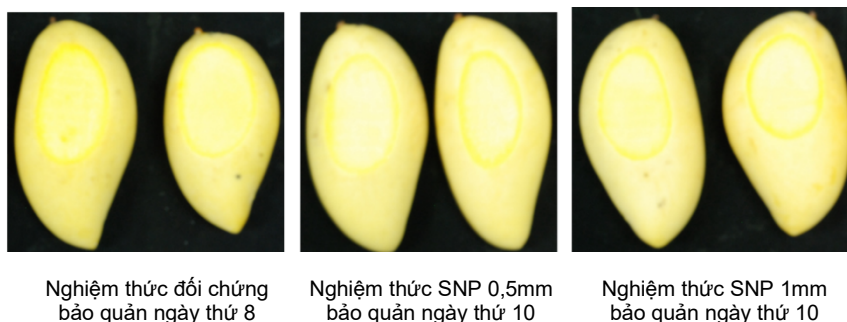
Nghiệm thức	Chỉ số L*	Chỉ số b*	Chỉ số h
Ngày 0	78,84 ± 0,73	38,40 ± 1,17	94,49 ± 0,97
Ngày 8 (Đối chứng)	74,34ab ± 0,60	35,72ns ± 0,38	76,11a ± 0,88
0,5 mm SNP	73,27b ± 0,31	34,57ns ± 0,32	68,40c ± 0,37
1,0 mm SNP	75,72a ± 0,81	33,97ns ± 1,68	74,14b ± 0,56

Ghi chú: Các giá trị biểu thị trung bình mẫu ($\pm$ SE) ($n = 3$). Các giá trị trong cùng một cột có các chữ cái theo sau khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức ở $P \leq 0,05$ (LSD test).

Bảng 3. Ảnh hưởng xử lý SNP tới hàm lượng chất rắn hòa tan (SSC) và độ axit (TA) của trái xoài “Nam Dok Mai Si Thong” vào ngày bảo quản thứ 8 ở 22°C

Nghiệm thức	SSC (°Brix)	TA (% citric acid)
Ngày 0	12,01 ± 0,45	2,32 ± 0,05
Ngày 8 (Đối chứng)	20,31a ± 0,37	0,50b ± 0,06
0,5 mm SNP	20,40a ± 0,18	0,52b ± 0,04
1,0 mm SNP	18,41b ± 0,37	0,81a ± 0,06

Ghi chú: Các giá trị biểu thị trung bình mẫu ($\pm$ SE) ($n = 3$). Các giá trị trong cùng một cột có các chữ cái theo sau khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức ở $P \leq 0,05$.



Hình 3. Màu sắc và chất lượng trái xoài thí nghiệm ở ngày thứ 8 và thứ 10

Quan sát cho thấy đến ngày bảo quản thứ 8, trái xoài ở nghiệm thức đối chứng chín hoàn toàn và bắt đầu xuất hiện triệu chứng hư hỏng do nấm bệnh. Ở trái có xử lý SNP, đến ngày thứ 10 vẫn duy trì màu sắc và độ cứng (Hình 3).

Sự thay đổi đặc tính bên trong và bên ngoài trong quá trình chín của trái xoài có liên quan đến sự gia tăng sinh tổng hợp ethylene và cường độ hô hấp; sự giảm độ cứng của thịt trái; sự thay đổi màu trên vỏ và thịt trái; sự gia tăng hàm lượng chất rắn hòa tan và sự giảm sút hàm lượng axit (Brecht & Yahia, 2009). Trong nghiên cứu này, trái xoài đối chứng được bảo quản đến ngày thứ 8 đã chín hoàn toàn trong khi trái xử

lý SNP 1mm đến ngày thứ 10 vẫn duy trì được các dấu hiệu giảm chậm các thay đổi trong quá trình chín (Hình 3), biểu hiện ở duy trì độ cứng hơn, hàm lượng SSC thấp hơn, hàm lượng TA cao hơn và sự thay đổi chậm màu sắc thịt trái so với đối chứng. Điều này chứng tỏ xử lý SNP 1mm đã làm chậm lại quá trình chín của trái xoài trong thí nghiệm.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này cho thấy xử lý sau thu hoạch với SNP làm chậm quá trình chín, duy trì chất lượng trái xoài “Nam Dok Mai Si Thong”

trong điều kiện bảo quản ở nhiệt độ 22°C. Xử lý SNP 1mm trong 10 phút làm giảm sản sinh ethylene và cường độ hô hấp, duy trì độ cứng trái và làm chậm sự thay đổi màu thịt trái, hàm lượng chất rắn hòa tan và độ axit, nhờ vậy có thể làm chậm quá trình hư hỏng tự nhiên, gia tăng thời gian bảo quản trái xoài. Thí nghiệm trên đây mới chỉ khảo sát bước đầu, do vậy hiệu quả của SNP trong việc điều khiển các cơ chế sinh hóa của quá trình chín và mềm trái xoài, thời gian kéo dài bảo quản của trái xử lý SNP so với đối chứng cần được khảo sát tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Aleryani S., Milo E. & Kostka P. (1999). Formation of peroxynitrite during thiol-mediated reduction of sodium nitroprusside, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*. 1472: 181-190.
- Brecht J.K. & Yahia E.M. (2009). *Postharvest Physiology - The Mango - 2nd Edition: Botany, Production and uses*. CAB International. Chapter. 14: 484.
- Cheng G., Yang E., Lu W., Jia Y., Jiang Y. & Duan X. (2009). Effect of nitric oxide on ethylene synthesis and softening of banana fruit slice during ripening. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 57: 5799-5804.
- Flores F., Sánchez - Bel P., Valdenegro M., Romojaro F., Martinez-Madrid M. & Egea M. (2008). Effects of a pretreatment with nitric oxide on peach (*Prunus persica* L.) storage at room temperature. *Journal of European Food Research and Technology*. 227: 1599-1611.
- Lai T., Wang Y., Li B., Qina G. & Tiana S. (2011). Defense responses of tomato fruit to exogenous nitric oxide during postharvest storage. *Journal of Postharvest Biology and Technology*. 62: 127-132.
- Li X., Wu B., Guo Q., Wang J., Zhang P. & Chen W. (2014). Effects of nitric oxide on postharvest quality and soluble sugar content in papaya fruit during ripening. *Journal of Food Processing and Preservation*. 38: 591-599.
- Liu L., Dong Y. & Guan J. (2011). Effects of nitric oxide on the quality and pectin metabolism of Yali pears during cold storage. *Journal of Agricultural Sciences in China*. 10(7): 1125-1133.
- Manjunatha G., Gupta K.J., Lokesh V., Mur A.L. & Bhagyalakshmi N. (2012). Nitric oxide counters ethylene effects on ripening fruits. *Journal of Plant signaling & behavior*. 7(4): 476-483.
- Manjunatha G., Lokesh V. & Bhagyalakshmi N. (2010). Nitric oxide - induced enhancement of banana fruit attributes and keeping quality. *Acta Horticulturae*. 2. 934: 799-806. <http://www.actahort.org/books/934/index.htm>
- Sadegh A.S., Mostofi Y., Boojar M.M.A & Khalighi A. (2012). Effect of nitric oxide on ethylene biosynthesis and antioxidant enzymes on Iranian peach (*Prunus persica* cv. Anjiri). *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 10 (2): 125-129.
- Singh S.P., Singha Z. & Swinny E.E. (2009). Postharvest nitric oxide fumigation delays fruit ripening and alleviates chilling injury during cold storage of Japanese plums (*Prunus salicina* Lindell). *Journal of Postharvest Biology and Technology*. 53: 101-108.
- Tierney D.L., Rocklin A.M., Lipscomb J.D., Que Jr. L. & Hoffman B.M. (2005). Studies of the ligation and structure of the non-heme iron site in ACC oxidase. *Journal of American Chemistry and Society*. 127: 7005-7013.
- Tran Thi Thuy Linh, Jitareerat P., Aimla-or S., Srilaong V., Boonyaritthongchai P. & Uthairatanakij A. (2015). Applying of sodium nitroprusside (SNP) on postharvest “Nam Dok Mai No.4” mango fruits delay ripening and maintain quality. *African Journal of Agriculture Research*. 10(31): 3067-3072.
- Valero D. & Serrano M. (2010). *Postharvest biology and technology for preserving fruit quality*. CRC Press. p. 202.
- Yamaguchi K. & Hama H. (2003). A study on the mechanism by which sodium nitroprusside, a nitric oxide donor, applied to the anteroventral third ventricular region provokes facilitation of vasopressin secretion in conscious rats. *Brain Research*. 968: 35-43.
- Yang E., Yang S.Y., Lu W.J., Chen J.Y., Qu H.X., Jiang Y., Joyce D.C. & Duan X.W. (2010). Effect of nitric oxide on the sensitivity of banana fruit slices to ethylene. *Journal of Horticulture Science Biotechnology*. 85: 17-22.
- Zaharah S.S. & Singh Z. (2011a). Postharvest nitric oxide fumigation alleviates chilling injury, delays fruit ripening and maintains quality in cold stored “Kensington Pride” mango. *Journal of Postharvest Biology and Technology*. 60: 202-210.
- Zaharah S.S. & Singh Z. (2011b). Mode of action of nitric oxide in inhibiting ethylene biosynthesis and fruit softening during ripening and cool storage of “Kensington Pride” mango. *Journal of Postharvest Biology and Technology*. 62: 258-266.
- Zhang S.Y., Ren X.L. & Rao J.P. (2005). Effects of nitric oxide on active oxygen metabolism of postharvest tomato fruit. *Acta Horticulturae*. 32: 818-822.
- Zhu S.H. & Zhou J. (2007). Effect of nitric oxide on ethylene production in strawberry fruit during storage. *Journal of Food Chemistry*. 100: 1517-1522.