

ẢNH HƯỞNG CỦA XỬ LÝ 1-METHYLCYCLOPROPENE (1-MCP) SAU THU HOẠCH ĐẾN CHẤT LƯỢNG CỦA CÀ CHUA ‘SAVIOR’ TRỒNG VỤ HÈ

Nguyễn Minh Việt Thảo^{1,2}, Maarten L. A. T. M. Hertog²,
Vũ Thị Kim Oanh¹, Bart Nicolai², Trần Thị Định^{1*}

¹*Khoa Công nghệ thực phẩm, Học viện Nông nghiệp Việt Nam, Trâu Quỳ, Gia Lâm, Hà Nội*

²*Flanders Centre of Postharvest Technology, Katholieke Universiteit Leuven,
Willem de Croylaan 42, B-3001 Leuven, Belgium*

*Tác giả liên hệ: tt dinh@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 29.05.2022

Ngày chấp nhận đăng: 21.10.2022

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm xác định ảnh hưởng của xử lý 1-MCP sau thu hoạch đến chất lượng của cà chua giống ‘Savior’ trồng vụ hè (trái vụ) trong quá trình bảo quản. Quả cà chua “xanh già” đã chín thành thực được xử lý 1-MCP nồng độ 5 µl/l ở 18°C trong 24 giờ và bảo quản ở 18°C. Kết quả cho thấy sự chuyển màu sắc, độ chín và cường độ hô hấp của quả đã xử lý 1-MCP diễn ra chậm hơn đáng kể so với quả đối chứng chín tự nhiên. Xử lý 1-MCP cũng làm tăng hàm lượng axit hữu cơ tổng số của cà chua. Tác dụng làm chậm chín của 1-MCP ở nồng độ 5 µl/l có thể ứng dụng để bảo quản sau thu hoạch đối với cà chua ‘Savior’ trồng vụ hè.

Từ khóa: Cà chua ‘Savior’, vụ hè, quá trình chín, sau thu hoạch, 1-MCP, chất lượng quả.

Effect of Postharvest Treatment of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on (Storage) Quality of ‘Savior’ Tomato Grown in Summer

ABSTRACT

The aim of the study was to investigate the effect of 1-MCP on fruit quality of ‘Savior’ tomato grown in summer (off-season) during postharvest storage. Tomatoes at mature green stage were harvested, treated with 1-MCP at 5 µl.l⁻¹ at 18°C for 24h, and then stored at 18°C. The results showed that the degreening, softening, and the respiration rate were retarded in 1-MCP treated tomatoes compared to the control fruit. Furthermore, 1-MCP increased the acidity of the fruit. The effect of 1-MCP as ripening retardant at a concentration of 5 µl.l⁻¹ can be applied for post-harvest preservation of summer-grown ‘Savior’ tomatoes.

Keywords: Tomato ‘Savior’, summer season, postharvest storage, 1-MCP, fruit quality.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cà chua (*Lycopersicon esculentum* Mill) được sử dụng phổ biến khắp nơi dưới dạng ăn tươi cũng như chế biến tại hộ gia đình và công nghiệp bởi là loại quả ngon và giàu dinh dưỡng. Ở Việt Nam, theo số liệu thống kê, diện tích trồng cà chua năm 2019 là 23.791ha với sản lượng 673.194,5 tấn (Đoàn Xuân Cảnh & cs., 2021). Hiện nay, các giống cà chua trồng ở Việt Nam được chia thành hai nhóm là cà chua không chịu nhiệt (giống truyền thống) và chịu

nhiệt. Với giống cà chua truyền thống, mùa vụ tập trung từ tháng 9 đến tháng 3 năm sau. Tại thời điểm chính vụ, giá thành của cà chua khá thấp, thường lâm vào tình trạng được mùa rớt giá. Để khắc phục bất cập này, một số giống cà chua chịu nhiệt được nhập nội và chọn lọc thành công, trong số đó giống cà chua ‘Savior’. Giống này sở hữu nhiều ưu điểm vượt trội như khả năng kháng virus xoăn vàng lá, bệnh sương mai và bệnh đốm lá, đậu quả tốt, năng suất cao, chống chịu được với điều kiện nắng nóng khắc nghiệt của mùa hè mà không ảnh hưởng nhiều

đến khả năng sinh trưởng và phát triển của cây (Genova, 2013).

1-Methylcyclopropene (1-MCP) là chất ức chế hoạt động của ethylene - hormone gây lão hóa và kích thích chín ở thực vật, do có khả năng liên kết không thuận nghịch với các thụ thể ethylene (Jiang & cs., 1999). Tác dụng này ngăn chặn sự liên kết của ethylene với các thụ thể của nó, dẫn đến ức chế quá trình truyền tín hiệu tối tế bào thực vật, từ đó làm chậm chín ở quả (Blankenship & Dole, 2003). Sử dụng 1-MCP trong bảo quản rau quả tươi có nhiều ưu điểm như kéo dài thời gian lưu trữ, duy trì chất lượng và an toàn với sức khỏe con người. Hiệu quả của 1-MCP tùy thuộc vào mùa vụ canh tác, giống, độ chín, thời điểm thu hái, quy trình bảo quản sau thu hoạch và điều kiện xử lý 1-MCP.

Đến nay, trên thế giới và Việt Nam đã có nhiều nghiên cứu ứng dụng 1-MCP cho mục đích bảo quản quả cà chua sau thu hoạch. Những nghiên cứu này cho thấy 1-MCP có tác dụng làm chậm chín rất rõ ràng, thời gian lưu trữ và chất lượng quả được kéo dài đáng kể. Trong nghiên cứu trước của chúng tôi, giống cà chua ‘Savior’ trồng vụ đông cũng thể hiện các hiệu ứng tích cực tương tự (Trần Thị Định & cs., 2022). Tuy nhiên, cho đến nay, các số liệu về hiệu quả tác dụng của 1-MCP đối với cà chua của giống ‘Savior’ trồng vụ hè vẫn chưa được nghiên cứu. Vì những lý do nêu trên, trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của 1-MCP đến quá trình chín sau thu hoạch cà chua ‘Savior’ trồng vụ hè (trái vụ) được đánh giá thông qua việc theo dõi sự biến đổi các chỉ tiêu cơ lý, sinh lý và hóa học của quả sau thu hoạch.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Quả cà chua ‘Savior’ vụ hè năm 2020 được thu hái ở giai đoạn “xanh già” đã chín thành thực với số lượng khoảng 1.000 quả. Quả được làm mát trong thùng lạnh và nhanh chóng vận chuyển về phòng thí nghiệm. Tại đây, cà chua được làm sạch và lựa chọn dựa vào màu sắc đồng đều, không bị tổn thương cơ học và không bị sâu bệnh. 1-MCP là chế phẩm thương mại SmartFresh™ (AgroFresh Inc., Mỹ) có độ tinh

khiết 3,3% ở dạng bột. Ba hỗn hợp khí dùng cho xây dựng đường chuẩn để định lượng khí CO₂ và O₂ do Messer (Singapore) cung cấp.

2.2. Phương pháp xử lý 1-MCP

Cà chua được xử lý 1-MCP nồng độ 5 µl/l trong 24 giờ ở 18°C theo quy trình đã được thực hiện trong nghiên cứu của Trần Thị Định & cs. (2021). Mẫu cà chua đối chứng (không xử lý 1-MCP) và cà chua đã xử lý 1-MCP được lưu trữ ở 18°C, độ ẩm không khí 80%.

2.3. Bố trí thí nghiệm

Cà chua của công thức thí nghiệm và đối chứng được lấy mẫu phân tích căn cứ vào thời điểm chuyển độ chín (ĐC) của quả trong mẫu đối chứng (chín tự nhiên) bất kể cà chua được xử lý 1-MCP đang ở độ chín nào. Cụ thể, mẫu được phân tích ở những điểm sau: ĐC1 (cà chua vừa thu hoạch - quả xanh già, thành thực sinh lý), ĐC2 (cà chua ở mẫu đối chứng chuyển màu - vai quả có màu xanh nhưng phần đuôi xuất hiện sắc tố vàng), ĐC3 (cà chua ở mẫu đối chứng có màu da cam nhạt), ĐC4 (cà chua ở mẫu đối chứng có màu da cam), ĐC5 (cà chua ở mẫu đối chứng có màu đỏ, cứng), ĐC6 (cà chua ở mẫu đối chứng có màu đỏ, mềm), ĐC6+6 (cà chua ở mẫu đối chứng đạt ĐC6 và sau 6 ngày bảo quản), ĐC6+12 (cà chua ở mẫu đối chứng đạt ĐC6 và sau 12 ngày bảo quản), ĐC6+18 (cà chua ở mẫu đối chứng đạt ĐC6 và sau 18 ngày bảo quản). Tại mỗi thời điểm lấy mẫu, 40 quả cà chua ở mỗi công thức được phân tích các chỉ tiêu chất lượng: cường độ hô hấp, màu sắc, độ cứng, hàm lượng chất khô hòa tan và axit hữu cơ tổng số.

2.4. Phương pháp phân tích

2.4.1. Cường độ hô hấp

Cường độ hô hấp được xác định theo nghiên cứu của Van de Poel & cs. (2012). Theo đó, quả được đặt trong bình kín ở 18°C trong 2 giờ. Nồng độ CO₂ trong bình được xác định bằng máy sắc ký khí (GC) Clarus 580 GC (Perkin Elmer, Singapore) với cột 7HaySep N60/80. 1/8”- Sf, khí mang Helium, tốc độ dòng khí mang 30 ml/min, nhiệt độ buồng GC 60°C, đầu dò dẫn nhiệt TCD, nhiệt độ làm việc của đầu dò 200°C.

2.4.2. Màu sắc và độ cứng

Màu sắc vỏ quả được xác định bằng máy đo màu Minolta CM 2600D (Nhật Bản) thể hiện qua giá trị góc màu (H), đơn vị đo là độ (°) được tính từ chỉ số a^* và b^* trên hệ màu CIE $L^*a^*b^*$. Độ cứng của quả được xác định bằng máy đo độ cứng Mark-10-ESM 303 (Mỹ), đo ở hai vị trí đối diện trên đường xích đạo của quả.

2.4.3. Hàm lượng chất rắn hoà tan và axit hữu cơ tổng số

Hàm lượng chất rắn hoà tan tổng số được xác định theo TCVN 7771:2007 (ISO 2173:2003) sử dụng chiết quang kế kỹ thuật số ATAGO (Nhật Bản). Hàm lượng axit hữu cơ tổng số được xác định bằng phương pháp chuẩn độ điện thế theo TCVN 5483-1991 (ISO 750-1981).

2.5. Xử lý số liệu

Phân tích phương sai (ANOVA) trên phần mềm SPSS phiên bản 22.0 được dùng để đánh giá sự khác biệt về giá trị trung bình của mỗi chỉ tiêu chất lượng ở các điều kiện xử lý 1-MCP và độ chín sau thu hoạch khác nhau bằng phép so sánh Tukey một chiều với giới hạn tin cậy 95%.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của 1-MCP đến cường độ hô hấp của quả cà chua trong quá trình chín sau thu hoạch

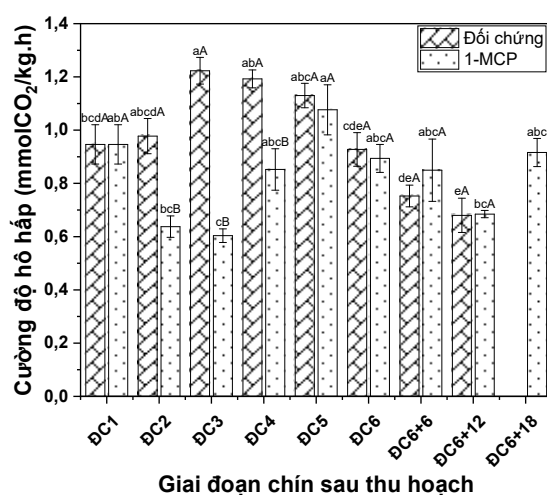
Xử lý cà chua trồng vụ hè với 1-MCP có tác dụng làm chậm cường độ hô hấp của quả đạt đỉnh hô hấp (Hình 1). Cụ thể, quá trình hô hấp của quả xử lý với 1-MCP bị ức chế rõ rệt ngay khi quả đối chứng ở ĐC2, đạt 0,6mmol CO₂/kg.h và được phục hồi từ ĐC4 (0,9mmol CO₂/kg.h). Khi quả đối chứng đạt ĐC5 trở đi, cường độ hô hấp của quả xử lý 1-MCP diễn ra tương đối mạnh mẽ cho đến khi kết thúc quá trình bảo quản, dao động trong khoảng 0,7-1,0mmol CO₂/kg.h, tương đương với cường độ hô hấp của quả tại thời điểm thu hoạch (ĐC1 - 0,9mmol CO₂/kg.h). Kết quả này không đồng nhất với kết quả của cường độ hô hấp ở cà chua 'Savior' trồng chính vụ được xử lý 1-MCP (Trần Thị Định & cs., 2022). Đối với cà chua 'Savior' trồng vụ đông, quá trình hô hấp bị kìm hãm mạnh mẽ,

chỉ phục hồi sau ĐC4 nhưng giá trị cao nhất đạt được tại ĐC6+3 vẫn thấp hơn so với ĐC1 và sau đó giảm dần cho đến khi kết thúc quá trình bảo quản. Tác dụng ức chế quá trình hô hấp của 1-MCP cũng được ghi nhận trong nghiên cứu trên cà chua (Wills & cs., 2002; Krammes & cs., 2003) và các loại quả khác như táo (Toivenen & cs., 2005) và hồng (Kou & cs., 2020). Kết quả này được giải thích là do 1-MCP có khả năng liên kết không thuận nghịch với các thụ thể ethylene, mạnh gấp 10 lần so với ethylene. Liên kết này khiến sự dẫn truyền tín hiệu ethylene bị ức chế, kéo theo một loạt các phản ứng của quả với quá trình chín bao gồm tốc độ hô hấp cũng bị kìm hãm (Blankenship & Dole, 2003).

3.2. Ảnh hưởng của xử lý 1-MCP đến sự biến đổi màu sắc của quả cà chua trong quá trình chín sau thu hoạch

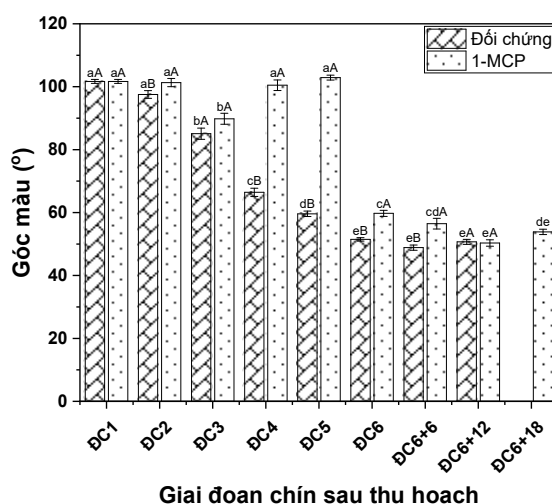
Kết quả phân tích trên Hình 2 cho thấy sự thay đổi màu sắc ở cà chua trồng vụ hè được xử lý với 1-MCP chậm hơn đáng kể so với quả đối chứng (chín tự nhiên). Cụ thể, khi quả đối chứng đã chuyển sang ĐC4 và ĐC5, tương ứng với góc màu 66° và 60°, giá trị góc màu của quả được xử lý với 1-MCP cao hơn nhiều, dao động từ 90-102°. Khi quả đối chứng chuyển sang ĐC6 với góc màu đạt 51°, cà chua được xử lý với 1-MCP góc màu giảm mạnh xuống còn 60° và sau đó đạt giá trị bão hòa tại ĐC6+12 (50°) và không có sự khác biệt đáng kể so với mẫu đối chứng. Tác động của 1-MCP tương tự đến sự thay đổi màu sắc ở những quả hô hấp đột biến khác như táo, bơ, chuối, lê,... cũng được tổng hợp bởi Watkin & cs. (2006). Hơn nữa, kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Trần Thị Định & cs. (2022) trên cùng giống cà chua 'Savior' nhưng trồng vào vụ đông (chính vụ). Tuy nhiên, góc màu của cà chua trồng vụ hè được xử lý với 1-MCP giảm mạnh và đột ngột trong khi đó góc màu của cà chua trồng chính vụ đông được xử lý 1-MCP giảm đều theo từng độ chín. Quả xử lý với 1-MCP có sự thay đổi màu sắc chậm hơn so với quả đối chứng được giải thích là do 1-MCP ức chế quá trình phân hủy chlorophyll và quá trình sinh tổng hợp các hợp chất nhóm carotenoid diễn ra chậm hơn so với quả đối chứng (Mostofi & cs., 2003).

Ảnh hưởng của xử lý 1-Methylcyclopropene (1-MCP) sau thu hoạch đến chất lượng của cà chua ‘Savior’ trồng vụ hè



Chú thích: Trong cùng một công thức, ở các giai đoạn phân tích khác nhau những cột có cùng chữ cái in thường thì không có sự khác biệt có nghĩa về cường độ hô hấp ở độ tin cậy 95%. Tại cùng một thời điểm phân tích, những cột có cùng chữ cái in hoa thì không có sự khác biệt có nghĩa về cường độ hô hấp ở độ tin cậy 95%.

Hình 1. Ảnh hưởng của 1-MCP đến cường độ hô hấp của cà chua ‘Savior’ trồng vụ hè trong quá trình chín sau thu hoạch



Chú thích: Trong cùng một công thức, ở các giai đoạn phân tích khác nhau, những cột có cùng chữ cái in thường thì không có sự khác biệt có nghĩa về góc màu ở độ tin cậy 95%. Tại cùng một thời điểm phân tích, những cột có cùng chữ cái in hoa thì không có sự khác biệt có nghĩa về góc màu ở độ tin cậy 95% trong phép so sánh Tukey một chiều.

Hình 2. Ảnh hưởng của 1-MCP đến sự biến đổi màu sắc của cà chua ‘Savior’ trồng vụ hè trong quá trình chín sau thu hoạch

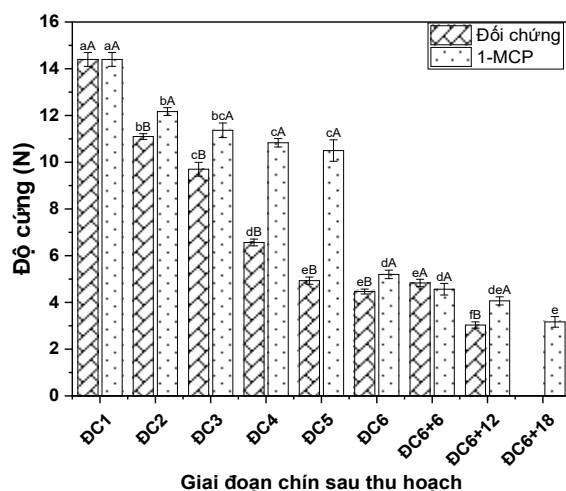
3.3. Ảnh hưởng của 1-MCP đến sự biến đổi độ cứng của quả cà chua trong quá trình chín sau thu hoạch

Kết quả xác định độ cứng quả nêu trên hình 3. Khi được xử lý với 1-MCP, độ cứng của quả giảm chậm hơn nhiều so với quả đối chứng và có cùng xu hướng thay đổi như sự biến đổi màu sắc

được mô tả ở mục 3.2. Cụ thể, khi độ cứng của quả đối chứng giảm dần từ ĐC1 (14,4N) đến ĐC4 (4,9N) thì độ cứng của quả xử lý với 1-MCP cũng giảm nhưng chậm hơn đáng kể, từ 14,4N xuống 10,5N. Khi quả đối chứng đạt ĐC6, độ cứng của quả không có sự khác biệt đáng kể so với ĐC5, trong khi đó độ cứng của quả xử lý 1-MCP giảm mạnh giữa hai độ chín này, từ 10,5N ở ĐC5 xuống

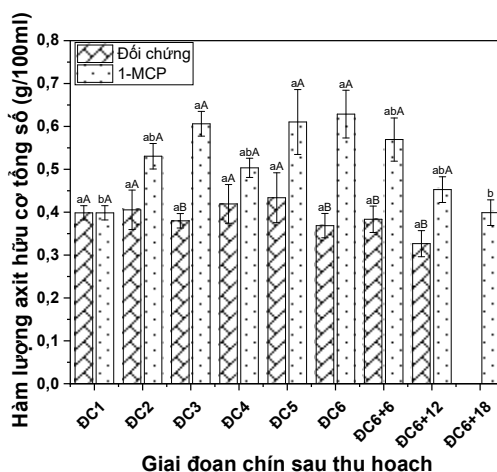
còn 5,2N ở ĐC6. Từ ĐC6 cho đến khi kết thúc quá trình bảo quản, độ cứng của quả đối chứng và quả xử lý 1-MCP tiếp tục giảm nhưng quả xử lý 1-MCP giảm chậm hơn. Trong khi quả đối chứng đạt giá trị 3,0 N tại ĐC6+12 ngày thì quả xử lý 1-MCP đạt giá trị tương tự (3,1N) sau 6 ngày tiếp theo (ĐC6+18 ngày). Kết quả thu được từ nghiên cứu này cũng tương đồng với nhiều nghiên cứu

khác trên cà chua (Trần Thị Định & cs., 2022, Tadesse & cs., 2012), xoài (Gaiwad & cs., 2020), lê (Rizzolo & cs., 2014) và hồng (Kou & cs., 2020). Độ cứng của cà chua được xử lý với 1-MCP cao hơn so với quả đối chứng là do 1-MCP ức chế hoạt tính enzyme pectinase, vì vậy làm chậm quá trình chuyển hóa protopectin thành pectin hòa tan (Mostofi & cs., 2003; Win & cs., 2019).



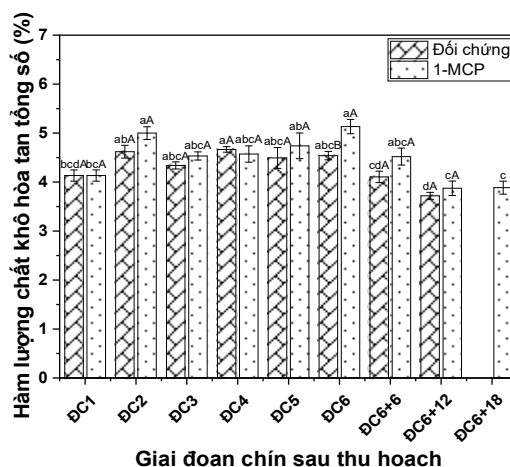
Chú thích: Trong cùng một công thức, ở các giai đoạn phân tích khác nhau những cột có cùng chữ cái in thường thì không có sự khác biệt có nghĩa về độ cứng ở độ tin cậy 95% trong phép so sánh Tukey một chiều. Tại cùng một thời điểm phân tích, những cột có cùng chữ cái in hoa thì không có sự khác biệt có nghĩa về độ cứng ở độ tin cậy 95% trong phép so sánh Tukey một chiều.

Hình 3. Ảnh hưởng của 1-MCP đến độ cứng của quả cà chua “Savior” trồng vụ hè trong quá trình chín sau thu hoạch



Chú thích: Trong cùng một công thức, ở các giai đoạn phân tích khác nhau những cột có cùng chữ cái in thường thì không có sự khác biệt có nghĩa về hàm lượng axit hữu cơ tổng số ở độ tin cậy 95% trong phép so sánh Tukey một chiều. Tại cùng một thời điểm phân tích, những cột có cùng chữ cái in hoa thì không có sự khác biệt có nghĩa về hàm lượng axit hữu cơ tổng số ở độ tin cậy 95% trong phép so sánh Tukey một chiều.

Hình 4. Ảnh hưởng của 1-MCP đến hàm lượng axit hữu cơ tổng số của quả cà chua “Savior” trồng vụ hè trong quá trình chín sau thu hoạch



Chú thích: Trong cùng một công thức, ở các giai đoạn phân tích khác nhau những cột có cùng chữ cái in thường thì không có sự khác biệt có nghĩa về hàm lượng chất khô hòa tan tổng số ở độ tin cậy 95% trong phép so sánh Tukey một chiều. Tại cùng một thời điểm phân tích, những cột có cùng chữ cái in hoa thì không có sự khác biệt có nghĩa về hàm lượng chất khô hòa tan tổng số ở độ tin cậy 95% trong phép so sánh Tukey một chiều.

Hình 5. Ảnh hưởng của 1-MCP đến hàm lượng chất khô hòa tan tổng số của quả cà chua “Savior” trồng vụ hè trong quá trình chín sau thu hoạch

3.4. Ảnh hưởng của 1-MCP đến sự biến đổi hàm lượng axit hữu cơ tổng số của quả cà chua trong quá trình chín sau thu hoạch

Kết quả nêu trên hình 4 cho thấy đối với cà chua trồng vụ hè được xử lý 1-MCP, hàm lượng axit hữu cơ tổng số của quả cao hơn hẳn so với quả chín tự nhiên kể từ khi quả đối chứng đạt DC2 trở đi. Cụ thể, hàm lượng axit hữu cơ tổng số của mẫu đối chứng có thay đổi trong thời gian bảo quản sau thu hoạch nhưng không đáng kể, dao động từ 0,33-0,43%. Khi quả đối chứng chuyển từ DC1 sang DC2, hàm lượng axit hữu cơ tổng số của quả xử lý 1-MCP tăng lên và duy trì ở mức cao cho đến khi quả đối chứng đạt độ chín 6 và sau 6 ngày bảo quản (DC6+6) (0,5-0,62%) rồi giảm xuống 0,40% tại thời điểm kết thúc quá trình bảo quản. Hàm lượng axit hữu cơ tổng số của quả được xử lý 1-MCP cũng có chiều hướng tăng lên ở cùng giống cà chua ‘Savior’ trồng vụ đông (Trần Thị Định & cs., 2022), cà chua bi giống Kaluo (Opiyo, 2005), cà chua giống Dotaerang (Park & cs., 2016). Trong một số nghiên cứu khác, 1-MCP không ảnh hưởng đến hàm lượng axit hữu cơ tổng số trong cà chua (Moretti & cs., 2002; Mir & cs., 2004). Điều này có thể được lý giải ảnh hưởng làm chậm chín của 1-MCP không những phụ thuộc vào điều

kiện xử lý (nồng độ 1-MCP, nhiệt độ và thời gian xử lý), độ chín của cà chua mà còn phụ thuộc vào đặc tính của từng giống cà chua.

3.5. Ảnh hưởng của 1-MCP đến sự biến đổi hàm lượng chất khô hòa tan tổng số của quả cà chua trong quá trình chín sau thu hoạch

Hàm lượng chất khô hòa tan tổng số của cà chua trồng trái vụ không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa quả xử lý với 1-MCP và quả đối chứng (Hình 5). Trong quá trình chín sau thu hoạch, hàm lượng chất khô hòa tan tổng số dao động trong khoảng 3,7-4,7% đối với quả đối chứng và từ 3,9-5,1% đối với quả xử lý 1-MCP. Nhiều nghiên cứu khác trên cà chua cũng cho kết quả 1-MCP không ảnh hưởng đến hàm lượng chất khô hòa tan tổng số (Trần Thị Định & cs., 2022; Wills & cs., 2002; Moretti & cs., 2002; Park & cs., 2016). Hàm lượng chất khô hòa tan tổng số cũng không bị tác động bởi 1-MCP trên các loại trái cây khác như mận, táo và hồng (Minas & cs., 2013; Köpcke., 2015; Kou & cs., 2020).

4. KẾT LUẬN

Kết quả của nghiên cứu này đã chỉ rõ 1-MCP có tác dụng ức chế quá trình chín sau thu hoạch của cà chua ‘Savior’ trồng trái vụ (vụ

hè) được thể hiện bằng việc làm chậm thay đổi về màu sắc vỏ quả, sự mềm hóa và quá trình hô hấp. Tuy nhiên, 1-MCP lại làm tăng hàm lượng axit hữu cơ tổng số trong quả. Để hiểu rõ hơn hiệu quả ức chế quá trình chín của cà chua bằng 1-MCP các nghiên cứu chuyên sâu ở mức độ phân tử về quá trình sinh tổng hợp ethylene và quá trình dẫn truyền tín hiệu ethylene trong quả cà chua cần được thực hiện.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số FWO.106-NN.2017.01.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Đoàn Xuân Cảnh, Nguyễn Đình Thiệu, Đoàn Thị Thanh Thúy & Nguyễn Thị Thanh Hà (2021). Kết quả nghiên cứu chọn tạo và khảo nghiệm giống cà chua lai VT 15. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*. 1: 34-41.
- Blankenship S.M.S. & Dole J.M. (2003). 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biology and Technology*. 28: 1-25.
- Gaikwad S.S., Sakhale B.K. & Chavan R.F. (2020). Effect of 1-MCP concentration, exposure time and storage temperature on post-harvest quality of mango fruit cv. Alphonso. *Food Research*. 4(3): 746-752.
- Genova C., Schreinemachers P. & Afari-Sefa V. (2013). An impact assessment of AVRDC's tomato grafting in Vietnam (Shanhua, Taiwan: The World Vegetable Center). AVRDC Publication. 13-773: 23-25.
- Jiang Y.M., Joyce D.C. & Macnish A.J. (1999). Responses of banana fruit to treatment with 1-methylcyclopropene. *Plant Growth Regulation*. 28: 77-82.
- Köpcke D. (2015). 1-methylcyclopropene (1-MCP) and dynamic controlled atmosphere (DCA) applications under elevated storage temperatures: effects on fruit quality of 'Elstar', 'Jonagold' and 'Gloster' apple (*Malus domestica* Borkh.). *European Journal of Horticultural Science*. 80(1): 25-32.
- Krammes J.G., Megguer C.A., Argenta L.C., Amarante C.V.T.D. & Grossi D. (2003). Use of 1-methylcyclopropene to delay fruit ripening of tomato. *Horticultura Brasileira*. 21: 611-614.
- Minas I.S., Crisosto G.M., Holcroft D., Vasilakakis M. & Crisosto C.H. (2013). Postharvest handling of plums (*Prunus salicina* Lindl.) at 10 C to save energy and preserve fruit quality using an innovative application system of 1-MCP. *Postharvest Biology and Technology*. 76: 1-9.
- Mir N., Canoles M., Beaudry R., Baldwin E. & Mehla C.P. (2004). Inhibiting tomato ripening with 1-methylcyclopropene. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 129(1): 112-120.
- Moretti C.L., Araújo A.L., Marouelli W.A. & Silva W.L.C. (2002). 1-Methylcyclopropene delays tomato fruit ripening. *Horticultura Brasileira*. 20: 659-663.
- Mostofi Y., Toivonen P.M., Lessani H., Babalar M. & Lu C. (2003). Effects of 1-methylcyclopropene on ripening of greenhouse tomatoes at three storage temperatures. *Postharvest Biology and Technology*. 27(3): 285-292.
- Opiyo A.M. & Ying T.J. (2005). The effects of 1-methylcyclopropene treatment on the shelf life and quality of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*) fruit. *International Journal of Food Science & Technology*. 40(6): 665-673.
- Park C.Y., Kim Y.J. & Shin Y. (2016). Effects of an ethylene absorbent and 1-methylcyclopropene on tomato quality and antioxidant contents during storage. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*. 57(1): 38-45.
- Rizzolo A., Grassi M. & Vanoli M. (2015). Influence of storage (time, temperature, atmosphere) on ripening, ethylene production and texture of 1-MCP treated 'Abbé Fétel' pears. *Postharvest Biology and Technology*. 109: 20-29.
- Tadesse T.N., Farneti B. & Woltering E.J. (2012). Effect of ethylene and 1-methylcyclopropene (1-MCP) on color and firmness of red and breaker stage tomato stored at different temperatures. *American Journal of Food Technology*. 7(9): 542-551.
- Trần Thị Định, Nguyễn Minh Việt Thảo, Nguyễn Thị Hoàng Lan, Marten Hertog & Bart Nicolai (2022). Ảnh hưởng của xử lý sau thu hoạch đến quá trình chín của giống cà chua 'Savior' trồng vụ đông. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*. 20(6): 793-802.
- Van de Poel B., Bulens I., Oppermann Y., Hertog M.L.A.T.M., Nicolai B.M., Sauter M. & Geeraerd A.H. (2012). S-adenosyl-L-methionine (SAM) usage during climacteric ripening of tomato in relation to ethylene and polyamine biosynthesis and transmethylation capacity. *Physiologia Plantarum*.
- Watkins C.B. (2006). The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. *Biotechnology advances*. 24(4): 389-409.
- Win N.M., Yoo J., Kwon S.I., Watkins C.B. & Kang I.K. (2019). Characterization of fruit quality attributes and cell wall metabolism in 1-methylcyclopropene (1-MCP)-treated 'Summer King' and 'Green Ball' apples during cold storage. *Frontiers in Plant Science*. 10: 1513-1520.