

ẢNH HƯỞNG CỦA XỬ LÝ 1-MCP VÀ ETHYLENE NGOẠI SINH ĐẾN QUÁ TRÌNH CHÍN CỦA GIỐNG CÀ CHUA 'SAVIOR' TRỒNG VỤ ĐÔNG

Trần Thị Định^{1*}, Nguyễn Minh Việt Thảo^{1,2},
Nguyễn Thị Hoàng Lan¹, Maarten L. A. T. M. Hertog², Bart Nicolai²

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: 22.02.2022

Ngày chấp nhận đăng: 27.05.2022

TÓM TẮT

Nghiên cứu này được tiến hành nhằm đánh giá ảnh hưởng của 1-MCP và khí ethylene ngoại sinh đến sự biến đổi chất lượng của giống cà chua chịu nhiệt trong quá trình chín sau thu hoạch. Cà chua 'Savior' (vụ đông) được thu hoạch tại độ chín 1 (quả xanh già) và xử lý theo 3 công thức trước khi bảo quản: không xử lý khí (mẫu đối chứng), xử lý với 1-MCP nồng độ 5 µl/l, và với khí ethylene nồng độ 100ppm trong 24 giờ ở 18°C. Kết quả cho thấy 1-MCP làm giảm rõ rệt sự biến đổi màu sắc và sự mềm hóa của quả. Hàm lượng axit hữu cơ tổng số của quả được xử lý với 1-MCP cũng cao hơn đáng kể so với quả đối chứng. Xử lý 1-MCP còn kìm hãm quá trình hô hấp của cà chua. Trong khi đó, cà chua được xử lý với khí ethylene không có sự khác biệt đáng kể về màu sắc, độ cứng, hàm lượng chất rắn hòa tan tổng số, hàm lượng axit hữu cơ tổng số, và cường độ hô hấp so với quả đối chứng trong suốt quá trình chín sau thu hoạch. Như vậy, nghiên cứu này cho thấy 1-MCP có tác dụng ức chế quá trình chín sau thu hoạch của cà chua 'Savior', trong khi khí ethylene ngoại sinh ở nồng độ 100 µl/l không có tác dụng thúc đẩy quá trình chín rõ rệt.

Từ khóa: Cà chua, quá trình chín sau thu hoạch, 1-MCP, ethylene, chất lượng quả.

Effects Of 1-MCP and Exogenous Ethylene Treatment on Ripening of Tomato 'Cv. Savior' Grown in Winter Season

ABSTRACT

The present research work was undertaken to study effects of 1-MCP and exogenous ethylene on changes in fruit quality of heat tolerant tomato cultivar during postharvest ripening. 'Savior' tomato fruits were harvested at mature green stage and treated with 3 treatments: air exposure (control), treated with 1-MCP at 5ppm, and treated with ethylene at 100 µl/l for 24h at 18°C, and stored at 18°C and 80% RH. 1-MCP remarkably retarded the changes in color and fruit softening. The acidity of 1-MCP treated fruits was significantly higher than that of the control fruits. On the other hand, there was no significant difference in color, firmness, total soluble solid content, acidity, and respiration rate between ethylene treated fruits and control ones during postharvest ripening. Application of 1-MCP inhibited the respiration rate of the treated fruits. In summary, this study indicated that 1-MCP delayed fruit ripening process of the 'Savior' tomato. Nevertheless, exogenous ethylene of 100 µl/l did not fasten fruit ripening.

Keyword: Tomato, postharvest ripening, 1-MCP, ethylene, fruit quality.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ethylene (C₂H₄) là hormone đóng vai trò chính trong quá trình chín và cùng với nhiều yếu tố khác nó điều khiển quá trình chín của

quả (Khan, 2006; Klee & Giovannoni, 2011). Ngoài việc làm chín, ethylene còn điều khiển các phản ứng quyết định hình thái và sinh lý đặc trưng trong cây như sự già hóa, thay đổi màu sắc của lá, sự mềm của quả và khả năng kháng

sinh chống lại các mầm bệnh. Vì vậy, việc kiểm soát quá trình sinh tổng hợp ethylene nội sinh có thể ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình chín của quả (Rugkong & cs., 2011). Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp, ethylene được áp dụng nhằm nâng cao chất lượng của quả. Cụ thể, ở một số loại trái cây như bơ, chuối, dưa mật, chanh, cam, và cà chua được thu hái ở giai đoạn xanh già, khi quả đã thành thực sinh lý nhưng còn cứng để hạn chế tổn thương do va chạm cơ học trong quá trình vận chuyển. Sau đó, quả được xử lý bằng ethylene ngoại sinh nhằm thúc đẩy quá trình chín đồng loạt ở quả trước khi thương mại trên thị trường (Gross & cs., 2016). Nồng độ ethylene ngoại sinh thường được sử dụng để thúc đẩy quá trình chín của cà chua ở giai đoạn xanh già là 100 $\mu\text{l/l}$ trong 24 giờ (Gross & cs., 2016; Dhall & cs., 2013)

Chế phẩm 1-methylcyclopropene (1-MCP) là chất điều hòa sinh trưởng, có tác dụng ức chế hoạt động của ethylen do nó có khả năng liên kết không thuận nghịch với chất thụ quan của ethylene (ethylene receptor). Ở điều kiện nhiệt độ và áp suất tiêu chuẩn, 1-MCP có ái lực liên kết với các thụ quan mạnh gấp 10 lần so với ethylene (Blankenship & Dole, 2002). Vì vậy, 1-MCP được nghiên cứu để kéo dài thời hạn bảo quản và duy trì chất lượng của nhiều loại rau quả như bí bao tử (Kurubaj & cs., 2021), kiwi (Xua & cs., 2019), táo tây (Xu & cs., 2019; Bullen & cs., 2012), lê (Villalobos-Acuna, 2011), súp lơ xanh (Yuan & cs., 2010), chuối (Zhu & cs., 2015), cà chua, mận (Salvador & cs., 2003) do nó ức chế quá trình sản sinh ethylene, cường độ hô hấp, sự chuyển màu sắc, sự mềm hóa của sản phẩm. Hiệu quả của 1-MCP trong việc làm chậm quá trình chín phụ thuộc vào giống, độ già và thời điểm thu hái, quy trình xử lý 1-MCP, điều kiện, và thời gian bảo quản (Watkins, 2016). Đối với cà chua được thu hái ở giai đoạn xanh già, nồng độ 1-MCP tối ưu được sử dụng là 5 $\mu\text{l/l}$ trong 16-24 giờ ở nhiệt độ 10-18°C (Wills & cs., 2002; Mata & cs., 2018).

Hiện nay trên thế giới cà chua được chia thành 2 nhóm: cà chua không chịu nhiệt (truyền thống) và cà chua chịu nhiệt (Genova & cs.,

2013). Mặc dù quá trình chín của những giống cà chua không chịu nhiệt đã được nghiên cứu rất nhiều, nhưng nghiên cứu về giống cà chua chịu nhiệt vẫn còn hạn chế (Van de Poel & cs., 2012; Mata & cs., 2019). 'Savior' là một trong những giống cà chua chịu nhiệt, có thể trồng được cả chính vụ (vụ đông) và vụ hè (trái vụ) (Trần Thị Định & cs., 2021). Để góp phần làm sáng tỏ cơ chế điều khiển quá trình chín ở quả hô hấp đột biến ở giống cà chua chịu nhiệt, việc nghiên cứu ảnh hưởng của xử lý chất kích thích chín ethylene và chất làm chậm chín 1-MCP đến sự biến đổi các chỉ tiêu chất lượng của cà chua 'Savior' trong quá trình chín đột biến thu hoạch là rất cần thiết.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Giống cà chua chịu nhiệt Savior được trồng vụ Đông năm 2018. Quả được thu hái ở độ chín (ĐC) 1 với số lượng khoảng 1.000 quả. Sau đó, quả được làm mát và nhanh chóng vận chuyển về phòng thí nghiệm. Tại phòng thí nghiệm, cà chua được làm sạch và lựa chọn dựa trên các tiêu chí như đồng đều về màu sắc, chất lượng, không bị tổn thương cơ giới, và không bị sâu bệnh.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Sau khi làm sạch, cà chua được chia đều thành ba nhóm tương ứng với ba công thức (CT). Ở CT 1 hay mẫu đối chứng, cà chua không xử lý khí. Ở CT 2, cà chua được cho vào buồng kín và được xử lý với 1-MCP (SmartFresh™, AgroFresh Inc., Mỹ, 3,1% 1-MCP) nồng độ 5 $\mu\text{l/l}$ trong 24 giờ ở 18°C. Ở CT 3, cà chua được cho vào thùng kín và được dòng khí ethylene nồng độ 100 $\mu\text{l/l}$ liên tục với lưu lượng 1.000 ml/phút trong 24 giờ ở 18°C. Khí ethylene 100 $\mu\text{l/l}$ được tạo ra bằng cách phối trộn từ bình không khí (Messer, Việt Nam) với lưu lượng 980 ml/phút và bình khí ethylene nồng độ 5.000 $\mu\text{l/l}$ (Messer, Việt Nam) với lưu lượng 20 ml/phút. Mẫu cà chua đối chứng và cà chua sau xử lý với 1-MCP và ethylene ngoại sinh được cho vào từng kho riêng biệt và bảo quản ở 18°C, độ ẩm không khí 80%.

Thời điểm cà chua của ba công thức thí nghiệm được lấy mẫu phân tích phụ thuộc vào sự chuyển độ chín của quả trong mẫu đối chứng bất kể cà chua được xử lý 1-MCP và ethylene ngoại sinh 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), ĐC3 (cà chua ở mẫu đối chứng có màu da cam nhạt), ĐC4 (cà chua ở mẫu đối chứng có màu da cam), ĐC6 (cà chua ở mẫu đối chứng có màu đỏ, mềm), ĐC6+3 (cà chua ở mẫu đối chứng đạt ĐC6 và sau 3 ngày bảo quản), ĐC6+6 (cà chua ở mẫu đối chứng đạt ĐC6 và sau 6 ngày bảo quản), ĐC6+9 (cà chua ở mẫu đối chứng đạt ĐC6 và sau 9 ngày bảo quản), ĐC6+12 (cà chua ở mẫu đối chứng đạt ĐC6 và sau 12 ngày bảo quản), ĐC6+15 (cà chua ở mẫu đối chứng đạt ĐC6 và sau 15 ngày bảo quản). Tại mỗi thời điểm lấy mẫu, 40 quả cà chua ở mỗi công thức thí nghiệm được phân tích những chỉ tiêu chất lượng sau: màu sắc, độ cứng, hàm lượng chất khô hòa tan tổng số, hàm lượng axit hữu cơ tổng số, và cường độ hô hấp.

2.3. Phương pháp phân tích

2.3.1. Màu sắc

Màu sắc vỏ quả được xác định bằng máy đo màu Minolta CM 2600D (Konica Minolta, Nhật Bản). Màu sắc của vỏ quả được thể hiện qua giá trị góc màu (H), đơn vị đo là ° (độ), được tính toán từ chỉ số a* và b*, theo công thức:

$$H^{\circ} = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

Kết quả đo là giá trị trung bình của 20 lần lặp lại.

2.3.2. Độ cứng

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. Độ cứng của quả được thể hiện gián tiếp qua lực tối đa để một đầu đo với đường kính là 8mm cần để lún 2mm trên bề mặt quả với tốc độ 20 mm/phút. Độ cứng được biểu thị bằng giá trị lực lớn nhất (N)

được ghi lại bởi đầu dò trong quá trình lún. Kết quả đo là giá trị trung bình của 7 lần lặp lại.

2.3.3. Hàm lượng chất rắn hoà tan 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 (Atago Co., Ltd, Nhật). Kết quả phân tích là giá trị trung bình của 10 lần lặp lại và được biểu thị dưới dạng %.

2.3.4. Hàm lượng axit hữu cơ tổng số

Hàm lượng axit hữu cơ tổng số trong cà chua được xác định bằng phương pháp chuẩn độ điện thế theo TCVN 5483-1991, ISO 750-1981. Hàm lượng axit hữu cơ tổng số được biểu bằng số gram axit citric tương ứng trên 100ml. Kết quả phân tích là giá trị trung bình của 10 lần lặp lại.

2.3.5. Cường độ hô hấp

Cường độ hô hấp của quả cà chua được thể hiện thông qua lượng khí CO₂ sinh ra của một đơn vị khối lượng quả trong một đơn vị thời gian. Để xác định cường độ hô hấp, quả được nuôi trong bình kín ở 18°C trong 2 giờ, sau đó nồng độ CO₂ được xác định bằng máy sắc ký khí (GC) Clarus 580 GC (Perkin Elemer, Singapore). Điều kiện phân tích mẫu trên máy GC như sau loại cột: 7'HaySep N60/80. 1/8"- Sf; khí mang: Helium; tốc độ dòng khí mang: 30 ml/phút; nhiệt độ buồng GC: 60°C; thể tích mẫu bơm vào cột: 0,25ml; bộ phận phát hiện: đầu dò dẫn nhiệt - TCD (thermal conductivity detector). Nhiệt độ làm việc của đầu dò: 200°C. Cường độ hô hấp tính theo công thức của Bulens & cs. (2011) và được biểu thị dưới dạng mmol CO₂/kg.h. Kết quả đo cường độ hô hấp là giá trị trung bình của 5 lần lặp lại.

2.4. 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 khí và độ chín sau thu hoạch khác nhau nhờ phép so sánh Tukey một chiều với giới hạn tin cậy 95%.

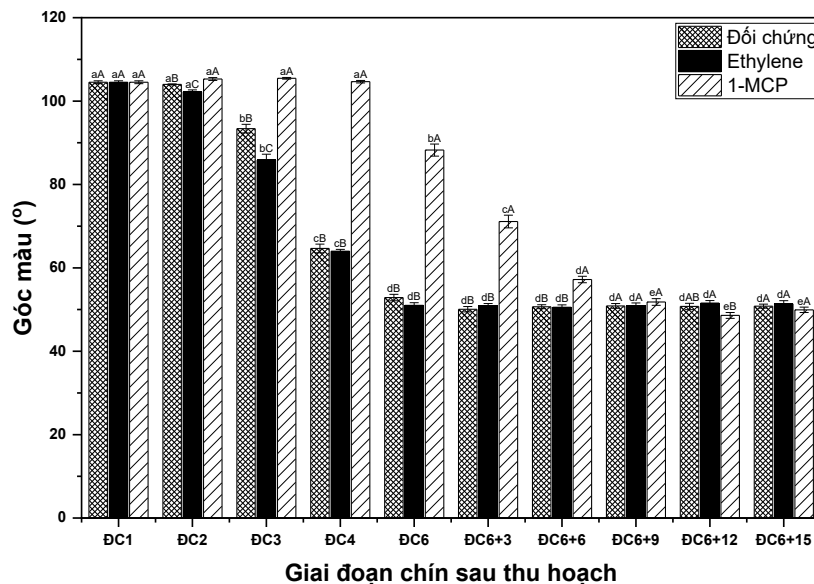
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của xử lý 1-MCP và ethylene ngoại sinh đến màu sắc của cà chua ‘Savior’ trong quá trình chín sau thu hoạch

Kết quả hình 1 cho thấy tại thời điểm cà chua đối chứng đạt độ chín 2 và độ chín 3, cà chua được xử lý với khí ethylene ngoại sinh có sự chuyển màu nhanh hơn so với cà chua đối chứng. Từ độ chín 4 trở đi, quả được xử lý với ethylene có cùng xu hướng thay đổi màu sắc với quả đối chứng. Trong khi đó, sự thay đổi màu sắc ở cà chua được xử lý với 1-MCP chậm hơn đáng kể so với mẫu đối chứng trong quá trình chín sau thu hoạch. Cụ thể, khi mẫu đối chứng vào giai đoạn chín từ ĐC1 đến ĐC6, giá trị góc màu của quả đối chứng và quả được xử lý với khí ethylene đều giảm từ 105° xuống khoảng 51°, tương ứng với màu sắc của quả chuyển từ màu xanh lá cây sang màu đỏ. Trong giai đoạn bảo quản sau thu hoạch từ ĐC6 trở đi, màu sắc quả không có sự thay đổi rõ rệt ở hai công thức này. Đối với quả được xử lý với 1-MCP, giá trị góc màu không có sự thay đổi rõ rệt từ ĐC1 đến

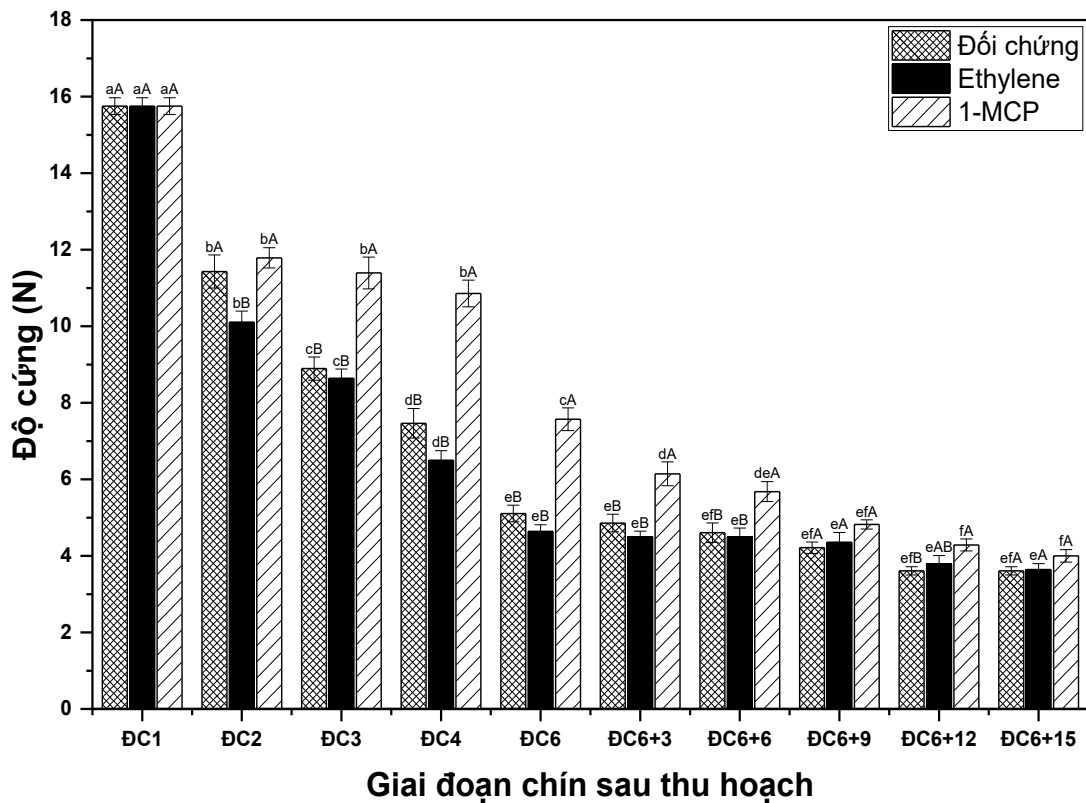
ĐC4 lấy theo độ chín quả đối chứng, duy trì ổn định ở khoảng 105°. Từ độ chín 4 trở đi, giá trị góc màu của quả được xử lý với 1-MCP bắt đầu giảm mạnh và đạt giá trị bão hòa tại ĐC6+9 ngày, tương ứng với góc màu đạt 52°.

Nguyên nhân góc màu giảm là do khi quả chín, chlorophyll bị phân hủy đồng thời lycopene được sinh tổng hợp, dẫn đến màu sắc của quả chuyển màu từ xanh lá cây sang màu đỏ (Sahlin & cs., 2004). Kết quả nghiên cứu này cho thấy việc xử lý cà chua ‘Savior’ với khí ethylene ngoại sinh khi quả ở độ chín 1 không thúc đẩy đáng kể quá trình thay đổi màu sắc hay quá trình chín của quả. Trong khi đó ở cùng độ chín này, việc xử lý cà chua với 1-MCP làm chậm quá trình thay đổi màu sắc và ức chế quá trình chín của quả. Nghiên cứu của Tadesse & cs. (2012) trên giống cà chua ‘Rotarno’ thu hoạch ở độ chín 2 trồng trong nhà kính tại Hà Lan cũng cho kết quả tương đồng. Ảnh hưởng tương tự của xử lý 1-MCP đến sự thay đổi màu sắc cũng được tìm thấy ở các quả hô hấp đột biến khác như chuối (Zhu & cs., 2015), sầu riêng (Thongkum & cs., 2018), xoài (Baswal & cs., 2021).



Ghi chú: 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 giá trị góc màu 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 giá trị góc màu ở độ tin cậy 95% trong phép so sánh Tukey một chiều. Sai số chuẩn của giá trị trung bình là kết quả đo của 20 lần lặp lại.

Hình 1. Ảnh hưởng của 1-MCP và ethylene ngoại sinh đến sự biến đổi màu sắc của cà chua ‘Savior’ trong quá trình chín sau thu hoạch



Ghi chú: 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. Sai số chuẩn của giá trị trung bình được tính từ kết quả đo của 7 lần lặp lại.

Hình 2. Ảnh hưởng của 1-MCP và ethylene ngoại sinh đến sự biến đổi độ cứng của cà chua ‘Savior’ trong quá trình chín sau thu hoạch

3.2. Ảnh hưởng của xử lý 1-MCP và ethylene ngoại sinh đến độ cứng của cà chua ‘Savior’ trong quá trình chín sau thu hoạch

Bên cạnh màu sắc, độ cứng là một trong những chỉ tiêu cơ bản để đánh giá chất lượng của quả cà chua. Sự thay đổi về độ cứng của quả sau khi được xử lý khí và ở các giai đoạn chín khác nhau được thể hiện trên hình 2.

Số liệu hình 2 cho thấy từ khi quả đối chứng chuyển sang độ chín 2 trở đi, độ cứng của cà chua được xử lý với ethylene (CT3) và cà chua không xử lý khí (CT1) có xu hướng giảm dần, đặc biệt độ cứng của cà chua ở CT3 giảm mạnh hơn so với quả đối chứng (CT1), từ 15,8N ở ĐC1 xuống còn 4,6N ở ĐC6, và gần như không đổi sau 15 ngày bảo quản tiếp theo. Trong khi đó, cà

chua được xử lý với 1-MCP (CT2), độ cứng giảm chậm hơn nhiều so với quả đối chứng ở độ chín 4 có độ cứng là 7,5N thì ở cùng thời điểm này độ cứng của quả xử lý 1-MCP vẫn ở mức cao (10,9N). Tại thời điểm kết thúc quá trình bảo quản sau thu hoạch (ĐC6+15 ngày) thì độ cứng của quả xử lý 1-MCP giảm xuống còn 4,8N, vẫn cao hơn so với quả đối chứng và quả xử lý ethylene.

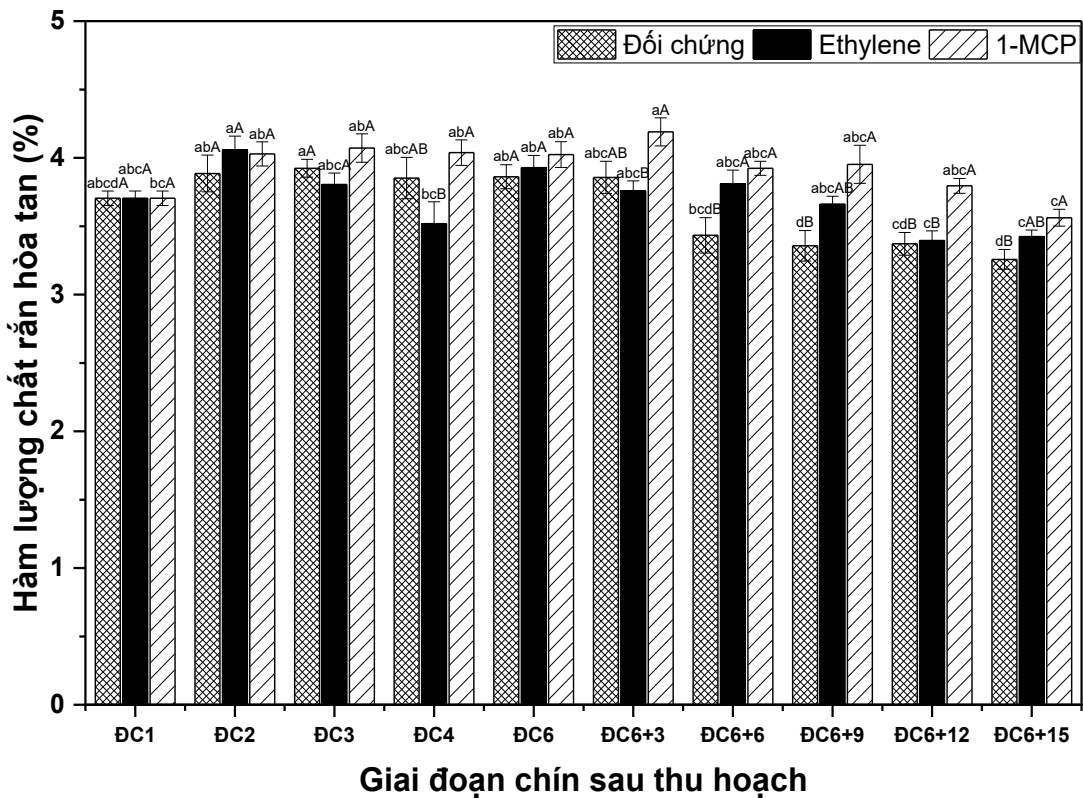
Kết quả này cho thấy việc áp dụng khí ethylene ngoại sinh khi quả thu hoạch ở ĐC1 không thúc đẩy nhanh sự mềm hóa của cà chua ‘Savior’ so với quả chín tự nhiên nhờ ethylene nội sinh. Trái lại, xử lý cà chua ở độ chín 1 bằng 1-MCP làm chậm sự mềm hóa của quả hay nói cách khác làm chậm quá trình chín của quả. Kết

quả biến đổi độ cứng của cà chua ‘Savior’ trong nghiên cứu này có cùng xu hướng với giống cà chua ‘Raf’ sau khi xử lý 1-MCP trong nghiên cứu của Guillén & cs. (2007).

3.3. Ảnh hưởng của 1-MCP và ethylene ngoại sinh đến hàm lượng chất rắn hòa tan tổng số của cà chua ‘Savior’ trong quá trình chín sau thu hoạch

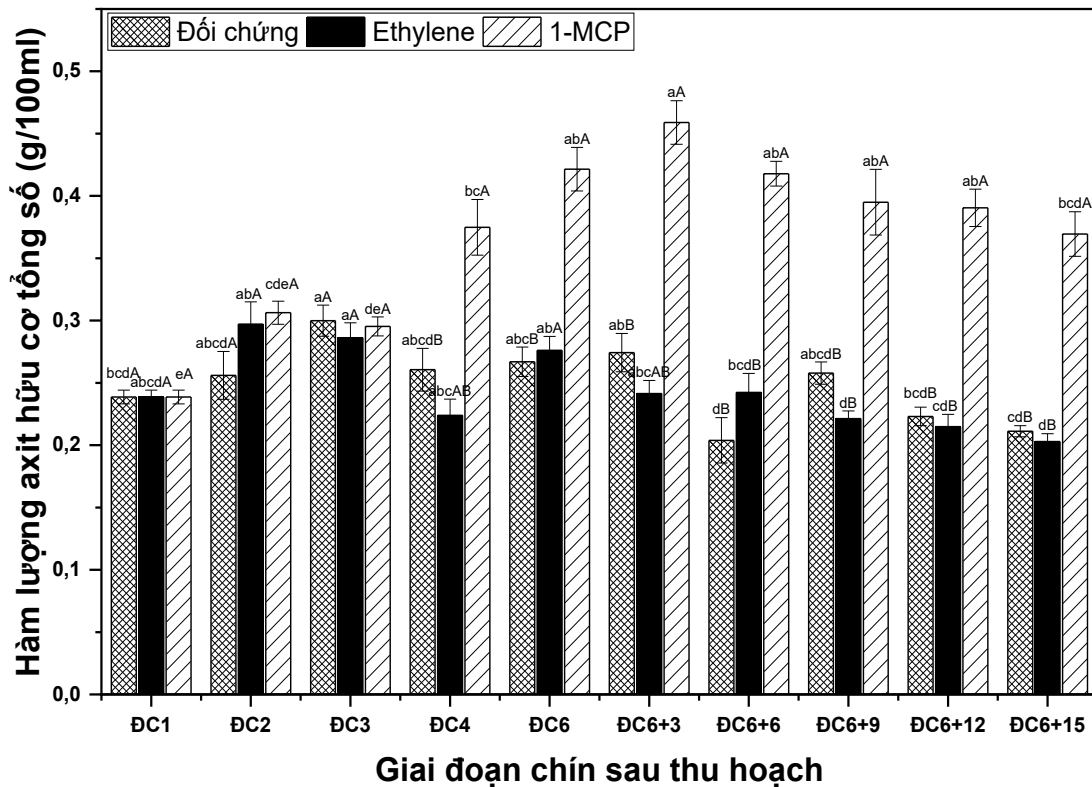
Số liệu hình 3 cho thấy không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($\alpha = 5\%$) về hàm lượng chất rắn hòa tan tổng số (TSS) tại cùng một thời điểm chín sau thu hoạch giữa cà chua được xử lý với khí ethylene với cà chua không xử lý khí (mẫu đối chứng), ngoại trừ tại ĐC6+6 ngày thì TSS của mẫu đối chứng thấp hơn so với mẫu xử lý khí. Sự khác biệt về TSS giữa hai

công thức này có thể đến từ sự dao động sinh học giữa các quả cà chua trong mẫu thí nghiệm. Cụ thể, TSS của quả được xử lý với khí ethylene và quả đối chứng đều thay đổi không đáng kể từ ĐC1 đến ĐC6, dao động từ 3,7-3,9%. Từ ĐC6 trở đi, TSS của quả được xử lý với khí ethylene và quả đối chứng có xu hướng giảm, còn 3,3- 3,4% sau 15 ngày bảo quản. Đối với cà chua được xử lý với 1-MCP, TSS của quả khác biệt không có nghĩa so với quả đối chứng từ ĐC1 đến ĐC6. Từ ĐC6+6 ngày trở đi, cà chua được xử lý với 1-MCP có TSS cao hơn rõ rệt so với quả đối chứng. Trong quá trình chín sau thu hoạch, TSS của cà chua được xử lý với 1-MCP có xu hướng tăng nhẹ và đạt giá trị cao nhất (4,2%) tại ĐC6+3 ngày, sau đó giảm dần và đạt 3,6% tại ĐC6+15 ngày.



Ghi chú: 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 rắn 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 rắn hòa tan tổng số ở độ tin cậy 95% trong phép so sánh Tukey một chiều. Sai số chuẩn của giá trị trung bình được tính từ kết quả đo của 10 lần lặp lại.

Hình 3. Ảnh hưởng của 1-MCP và ethylene ngoại sinh đến hàm lượng chất rắn hòa tan tổng số của cà chua ‘Savior’ trong quá trình chín sau thu hoạch



Ghi chú: 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 mức 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 mức độ tin cậy 95% trong phép so sánh Tukey một chiều. Sai số chuẩn của giá trị trung bình được tính từ kết quả đo của 10 lần lặp lại.

Hình 4. Ảnh hưởng của xử lý 1-MCP và ethylene ngoại sinh đến sự biến đổi hàm lượng axit hữu cơ tổng số của cà chua ‘Savior’ trong quá trình chín sau thu hoạch

3.4. Ảnh hưởng của xử lý 1-MCP và ethylene ngoại sinh đến hàm lượng axit hữu cơ tổng số của cà chua ‘Savior’ trong quá trình chín sau thu hoạch

Kết quả phân tích cho thấy không có sự khác biệt đáng kể về hàm lượng axit hữu cơ tổng số giữa cà chua được xử lý với khí ethylene (CT3) và quả không xử lý khí (CT1) ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Tuy nhiên, hàm lượng axit hữu cơ tổng số có sự khác biệt rõ rệt giữa cà chua được xử lý 1-MCP (CT2) và quả đối chứng, đặc biệt khi quả đối chứng đạt độ chín 4 trở đi. Cụ thể, hàm lượng axit hữu cơ tổng số của quả đối chứng (CT1) và xử lý ethylene (CT3), dao động nhỏ từ 0,2-0,3 g/100ml. Với quả xử lý 1-MCP (CT2), hàm lượng axit hữu cơ tổng số của quả

cũng không có sự thay đổi đáng kể từ ĐC1 đến ĐC3, khoảng 0,24-0,3 g/100ml. Tại thời điểm quả đối chứng chuyển sang độ chín 4, hàm lượng axit hữu cơ tổng số của quả xử lý 1-MCP tăng đột biến và đạt giá trị cao nhất tại ĐC6+3 ngày (0,46 g/100ml), sau đó giảm xuống còn 0,37 g/100ml sau 15 ngày bảo quản (ĐC6+15 ngày) (Hình 4).

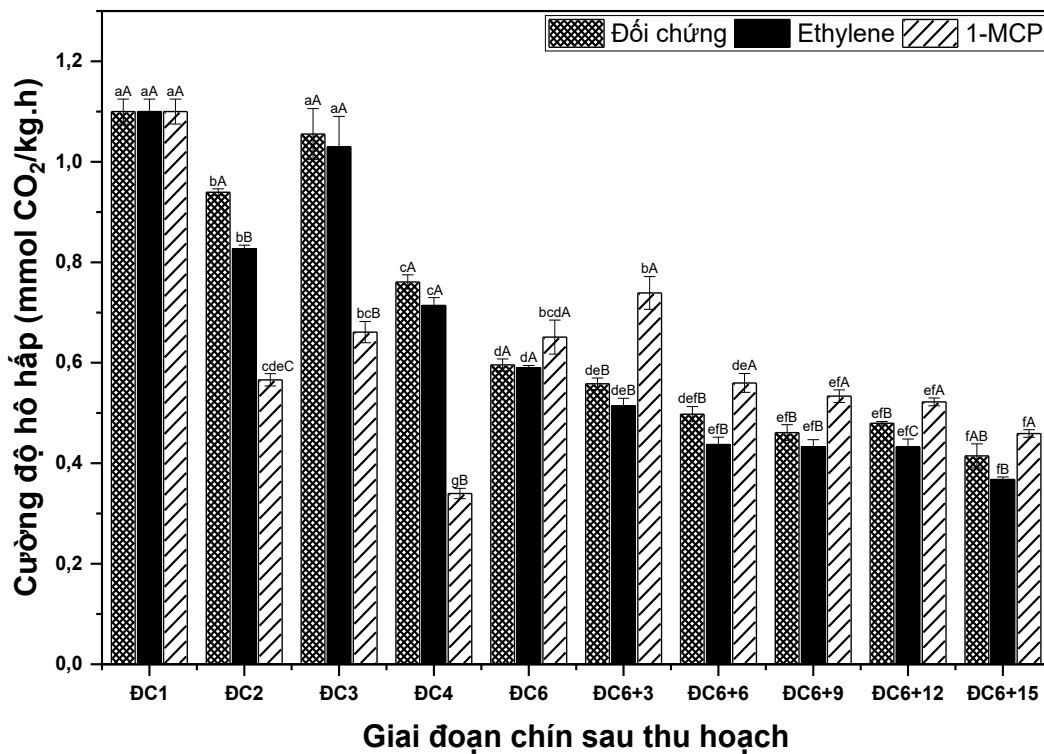
Kết quả xử lý 1-MCP trên giống cà chua ‘Savior’ của nghiên cứu này có cùng xu hướng với sự thay đổi hàm lượng axit hữu cơ tổng số của cà chua giống ‘Clarion’ trong nghiên cứu của Wills & cs. (2002). Kết quả của họ cho thấy hàm lượng axit hữu cơ tổng số của quả cà chua càng cao khi nồng độ xử lý 1-MCP càng tăng. Ngoài ra, một số nghiên cứu về các loại quả hô hấp đột biến khác cho thấy 1-MCP ức chế đáng kể sự giảm hàm

lượng axit hữu cơ trên quả như xoài (Gaikwad & cs., 2020) và mận (Salvador & cs., 2003).

3.5. Ảnh hưởng của 1-MCP và ethylene ngoại sinh đến cường độ hô hấp của cà chua ‘Savior’ trong quá trình chín sau thu hoạch

Cà chua được xử lý với khí ethylene sở hữu cùng động thái biến đổi cường độ hô hấp với cà chua không xử lý khí (quả đối chứng). Trong khi đó, xử lý 1-MCP làm giảm rõ rệt cường độ hô hấp của cà chua, đặc biệt trong giai đoạn từ ĐC1-ĐC4 tính theo độ chín của quả đối chứng (Hình 5). Cụ thể, quả được xử lý bằng khí ethylene (CT3) và quả đối chứng (CT1) có cường độ hô hấp mạnh nhất tại ĐC1 (1,1mmol CO₂/kg.h), sau đó giảm mạnh khi quả chuyển sang ĐC2 (khoảng 0,83-0,94mmol CO₂/kg.h). Tại ĐC3, cường độ hô hấp lại tăng đột biến

(khoảng 1,00mmol CO₂/kg.h) rồi giảm dần và đạt giá trị khoảng 0,37-0,41mmol CO₂/kg.h sau khi quả đạt độ chín 6 và 15 ngày bảo quản (ĐC6+15 ngày). Đối với cà chua được xử lý bằng 1-MCP (CT2), quá trình hô hấp ở quả bị ức chế rõ rệt ngay từ độ chín 2, chỉ đạt 0,57mmol CO₂/kg.h) và tiếp tục giảm mạnh cho đến ĐC4 (0,34mmol CO₂/kg.h). Từ ĐC4 trở đi, quá trình chín của quả xử lý với 1-MCP được phục hồi, do đó cường độ hô hấp diễn ra mạnh mẽ, đạt 0,74 mmol/kg.h tại thời điểm quả đạt độ chín 6 và sau 3 ngày bảo quản (ĐC6+3 ngày), sau đó giảm dần và đạt 0,46mmol CO₂/kg.h tại ĐC6+15 ngày. Kết quả của nghiên cứu này tương tự kết quả thu nhận được của Guillén & cs. (2006) và Guillén & cs. (2007) khi nhóm này thử nghiệm áp dụng 1-MCP để xử lý cà chua giống ‘Cherry’, ‘Daniela’, ‘Patrona’ và ‘Raf’.



Ghi chú: 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% 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 cường độ hô hấp ở độ tin cậy 95% trong phép so sánh Tukey một chiều. Sai số chuẩn của giá trị trung bình được tính từ kết quả đo của 5 lần lặp lại.

Hình 5. Ảnh hưởng của xử lý 1-MCP và ethylene ngoại sinh đến cường độ hô hấp của cà chua ‘Savior’ trong quá trình chín sau thu hoạch

4. KẾT LUẬN

Kết quả của nghiên cứu này cho thấy rõ ảnh hưởng của 1-MCP đến quá trình chín sau thu hoạch của cà chua 'Savior' trồng vụ đông. Cụ thể, 1-MCP có tác dụng làm chậm quá trình thay đổi màu sắc, sự mềm hóa của quả khi quả được thu hoạch ở độ chín 1. 1-MCP cũng có tác dụng ức chế mạnh mẽ quá trình hô hấp và làm tăng hàm lượng axit hữu cơ tổng số của quả trong quá trình chín sau thu hoạch nhưng không có ảnh hưởng nhiều tới sự biến đổi hàm lượng chất khô tổng số của quả. Trong khi đó việc xử lý bằng khí ethylene ngoại sinh cho quả thu hoạch tại độ chín 1 hầu như không có tác dụng thúc đẩy quá trình chín của quả, thể hiện ở các chỉ tiêu sinh lý, vật lý, hóa sinh của quả như cường độ hô hấp, màu sắc, độ cứng, hàm lượng chất khô tổng số, và hàm lượng axit hữu cơ tổng số, của quả được xử lý với khí ethylene không có sự khác biệt đáng kể so với quả đối chứng. Như vậy, từ kết quả của nghiên cứu này có thể kết luận 1-MCP có tác dụng ức chế quá trình chín sau thu hoạch của cà chua 'Savior'. Mặt khác, việc áp dụng khí ethylene không thúc đẩy quá trình chín của cà chua 'Savior' vụ đông khi quả được xử lý ở độ chín 1 ở 18°C, độ ẩm không khí 80%. Những nghiên cứu chuyên sâu ở cấp độ phân tử (cấp độ gen và protein) cần được thực hiện để hiểu rõ hơn về cơ chế chín của cà chua 'Savior' khi quả được xử lý với 1-MCP và khí ethylene ngoại sinh.

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

Baswal A.K. & Ramezani A. (2021). 1-methylcyclopropene potentials in maintaining the postharvest quality of fruits, vegetables, and ornamentals: A review. *Journal of Food Processing and Preservation*. 45(1): e15129.

Blankenship S.M.S. & Dole J.M. (2003). 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biology and Technology*. 28: 1-25.

Bulens I., Van de Poel B., Hertog M., De Proft M., Geeraerd A. & Nicolai B. (2012). Influence of harvest date and application of 1-MCP on postharvest ripening and ethylene biosynthesis of 'Jonagold' apple. *Postharvest Biology and Technology*. 72: 11-19.

Dhall R.K. & Singh P. (2013). Effect of ethephon and ethylene gas on ripening and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) during cold storage. *Journal of Nutrition & Food Sciences*. 3(6): 1.

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.

Guillén F., Castillo S., Zapata P.J., Martínez-Romero D., Valero D. & Serrano M. (2006). Efficacy of 1-MCP treatment in tomato fruit: 2. Effect of cultivar and ripening stage at harvest. *Postharvest Biology and Technology*. 42(3): 235-242.

Guillén F., Castillo S., Zapata P.J., Martínez-Romero D., Serrano M. & Valero D. (2007). Efficacy of 1-MCP treatment in tomato fruit: 1. Duration and concentration of 1-MCP treatment to gain an effective delay of postharvest ripening. *Postharvest Biology and Technology*. 43(1): 23-27.

Hoerberichts F.A., Van-Der Plas L.H.W. & Woltering E.J. (2002). *Postharvest Biology and Technology*. 26: 125-133.

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.

Khan N.A. (2006). *Etylen actions in plants*. Verlag Berlin Heidelberg: Springer. Print.

Klee H.J. & Giovannoni J.J. (2011). Genetics and control of tomato fruit ripening and quality attributes. *Annual Review of Genetics*. 45: 41-59.

Mehmet Seckin Kurubaş M.S., Sabotic J. & Erkan M. (2021). Effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on antioxidant enzymes and fruit quality parameters of cold-stored baby squash. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 45: 33-45.

Mata C.I., de Poel B.V., Hertog M.L.A.T.M., Tran D. & Nicolai B.M. (2018). Transcription analysis of the ethylene receptor and CTR genes in tomato: The effects of on and off-vine ripening and 1-MCP. *Postharvest Biology and Technology*. 140: 67-75.

Moretti C.L., Araujo A.L., Marouelli W.A. & Silva W.L.C. (2002). 1-Methylcyclopropene delays tomato fruit ripening. *Horticultura Brasileira*. 20(4): 659-663.

Rugkong A., McQuinn R., Giovannoni J.J., Rose J.K.C. & Watkins C.B. (2011). Expression of

- ripening-related genes in cold-stored tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 61: 1-14.
- Sahlin E., Savage G.P. & Lister C.E. (2004). Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. *Journal of Food Composition and Analysis*. 17(5): 635-647.
- Salvador A., Cuquerella J. & Martínez-Jávega J.M. (2003). 1-MCP treatment prolongs postharvest life of 'Santa Rosa' plums. *Journal of Food Science*. 68(4): 1504-1510.
- 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.
- Thongkum M., Imsabai W., Burns P., McAtee P.A., Schaffer R.J., Allan A.C. & Ketsa S. (2018). The effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on expression of ethylene receptor genes in durian pulp during ripening. *Plant Physiology and Biochemistry*. 125: 232-238.
- Villalobos-Acuna M.G., Biasia W.V., Flores S., Jiang C., Reid M.S., Willits N.H. & Mitcham E.J. (2011). Effect of maturity and cold storage on ethylene biosynthesis and ripening in 'Bartlett' pears treated after harvest with 1-MCP. *Postharvest Biology and Technology*. 59(1): 1-9.
- Watkins C.B. (2006). The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. *Biotechnology advances*. 24(4): 389-409.
- Wills R.B.H. & Ku V.V.V. (2002). Use of 1-MCP to extend the time to ripen of green tomatoes and postharvest life of ripe tomatoes. *Postharvest Biology and Technology*. 26(1): 85-90.
- Xu F., Liu S., Xiao Z. & Fu L. (2019). Effect of ultrasonic treatment combined with 1-methylcyclopropene (1-MCP) on storage quality and ethylene receptors gene expression in harvested apple fruit. *Food Biotechnology*. 43(8): 1-7.
- Xua F., Liub S., Liua Y., Xua J., Liua T. & Donga S. (2019). Effectiveness of lysozyme coatings and 1-MCP treatments on storage and preservation of kiwifruit. *Food Chemistry*. 288: 201-207.
- Yuan G., Sun B., Yuan J. & Wang Q. (2010). Effect of 1-methylcyclopropene on shelf life, visual quality, antioxidant enzymes and health-promoting compounds in broccoli florets. *Food Chemistry*. 118(3): 774-781.
- Zhu X., Song Z., Li Q., Li J., Chen W. & Li X. (2020). Physiological and transcriptomic analysis reveals the roles of 1-MCP in the ripening and fruit aroma quality of banana fruit (Fenjiao). *Food Research International*. 130: 108968.
- Zhu X.Y., Shen L., Fu D.W., Si Z.W., Wu B., Chen W.X. & Li X.P. (2015). Effects of the combination treatment of 1-MCP and ethylene on the ripening of harvested banana fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 107: 23-32.