

## NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MÙA VỤ TRỒNG ĐẾN QUÁ TRÌNH PHÁT TRIỂN VÀ CHÍN SAU THU HOẠCH CỦA GIỐNG CÀ CHUA 'SAVIOR'

Trần Thị Định<sup>1\*</sup>, Nguyễn Minh Việt Thảo<sup>1,2</sup>, Nguyễn Thị Thúy Nga<sup>1</sup>,  
Đinh Thị Hiền<sup>1</sup>, Maarten Hertog<sup>2</sup>, Bart Nicolai<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Công nghệ thực phẩm, Học viện Nông nghiệp Việt Nam, Trâu Quỳ, Gia Lâm, Hà Nội

<sup>2</sup>BIOSYST-MeBioS, Faculty of Bioscience Engineering, KU Leuven,  
Willem de Croylaan 42, B-3001 Leuven, Belgium

\*Tác giả liên hệ: [tt dinh@vnua.edu.vn](mailto:tt dinh@vnua.edu.vn)

Ngày nhận bài: 26.04.2021

Ngày chấp nhận đăng: 24.05.2021

### TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng của mùa vụ trồng đến chất lượng của giống cà chua 'Savior'. Các chỉ tiêu chất lượng của cà chua trong quá trình phát triển, chín đột biến, bảo quản sau thu hoạch được định lượng bằng phương pháp phân tích công cụ. Kết quả cho thấy, trong giai đoạn phát triển và chín đột biến, khối lượng của cà chua trồng vụ hè (trái vụ) nhỏ hơn đáng kể so với cà chua trồng vụ đông (chính vụ). Hàm lượng axit hữu cơ tổng số của cà chua vụ hè cao hơn khoảng 1,5 lần so với cà chua vụ đông. Màu sắc, độ cứng, hàm lượng chất rắn hoà tan tổng số của cà chua trồng vụ hè và vụ đông có cùng xu hướng biến đổi trong quá trình phát triển, chín đột biến, bảo quản sau thu hoạch. Chúng đều có đỉnh hô hấp đột biến tại độ chín 3 với các giá trị lần lượt là 1,220mmol CO<sub>2</sub>/kg.h đối với quả trồng vụ hè; 1,331mmol CO<sub>2</sub>/kg.h đối với quả trồng vụ đông. Như vậy, giống cà chua 'Savior' có khả năng chịu nhiệt tốt, phù hợp trồng trong vụ đông và vụ hè, không có sự khác biệt rõ rệt về kiểu hình. Nghiên cứu tạo tiền đề cho chúng tôi thực hiện những nghiên cứu chuyên sâu ở cấp độ gen và protein để khám phá sự khác biệt về cơ chế chín giữa cà chua 'Savior' trồng vụ đông và trồng vụ hè.

Từ khóa: Cà chua 'Savior', mùa vụ trồng, chất lượng quả.

### Effects of Growing Season on Development and Postharvest Ripening of Tomato Cv. Savior

### ABSTRACT

This study was to evaluate the effects of growing seasons on the quality of tomato cv. Savior. The quality parameters of the tomato during fruit development, climacteric ripening and postharvest storage were analyzed using the instrumental methods. The results showed that the fruit weight of summer tomato (off-season tomato) was significantly smaller than that of winter tomato (on-season tomato) during fruit development and climacteric ripening. Meanwhile, total acidity of summer tomato was 1.5 times higher than that of winter tomato. Both summer and winter tomato shared a similar changing pattern in color, firmness and total soluble solid content. They showed the climacteric peak at the ripening stage 3 (turning color stage), which was 1.220 mmol CO<sub>2</sub>/kg.h for summer tomato and 1.331 mmol CO<sub>2</sub>/kg.h for winter fruit. This study has affirmed that tomato cv. Savior has a good heat tolerance capability, thus suitable to grow in both summer and winter seasons without clear differences in phenotype. Data in this study provide a background for further performing in-depth studies at the genomic and proteomic levels to discover the ripening mechanisms between tomato cv. Savior grown in winter and in summer.

Keywords: Tomato cv. Savior, growing season, fruit quality.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cà chua (*Lycopersicon esculentum* Mill) thuộc họ Cà (Solanaceae), có nguồn gốc từ Nam

Mỹ. Quả cà chua chứa chủ yếu là nước, ngoài ra còn có carbohydrat, protein, lipid, axit hữu cơ, vitamin (B1, B2, C, E), khoáng chất (kali, mangan, magie, đồng, sắt, kẽm), chất xơ hòa tan,

và chất kháng oxy hóa (lycopene,  $\beta$ -caroten, axit ascorbic) (Anton & cs., 2017; Martínez & cs., 2018). Vì vậy, việc sử dụng cà chua trong khẩu phần ăn hàng ngày rất có lợi cho sức khỏe con người và được các nhà khoa học chứng minh là có thể ngăn ngừa một số loại ung thư như ung thư tiền liệt tuyến, ung thư ruột kế, ung thư trực tràng, phòng chống bệnh tim mạch, và giảm căng thẳng (Roselló & Nuez, 2010; Liu, 2013).

Cà chua được trồng phổ biến ở nhiều quốc gia trên thế giới, với diện tích lớn thứ 2 trong các loại rau. Năm 2019 diện tích trồng cà chua trên thế giới là 5.03 triệu ha, với sản lượng 181 triệu tấn (FAOSTAT, 2021). Ở Việt Nam, cà chua là loại rau ăn quả chủ lực, được Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (PTNT) ưu tiên phát triển với diện tích trồng trong những năm gần đây dao động trong khoảng 23-25 ngàn hecta, trước đây chỉ tập trung ở vùng đồng bằng và trung du Bắc Bộ nhưng nay mở rộng đến các tỉnh miền Trung, Tây Nguyên, và Nam Bộ do áp dụng những giống mới, có khả năng thích nghi với điều kiện thổ nhưỡng và khí hậu đa dạng (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2020). Trong số những giống cà chua mới lai tạo có cà chua ‘Savior’ sở hữu nhiều đặc điểm vượt trội như có khả năng kháng virus xoăn vàng lá (Sở NN&PTNT Cao Bằng, 2019). Quan trọng hơn, cà chua ‘Savior’ có khả năng chịu nhiệt cao, sinh trưởng tốt, có thể trồng vào các tháng nóng nhất ở các tỉnh phía Bắc và miền Trung khi mà hầu hết các giống cà chua truyền thống không thể phát triển được. Đây là ưu điểm vượt trội của cà chua ‘Savior’ vì nếu trồng trái vụ, người nông dân sẽ bán được sản phẩm với giá thành cao hơn nhiều so với chính vụ (Cổng thông tin - giao tiếp điện tử tỉnh Vĩnh Phúc, 2018).

Tính tới thời điểm hiện tại, ở Việt Nam có nhiều nghiên cứu thành công về cà chua nhưng chủ yếu tập trung trên kỹ thuật trước thu hoạch như lai tạo giống mới thích ứng với những điều kiện khắc nghiệt của môi trường, kiểm soát dịch bệnh, tạo giống có năng suất cao (Mai Thị Phương Anh, 1998; Vũ Tuyết Hoàng & cs., 1999; Nguyễn Văn Đĩnh, 2003). Trong khi đó, những nghiên cứu về quá trình phát triển và chín đột biến của giống cà chua chịu nhiệt khi được trồng chính vụ và nghịch vụ vẫn chưa được nhiều nhà

khoa học trong nước quan tâm. Mục đích của nghiên cứu này nhằm tìm hiểu mối tương quan giữa khả năng chịu nhiệt, diễn biến quá trình sinh trưởng, chín đột biến, và chất lượng của cà chua ‘Savior’ ở các giai đoạn khác nhau, được trồng vụ đông và vụ hè thông qua việc so sánh các chỉ tiêu chất lượng vật lý, sinh lý, và hóa sinh của quả.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu

Giống cà chua chịu nhiệt ‘Savior’ được trồng vụ đông năm 2019 và vụ hè năm 2020. Vật liệu và hóa chất sử dụng trong nghiên cứu gồm NaOH (Merk, Đức); khí mang Helium và khí Hydro tinh khiết (Messer, Việt Nam); 3 hỗn hợp khí dùng để xây dựng đường chuẩn cho định lượng nồng độ khí CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, và ethylene trên máy sắc ký khí lần lượt là: 0,49ppm ethylene + 1% CO<sub>2</sub>, + 21,1% O<sub>2</sub>; 5,25ppm ethylene + 5,25% CO<sub>2</sub>, + 5,03% O<sub>2</sub>; 50,3ppm ethylene + 2,02% CO<sub>2</sub>, + 1% O<sub>2</sub> (Messer, Singapore).

### 2.2. Bố trí thí nghiệm

Từ những luống cà chua trồng trong vườn, 300 cây trồng của vụ đông và 300 cây trồng vụ hè được lựa chọn ngẫu nhiên cho thí nghiệm. Trên những cây cà chua này, 3.000 hoa được đeo biển để đánh dấu tuổi sinh học của chúng kể từ thời điểm ra hoa, chia làm 3 đợt, mỗi đợt cách nhau từ 2-3 ngày đối với cà chua vụ hè và 4-5 ngày đối với cà chua vụ đông để bao phủ một phổ rộng sự dao động về sinh học giữa các trà hoa. Khi đeo biển cho hoa, đối với cây, loại bỏ các cây đầu tiên và cuối cùng của mỗi luống và các luống bao xung quanh vườn. Đối với hoa, loại bỏ các chùm hoa trên ngọn và dưới cùng. Mỗi chùm hoa chỉ đeo biển tối đa cho hai hoa, loại bỏ bông hoa ở đầu cuống và ngọn.

Trong nghiên cứu này, cà chua trồng ở vụ đông và vụ hè đều được thu hái ở những giai đoạn sau: (1) giai đoạn phát triển của quả gồm quả chưa thành thực sinh lý (IMG); (2) giai đoạn chín gồm quả xanh già (độ chín 1 - ĐC1), quả chuyển màu (độ chín 2 - ĐC2), quả có màu xanh da cam nhạt (độ chín 3 - ĐC3), quả có màu da

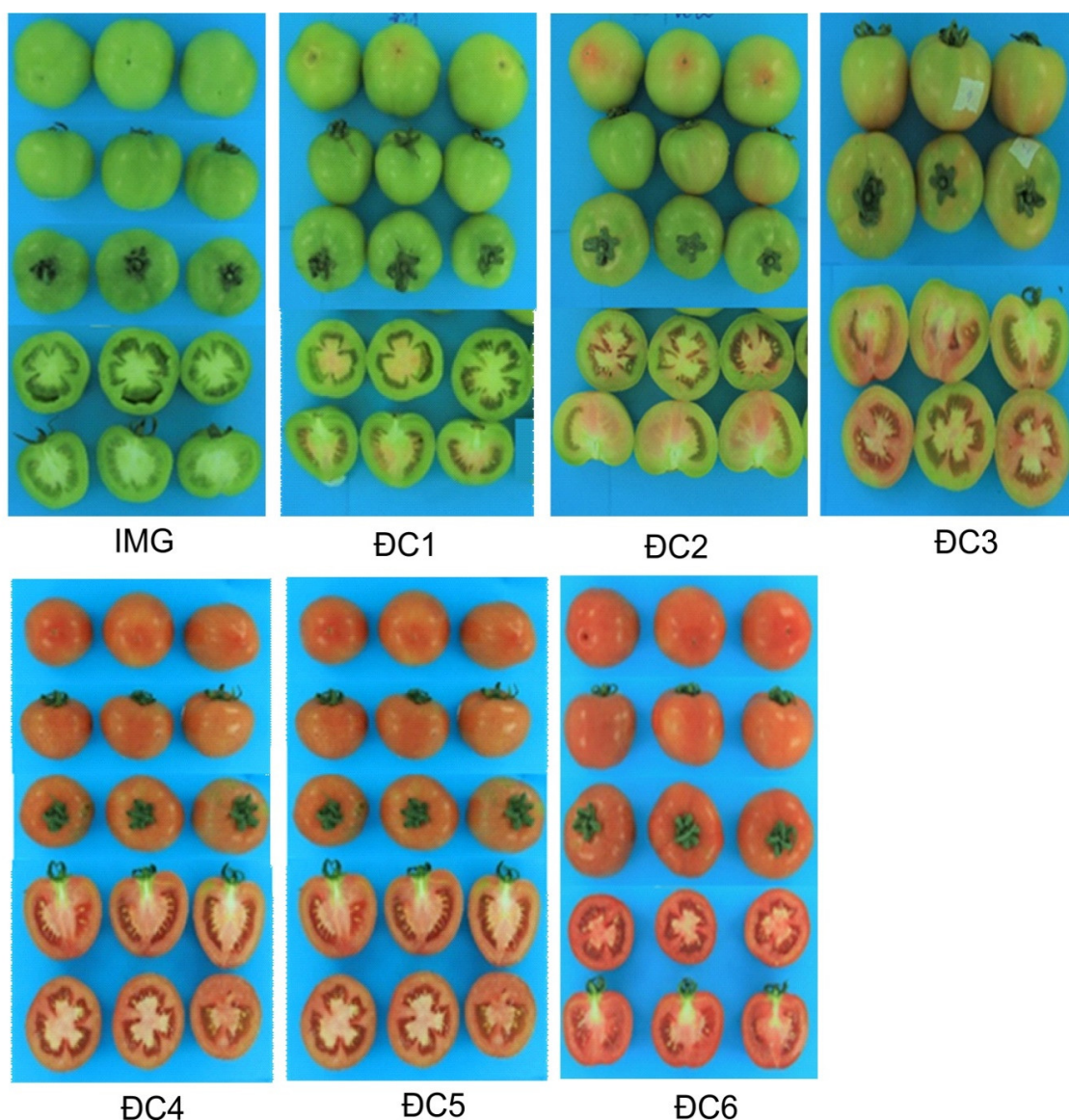
cam (độ chín 4 - ĐC4), quả có màu đỏ, cứng (độ chín 5 - ĐC5), và quả có màu đỏ, mềm (độ chín 6 - ĐC6); và (3) giai đoạn chín sau thu hoạch gồm quả thu hoạch ở ĐC6 và được bảo quản sau 6 ngày (ĐC6+6) và sau 12 ngày (ĐC6+12). Hình thái bên ngoài và phần thịt quả bên trong của quả từ IMG đến ĐC6 được thể hiện trên Hình 1. Tại mỗi thời điểm ở giai đoạn (1) và (2), 40 quả được thu hoạch và chuyển về phòng thí nghiệm. Riêng giai đoạn (3), 200 quả ở ĐC6 được đồng thời thu hoạch, sau đó được bảo quản trong khay nhựa, bao gói bằng túi polyethylene có diện tích đục lỗ 0,5% ở 18°C, độ ẩm 80% dùng làm mẫu phân tích sau thu hoạch. Tại mỗi thời

điểm phân tích, 40 quả cà chua được lấy mẫu để phân tích những chỉ tiêu chất lượng sau: khối lượng, 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. Khối lượng của quả

Khối lượng của quả được xác định bằng cách cân khối lượng từng quả tại các thời điểm phân tích sử dụng cân kỹ thuật (sai số  $\pm 0,001\text{g}$ ) (Satorius, Đức). Kết quả phân tích là giá trị trung bình của 5 lần lặp lại.



Hình 1. Hình thái của cà chua 'Savior' ở giai đoạn phát triển và giai đoạn chín của quả

### 2.3.2. 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 phân tích là giá trị trung bình của 10 lần lặp lại.

### 2.3.3. Độ cứng

Độ cứng của quả được xác định bằng máy đo độ cứng Mark-10- ESM 303 (Mỹ), đo ở 2 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. Kết quả phân tích là giá trị trung bình của 10 lần lặp lại.

### 2.3.4. Hàm lượng chất rắn hoà tan tổng số

Hàm lượng chất rắn hoà tan tổng số được xác định theo TCVN 7771:2007, sử dụng chiết quang kế kỹ thuật số ATAGO (Atago Co., Ltd, Nhật). Kết quả phân tích là giá trị trung bình của 5 lần lặp lại.

### 2.3.5. 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.

Hàm lượng axit tổng số (X- g/100ml) của cà chua được tính theo công thức:

$$X = \frac{V \times K \times 1000}{V_1}$$

Trong đó:

V: Thể tích NaOH 0,1N tiêu tốn để trung hòa axit có trong mẫu (ml);

V<sub>1</sub>: Thể tích mẫu hút để chuẩn độ (ml);

K: Hệ số để tính ra số gam axit tương ứng (đối với axit citric K = 0,0064).

Kết quả phân tích là giá trị trung bình của 5 lần lặp lại.

### 2.3.6. Cường độ hô hấp

Cường độ hô hấp của quả cà chua được thể hiện thông qua lượng khí CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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/min, 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 được tính theo công thức sau:

$$r_{CO_2} = \frac{(nCO_{2_i} - nCO_{2_f})}{m \times t}$$

Trong đó:

r<sub>CO<sub>2</sub></sub>: Cường độ sản sinh khí CO<sub>2</sub> (mmol/kg.h);

nCO<sub>2<sub>i</sub></sub>: Số mmol CO<sub>2</sub> tại thời điểm nuôi mẫu ban đầu (mmol);

nCO<sub>2<sub>f</sub></sub>: Số mmol CO<sub>2</sub> tại thời điểm kết thúc nuôi mẫu (mmol);

m: Khối lượng của mẫu cà chua (kg);

t: thời gian nuôi mẫu (h).

$$\begin{aligned} nCO_{2_i} &= [CO_{2_i}] \times \frac{p_i \times V}{R \times T} \\ &= [CO_{2_i}] \times \frac{p_i \times \left(V - \frac{m}{\mu}\right)}{R \times T} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} nCO_{2_f} &= [CO_{2_f}] \times \frac{p_f \times V}{R \times T} \\ &= [CO_{2_f}] \times \frac{p_f \times \left(V - \frac{m}{\mu}\right)}{R \times T} \end{aligned}$$

Trong đó:

[CO<sub>2<sub>i</sub></sub>]: Nồng độ CO<sub>2</sub> đo được tại thời điểm nuôi mẫu ban đầu (%);

$[CO_2]$ : Nồng độ  $CO_2$  tại thời điểm kết thúc nuôi mẫu (%);

$p_i$ : Áp suất bình nuôi mẫu tại thời điểm ban đầu (Pa);

$p_f$ : Áp suất bình nuôi mẫu tại thời điểm kết thúc (Pa);

V1: Thể tích của bình nuôi ( $m^3$ );

$\mu$ : Khối lượng riêng của quả ( $\mu = 873 m^3/kg$ );

R: Hằng số khí ( $R = 8.314 J/mol.K$ );

T: Nhiệt độ nuôi mẫu (K).

Kết quả đo là giá trị trung bình của 5 lần lặp lại.

## 2.4. Xử lý số liệu

Số liệu thí nghiệm thu được khi xác định các chỉ tiêu chất lượng được phân tích trên phần mềm Origin và SPSS phiên bản 22.0. Sự khác biệt của giá trị trung bình của các chỉ tiêu chất lượng trong cùng một vụ mùa nhưng ở các thời điểm phân tích khác nhau được đánh giá nhờ phép so sánh Tukey với giới hạn tin cậy 95%. Sự

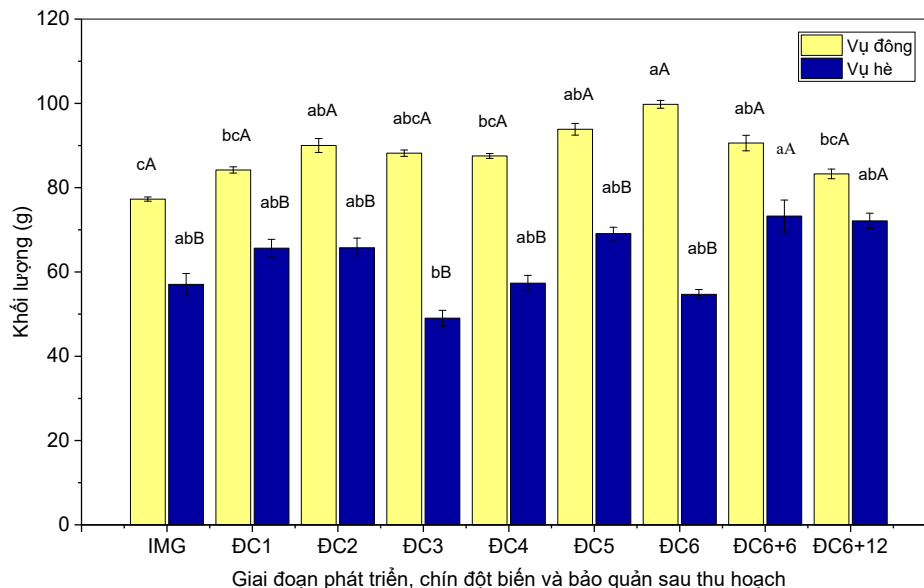
khác biệt của giá trị trung bình của các chỉ tiêu chất lượng giữa hai vụ mùa tại cùng thời điểm phân tích được kiểm định nhờ T-test.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Ảnh hưởng của mùa vụ trồng đến khối lượng của cà chua trong quá trình phát triển, chín đột biến, và bảo quản sau thu hoạch

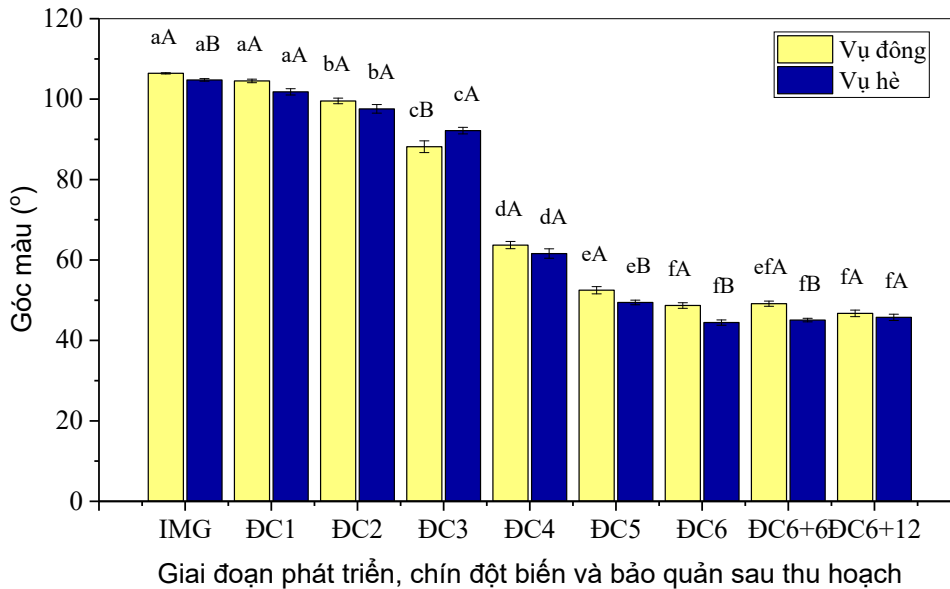
Khối lượng là một trong những chỉ tiêu vật lý biểu hiện quá trình tăng trưởng và phát triển của quả. Sự thay đổi về khối lượng của quả cà chua ‘Savior’ trồng vụ đông và vụ hè được thể hiện trên hình 2.

Kết quả hình 2 cho thấy khối lượng của cà chua trồng vụ đông trong quá trình phát triển và chín đột biến đều cao hơn rõ rệt ( $\alpha = 5\%$ ) so với khối lượng cà chua trồng vụ hè. Sang giai đoạn bảo quản sau thu hoạch, khối lượng của cà chua trồng vụ đông và cà chua trồng vụ hè không có sự khác biệt có nghĩa về thống kê, dao động từ 72,13g đến 90,59g.



Ghi chú: Sai số chuẩn của giá trị trung bình được tính từ kết quả đo của 5 lần lặp lại. Trong cùng một mùa vụ trồng, 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 khối lượng 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 khối lượng ở độ tin cậy 95% trong phép thử T-test.

**Hình 2. Ảnh hưởng của mùa vụ trồng đến khối lượng của quả cà chua ‘Savior’ trong quá trình phát triển, chín đột biến, và bảo quản sau thu hoạch**



Ghi chú: Sai số chuẩn của giá trị trung bình được tính từ kết quả đo của 10 lần lặp lại. Trong cùng một mùa vụ trồng, 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 thử T-test.

**Hình 3. Ảnh hưởng của mùa vụ trồng đến màu sắc của quả cà chua ‘Savior’ trong quá trình phát triển, chín đột biến và bảo quản sau thu hoạch**

Trong giai đoạn phát triển và chín đột biến, khối lượng cà chua trồng vụ đông tăng dần từ 77,29g khi quả chưa trưởng thành (giai đoạn IMG) và đạt giá trị cao nhất là 99,77g ở ĐC6. Sự gia tăng khối lượng trong quá trình phát triển và chín đột biến là kết quả của quá trình tổng hợp và tích lũy các chất dinh dưỡng mà chủ yếu là đường và tinh bột, cùng với sự trương nước của tế bào (Giovannoni, 2004). Trong giai đoạn bảo quản sau thu hoạch, khối lượng của quả cà chua giảm dần và đạt 83,27g ở giai đoạn ĐC6+12. Nguyên nhân có thể là do sự mất nước trong quá trình bảo quản, đồng thời quá trình dị hóa làm tiêu hao các chất dinh dưỡng nhanh hơn so với quá trình đồng hóa. Kết quả này cũng trùng khớp với quy luật biến đổi về khối lượng của cà chua giống Bonaparte trong nghiên cứu của Van de Poel & cs. (2012).

Đối với cà chua trồng vụ hè, khối lượng quả có sự thay đổi nhưng không đáng kể giữa trong quá trình phát triển, chín đột biến và bảo quản sau thu hoạch. Cụ thể, khối lượng trung bình của quả dao động trong khoảng từ 49,04g đến

73,27g. Nguyên nhân là do vụ hè là trái vụ trồng cà chua, mặc dù Savior là giống cà chua chịu nhiệt nhưng do khí hậu nắng nóng, khắc nghiệt làm ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng và phát triển của quả.

**3.2. Ảnh hưởng của mùa vụ trồng đến màu sắc của cà chua trong quá trình phát triển, chín đột biến, và bảo quản sau thu hoạch**

Màu sắc là một trong những đặc điểm bên ngoài quan trọng dùng để đánh giá độ chín cũng như chất lượng của cà chua. Sự thay đổi về màu sắc của quả cà chua ‘Savior’ trồng vụ đông và vụ hè được thể hiện thông qua chỉ tiêu góc màu và được trình bày ở trên hình 3.

Cà chua ‘Savior’ trồng vụ đông và vụ hè đều có chung xu hướng biến đổi màu sắc trong quá trình phát triển, chín đột biến, và bảo quản sau thu hoạch. Cụ thể, màu sắc của quả chưa thành thực sinh lý (IMG) và quả đạt độ chín 1 (ĐC1) có giá trị góc màu cao nhất, khoảng 105°, tương ứng màu xanh do diệp lục quy định. Khi quả vào giai

đoạn chín, từ ĐC1 đến ĐC6, giá trị góc màu giảm mạnh từ 105° xuống 50° (Hình 3), tương ứng với màu sắc của quả chuyển từ màu xanh lá cây sang màu đỏ do khi quả chín chlorophyll bị phân hủy đồng thời lycopene được sinh tổng hợp (Sahlin & cs., 2004). Ở giai đoạn bảo quản sau thu hoạch, màu sắc quả không có sự thay đổi rõ rệt. Mặc dù kết quả phân tích cho thấy có sự khác biệt về màu sắc giữa cà chua trồng vụ đông và cà chua trồng vụ hè ở độ chín 3 (ĐC3), độ chín 6 (ĐC6) và ĐC6+6 nhưng sự khác biệt này có thể đến từ sự dao động sinh học giữa các quả cà chua. Kết quả của nghiên cứu này cho thấy, giống cà chua ‘Savior’ trồng trái vụ có khả năng phân hủy chlorophyll và sinh tổng hợp lycopene tương tự như cà chua trồng chính vụ. Nói cách khác, không có sự khác biệt về cường độ màu đỏ của quả cà chua Savior trồng chính vụ và trái vụ, điều này khẳng định rõ cà chua ‘Savior’ có khả năng chịu nhiệt tốt. Trái ngược với giống cà chua truyền thống không chịu nhiệt, nếu quá trình chín diễn ra trong môi trường có nhiệt độ cao, quá trình sinh tổng hợp lycopene bị ức chế, thay vào đó quá trình tích lũy carotenoid chiếm ưu thế. Điều dẫn đến cà chua dù ở độ chín 5, 6 nhưng quả không đạt được màu đỏ mà chỉ có màu vàng cam, tương ứng với góc màu trong khoảng 60° (Nardos & cs., 2015, Vu Thi Thuy Duong & cs., 2016).

### 3.3. Ảnh hưởng của mùa vụ trồng đến độ cứng của cà chua trong quá trình phát triển, chín đột biến và bảo quản sau thu hoạch

Tương tự như 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 ở các giai đoạn khác nhau được thể hiện trên hình 4.

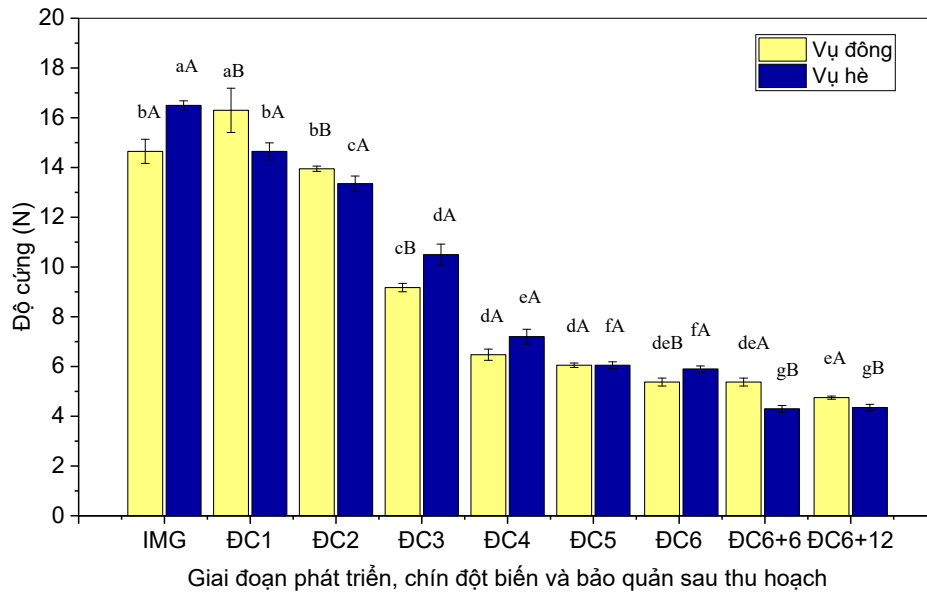
Kết quả hình 4 cho thấy sự khác biệt về độ cứng của quả cà chua trồng chính vụ và trái vụ trong giai đoạn phát triển. Tuy nhiên, khi quả chuyển sang giai đoạn chín và bảo quản sau thu hoạch, độ cứng của cà chua trồng vụ đông và vụ hè đều có cùng xu hướng giảm dần. Cụ thể, đối với cà chua trồng vụ đông, trong giai đoạn phát triển, độ cứng của quả tăng lên từ 14,7 N (IMG) đến 16,3 N (ĐC1), sau đó giảm mạnh xuống còn

4,7 N ở ĐC6 trong giai đoạn chín đột biến và gần như không đổi trong giai đoạn bảo quản sau thu hoạch. Đối với cà chua trồng vụ hè, độ cứng của quả giảm dần từ khi quả chín chưa thành thực (16,5 N) và đạt 4,4 N tại độ chín 6 (ĐC6). Chuyển sang giai đoạn bảo quản sau thu hoạch, độ cứng của quả có sự biến đổi nhưng không đáng kể. Độ cứng của cà chua giảm đi khi quả bắt đầu chín là kết quả hoạt động của hệ enzyme pectinase, chúng chuyển hóa các hợp chất pectin từ dạng không hòa tan sang dạng hòa tan (Wang & cs., 2018). Nguyên nhân của sự giảm dần về độ cứng khi quả chuyển sang giai đoạn chín còn có thể là do sự thay đổi về áp suất trương nước trong tế bào (Hertog & cs., 2014). Kết quả ở nghiên cứu này trùng khớp với quy luật biến đổi độ cứng của giống cà chua ‘Savior’ trong nghiên cứu của Tran & cs. (2017) và ở những giống cà chua khác như Bonaparte (Van de Poel & cs., 2012) và bảy giống cà chua trong nghiên cứu của Kaur & cs. (2013).

### 3.4. Ảnh hưởng của mùa vụ trồng đến hàm lượng chất rắn hòa tan tổng số của cà chua trong quá trình phát triển, chín đột biến và bảo quản sau thu hoạch

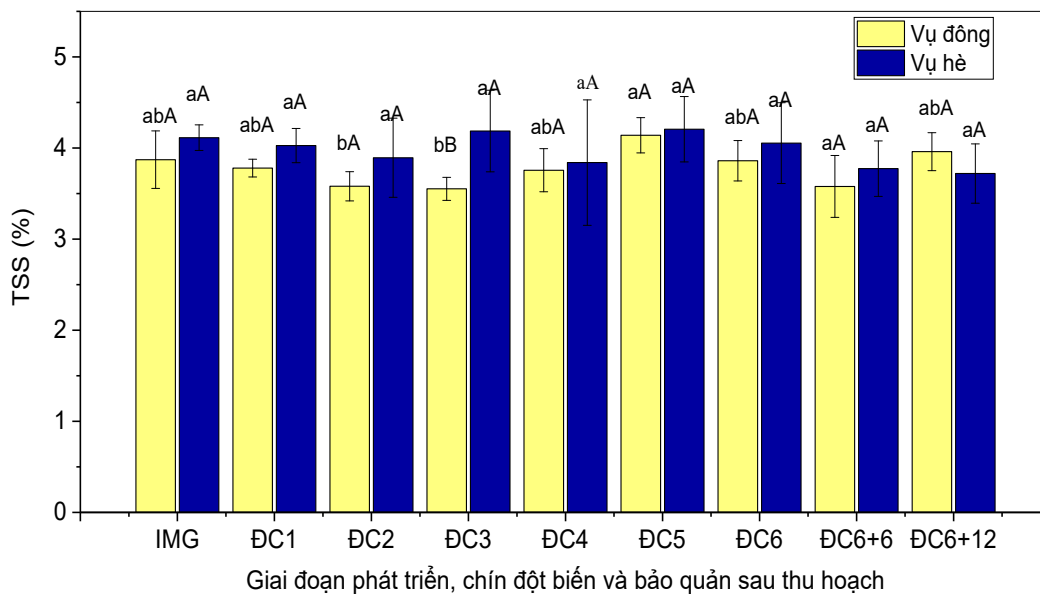
Sự biến đổi hàm lượng chất rắn hòa tan tổng số (TSS) của cà chua trồng vụ đông và vụ hè trong quá trình phát triển, chín đột biến, và bảo quản sau thu hoạch được thể hiện trên hình 5.

Số liệu hình 5 cho thấy không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $\alpha = 5\%$ ) về hàm lượng chất rắn hòa tan tổng số (TSS) trong quá trình phát triển, chín đột biến, và bảo quản sau thu hoạch giữa cà chua trồng vụ đông và vụ hè. Trong cùng một mùa vụ trồng, hàm lượng TSS không có sự thay đổi đáng kể giữa các thời điểm phân tích, dao động từ 3,6-4,2%. Nguyên nhân TSS biến động không nhiều ở các độ già khác nhau của quả là do trong suốt quá trình phát triển, chín đột biến và bảo quản sau thu hoạch, các quá trình đồng hóa và dị hóa diễn ra song song. Kết quả này tương ứng với nghiên cứu của Bui & cs. (2010) và Tran & cs. (2017). Số liệu phân tích trong nghiên cứu này cũng cho thấy cà chua ‘Savior’ trồng trái vụ có hàm lượng chất rắn hòa tan tổng số tương tự như cà chua trồng chính vụ.



Ghi chú: Sai số chuẩn của giá trị trung bình được tính từ kết quả đo của 10 lần lặp lại. Trong cùng một mùa vụ trồng, 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 thử T-test.

**Hình 4. Ảnh hưởng của mùa vụ trồng đến độ cứng của quả cà chua 'Savior' trong quá trình phát triển, chín đột biến và bảo quản sau thu hoạch**



Ghi chú: Sai số chuẩn của giá trị trung bình được tính từ kết quả đo của 5 lần lặp lại. Trong cùng một mùa vụ trồng, ở các giai đoạn phân tích khác nhau những cột có cùng chữ cái in thường, không có sự khác biệt có nghĩa về TSS 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 TSS ở độ tin cậy 95% trong phép thử T-test.

**Hình 5. Ảnh hưởng của mùa vụ trồng đến hàm lượng chất rắn hòa tan tổng số của quả trong quá trình phát triển, chín và bảo quản sau thu hoạch**

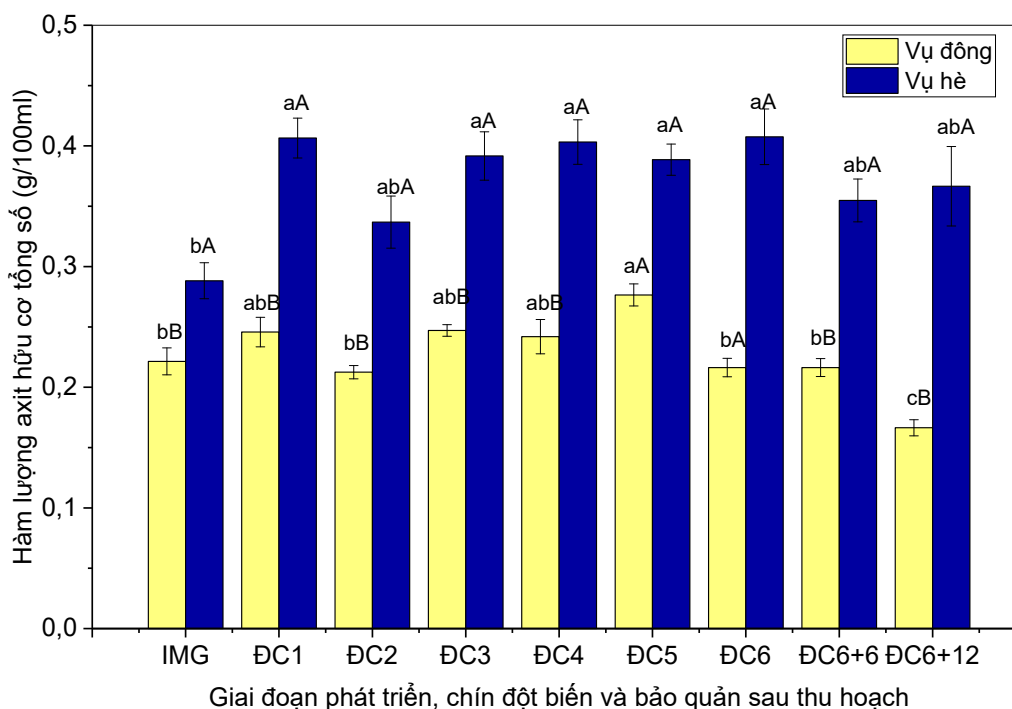


### 3.5. Ảnh hưởng của mùa vụ trồng đến hàm lượng axit hữu cơ tổng số trong quá trình phát triển, chín đột biến, và bảo quản sau thu hoạch

Cùng với TSS, hàm lượng axit hữu cơ tổng số là một trong những chỉ tiêu để đánh giá chất lượng cảm quan của quả. Sự biến đổi hàm lượng axit hữu cơ tổng số của cà chua ‘Savior’ ở các độ già sinh lý khác nhau được thể hiện trên hình 6.

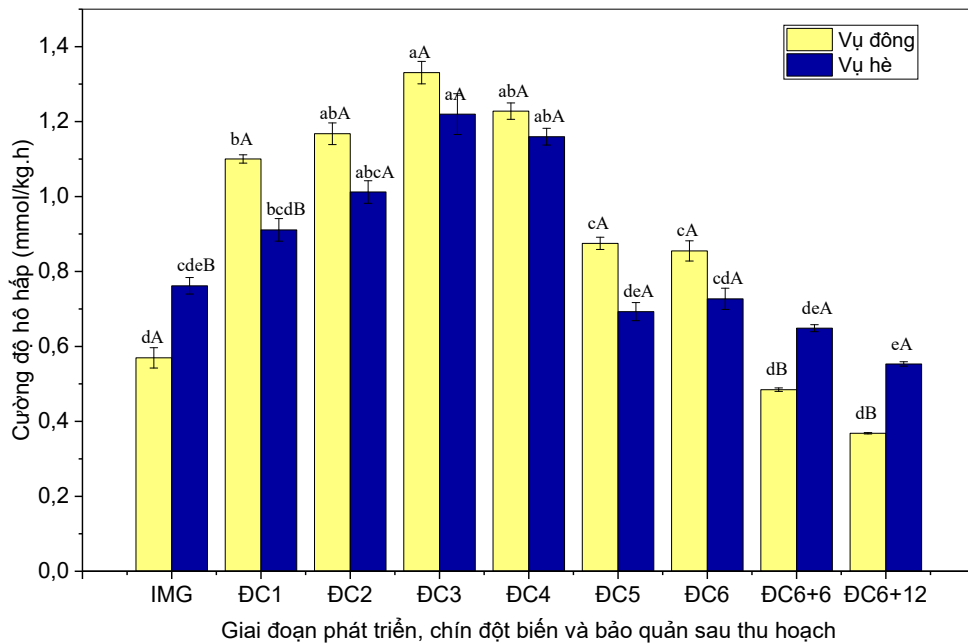
Kết quả phân tích cho thấy cà chua trồng vụ hè có hàm lượng axit hữu cơ tổng số cao hơn rõ rệt so với cà chua trồng vụ đông trong suốt quá trình phát triển, chín đột biến, và bảo quản sau thu hoạch (Hình 6). Khi quả chưa thành thực sinh lý, cà chua trồng vụ hè có hàm lượng axit hữu cơ tổng số cao hơn 0,07 g/100ml so với cà chua trồng vụ đông. Sang giai đoạn chín đột biến và bảo quản sau thu hoạch, hàm lượng axit hữu

cơ tổng số của cà chua trồng vụ hè cao hơn khoảng 1,5 lần so với cà chua trồng vụ đông. Đối với cà chua trồng vụ đông, hàm lượng axit hữu cơ tổng số không có sự thay đổi rõ rệt từ giai đoạn quả đang phát triển (IMG) cho đến ĐC6 (khoảng 0,21-0,27 g/100ml). Sang giai đoạn bảo quản sau thu hoạch, hàm lượng axit hữu cơ tổng số bắt đầu giảm và đạt 1,66 g/100ml tại ĐC6+12. Trong khi đó, cà chua trồng vụ hè có sự tăng lên rõ rệt về hàm lượng axit hữu cơ tổng số từ giai đoạn chín chưa thành thực (2,88 g/100ml) đến giai đoạn quả trưởng thành (4,07 g/ml). Sang giai đoạn chín và bảo quản sau thu hoạch, hàm lượng axit hữu cơ tổng số có sự biến đổi nhưng không khác biệt có ý nghĩa, dao động trong khoảng 0,34-0,41 g/100ml. Kết quả nghiên cứu này cho thấy cà chua trồng trái vụ có độ chua cao hơn cà chua trồng chín vụ trong quá trình phát triển, chín và bảo quản sau thu hoạch.



Ghi chú: Sai số chuẩn của giá trị trung bình được tính từ kết quả đo của 5 lần lặp lại. Trong cùng một mùa vụ trồng, ở các giai đoạn phân tích khác nhau, những cột có cùng chữ cái in thường 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 thử T-test.

**Hình 6.** Ảnh hưởng của mùa vụ trồng đến hàm lượng axit hữu cơ tổng số của quả cà chua ‘Savior’ trong quá trình phát triển, chín đột biến, và bảo quản sau thu hoạch



Chú thích: Sai số chuẩn của giá trị trung bình được tính từ kết quả đo của 5 lần lặp lại. Trong cùng một mùa vụ trồng, 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 thử T-test.

**Hình 7. Ảnh hưởng của mùa vụ trồng đến cường độ hô hấp của quả cà chua ‘Savior’ trong quá trình phát triển, chín đột biến và bảo quản sau thu hoạch**

### 3.6. Ảnh hưởng của mùa vụ trồng đến cường độ hô hấp của cà chua trong quá trình phát triển, chín đột biến, và chín sau thu hoạch

Cường độ hô hấp được thể hiện thông qua lượng CO<sub>2</sub> giải phóng ra trên một đơn vị khối lượng quả trong một đơn vị thời gian. Sự biến đổi cường độ hô hấp của cà chua trồng vụ đông và vụ hè trong quá trình phát triển, chín đột biến và bảo quản sau thu hoạch được thể hiện trên hình 7.

Cà chua trồng vụ hè (trái vụ) sở hữu cùng kiểu hô hấp đột biến như cà chua trồng vụ đông (chính vụ) (Hình 7). Cụ thể, quá trình hô hấp của cà chua trồng vụ đông và cà chua vụ hè đều diễn ra mạnh mẽ khi quả chuyển sang giai đoạn chín và đạt đỉnh hô hấp tại độ chín 3 (ĐC3), sau đó giảm mạnh ở các giai đoạn chín tiếp theo, và gần như không đổi trong suốt thời gian bảo

quản sau thu hoạch. Tuy nhiên, trong quá trình bảo quản sau thu hoạch, cà chua trồng vụ hè hô hấp mạnh mẽ hơn so với cà chua trồng vụ đông (P < 0,05). Đối với cà chua trồng vụ đông, cường độ hô hấp của quả tăng lên đáng kể khi quả ở giai đoạn phát triển (IMG) (0,569 mmol CO<sub>2</sub>/kg.h) đến độ chín 1 (1,100mmol CO<sub>2</sub>/kg.h). Sau đó cường độ hô hấp của quả tiếp tục tăng đột biến và đạt đỉnh hô hấp tại độ chín 3 (1,331mmol CO<sub>2</sub>/kg.h). Từ độ chín 4 trở đi, cường độ hô hấp giảm mạnh và đạt 0,855mmol CO<sub>2</sub>/kg.h ở độ chín 6. Sau đó, cường độ hô hấp của quả ở độ chín 6 giảm mạnh sau 6 ngày bảo quản (ĐC6+6) và gần như không đổi sau 6 ngày bảo quản kết tiếp (ĐC6+12).

Đối với cà chua trồng vụ hè, sự hô hấp đột biến diễn ra ít mạnh mẽ hơn so với cà chua trồng vụ đông. Cụ thể, từ giai đoạn phát triển (IMG) đến độ chín 1, cường độ hô hấp có tăng lên (từ 0,762-0,911mmol CO<sub>2</sub>/kg.h) nhưng không khác

biệt có nghĩa ở mức  $\alpha = 5\%$ . Chuyển sang giai đoạn chín đột biến, cường độ hô hấp tăng lên rõ rệt và đạt giá trị cao nhất tại độ chín 3 (1,220mmol CO<sub>2</sub>/kg.h), sau đó giảm xuống còn 0,855mmol CO<sub>2</sub>/kg.h tại độ chín 6 và tiếp tục giảm dần sau 12 ngày bảo quản (ĐC6+12). Kết quả này có sự tương đồng với nghiên cứu của Van de Poel & cs. (2012) về sự thay đổi cường độ hô hấp. Tuy nhiên do khác biệt về giống cà chua và điều kiện khí hậu, thổ nhưỡng và kỹ thuật canh tác, cà chua giống Bonaparte đạt đỉnh hô hấp đột biến tại độ chín 4. Cường độ hô hấp là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá hoạt động trao đổi chất của tế bào vì năng lượng thu được từ quá trình hô hấp thúc đẩy tất cả các phản ứng hóa sinh trong tế bào. Khi quả cà chua chuẩn bị thành thực sinh lý và bước vào thời kỳ chín, một loạt quá trình trao đổi chất và nhu cầu năng lượng sinh học diễn ra mạnh mẽ, do đó quả phải hô hấp nhiều hơn nhằm cung cấp đủ năng lượng cần thiết cho các quá trình này. Trong khi đó, theo thời gian bảo quản sau thu hoạch, tế bào bị già hóa, vật chất dự trữ trong quả giảm dần, do vậy cường độ hô hấp của quả giảm đi (Brady, 1987).

#### 4. KẾT LUẬN

Kết quả của nghiên cứu này đã chỉ rõ ảnh hưởng của mùa vụ trồng đến chất lượng của cà chua 'Savior' trong giai đoạn phát triển, chín đột biến, và bảo quản sau thu hoạch. Cụ thể, khối lượng của cà chua 'Savior' trồng vụ hè nhỏ hơn so với cà chua vụ đông. Hàm lượng axit hữu cơ tổng số của cà chua trồng vụ hè cao hơn khoảng 1,5 lần so với cà chua trồng vụ đông. Trong khi đó, sự thay đổi về góc màu, độ cứng và hàm lượng chất rắn hòa tan tổng số của cà chua trồng vụ hè không có sự khác biệt rõ rệt so với cà chua trồng vụ đông. Hơn nữa, cà chua trồng vụ hè có cùng xu hướng hô hấp đột biến như cà chua trồng vụ đông và đều đạt đỉnh hô hấp tại độ chín 3 (1,220mmol CO<sub>2</sub>/kg.h đối với quả trồng vụ hè và 1,331mmol CO<sub>2</sub>/kg.h đối với quả trồng vụ đông). Như vậy, thông qua kết quả của nghiên cứu này chúng ta có thể kết luận giống cà chua 'Savior' có khả năng chịu nhiệt tốt, thích ứng với điều kiện khí hậu nắng nóng,

khắc nghiệt của mùa hè, có kiểu hình và chỉ tiêu chất lượng khá tương đồng với cà chua trồng vụ đông. Những nghiên cứu chuyên sâu ở cấp độ phân tử (cấp độ gen và protein) cần được thực hiện để so sánh cơ chế chín của cà chua 'Savior' trồng chính vụ và trái vụ.

#### 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

- Adalid A.M., Roselló S. & Nuez F. (2010). Evaluation and selection of tomato accessions (*Solanum section Lycopersicon*) for content of lycopene,  $\beta$ -carotene and ascorbic acid. *Journal of food composition and analysis*. 23(6): 613-618.
- Brady C.J. (1987). Fruit ripening. *Annual review of plant physiology*. 38: 155-178.
- Bui H.T., Makhlof J. & Ratti C. (2010). Postharvest ripening characterization of greenhouse tomatoes. *International Journal of Food Properties*. 13(4): 830-846.
- Bộ Khoa học và Công nghệ (2020). Nghiên cứu chọn tạo giống cà chua lai năng suất cao, chất lượng tốt phù hợp cho các tỉnh phía Nam. Truy cập từ <https://www.vista.gov.vn/news/ket-qua-nghien-cuu-trien-khai/nghien-cuu-chon-tao-giong-ca-chua-lai-nang-suat-cao-chat-luong-tot-phu-hop-cho-cac-tinh-phia-nam-3591.html>, ngày 15/3/2021.
- Cheng T.S., Floros J.D., Shewfelt R.L. & Chang C.J. (1988). The effect of high-temperature stress on ripening of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). *Journal of plant physiology*, 132(4): 459-464.
- Cổng thông tin - giao tiếp điện tử tỉnh Vĩnh Phúc (2018). Hiệu quả mô hình trồng cà chua ghép trên gốc cà tím ở xã Bạch Lư. Truy cập từ [https://vinhphuc.gov.vn/ct/cms/tintuc/Lists/KyNie mNgayTruyenThong/View\\_detail.aspx?ItemID=9110](https://vinhphuc.gov.vn/ct/cms/tintuc/Lists/KyNie mNgayTruyenThong/View_detail.aspx?ItemID=9110), ngày 19/05/2021.
- FAOSTAT (2021). Growing areas and quantity of tomato in the world. Received from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, on March 15, 2021.
- Giovannoni J.J. (2004). Genetic regulation of fruit development and ripening. *The plant cell*. 16(suppl 1): S170-S180.

- Hertog, M. L., Ben-Arie, R., Róth, E., & Nicolaý, B. M. (2004). Humidity and temperature effects on invasive and non-invasive firmness measures. *Postharvest biology and technology*. 33(1): 79-91.
- Kaur D., Sharma R., Abas Wani A., Singh Gill B. & Sogi D.S. (2006). Physicochemical changes in seven tomato (*Lycopersicon esculentum*) cultivars during ripening. *International Journal of Food Properties*. 9(4): 747-757.
- Lelièvre J.M., Latchè A., Jones B., Bouzayen M. & Pech J.C. (1997). Ethylene and fruit ripening. *Physiologia plantarum*. 101(4): 727-739.
- López Camelo, Andrés F. & Perla A. Gómez. Comparison of color indexes for tomato ripening. *Horticultura Brasileira*. 22(3): 534-537.
- Nardos T., Mohammed A. & Gebreselassie W. (2015). Degradation and formation of fruit color in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in response to storage temperature. *American Journal of Food Technology*. 10(4): 147-157.
- Picton S. & Grierson D. (1988). Inhibition of expression of tomato-ripening genes at high temperature. *Plant, Cell & Environment*. 11(4): 265-272.
- Reid M.S. & Pratt H.K. (1970). Ethylene and the respiration climacteric. *Nature*. 226(5249): 976-977.
- 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.
- Sở NN&PTNT tỉnh Cao Bằng (2019). Quy trình kỹ thuật sản xuất cà chua Savior theo hướng an toàn. Truy cập từ <https://sonongnghiep.caobang.gov.vn/snptnt/1324/32694/83419/653025/> Trong- trot/-Quy-trinh-ky-thuat-san-xuat-ca-chua- Savior- theo-huong-an-toan.aspx, ngày 19/05/2021.
- Tran D.T., Tran T.L.H., Hertog M., Picha D. & Nicolai B. (2017). Quality changes of tomato during fruit development and climacteric ripening. *European Journal of Horticultural Science*. 82(3): 319-325.
- Van de Poel B., Bulens I., Markoula A., Hertog M.L., Dreesen R., Wirtz M., Vandoninck S., Oppermann Y., Keulemans J., Hell R., Waelkens E., De Proft M.P., Sauter M., Nicolai B.M. & Geeraerd A.H. (2012). Targeted systems biology profiling of tomato fruit reveals coordination of the Yang cycle and a distinct regulation of ethylene biosynthesis during postclimacteric ripening. *Plant Physiology*. 160(3): 1498-1514.
- Vu Thi Thuy Duong, Tran Thi Dinh & Tran Thi Lan Huong (2016). Effect of temperature on physiological activities of tomato cv. 'Savior' during postharvest ripening *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*. 14(7): 1075-1081.
- Wang D., Yeats T.H., Uluisik S., Rose J.K. & Seymour G.B. (2018). Fruit softening: revisiting the role of pectin. *Trends in plant science*. 23(4): 302-310.
- Winsor G.W. (1966). Some factors affecting the composition, flavour and firmness of tomatoes. *Scientific Horticulture*. 18: 27-35.