

HIỆU QUẢ PHUN TRƯỚC THU HOẠCH VỚI CANXI CLORUA VÀ AXIT SALIXILIC ĐẾN CHẤT LƯỢNG VÀ TỔN THƯƠNG LẠNH CỦA THANH LONG RUỘT ĐỎ (LĐ1) TRONG QUÁ TRÌNH TRƯỞNG Ở NHIỆT ĐỘ THẤP

Dương Thị Cẩm Nhung¹, Ngô Hùng Vũ¹,
Nguyễn Thị Cẩm Tiên¹, Nguyễn Văn Phong^{1,*}

TÓM TẮT

Tổn thương lạnh là trở ngại lớn đối với trái cây nhiệt đới nói chung và trên thanh long nói riêng trong bảo quản nhiệt độ thấp. Với mục đích nhằm giảm thiểu tổn thương lạnh và kéo dài thời gian bảo quản cho trái thanh long ruột đỏ (LĐ1), khảo sát đánh giá ảnh hưởng của việc phun đơn lẻ trước thu hoạch với CaCl_2 1% (CA) hay salixilic axit 0,1% (SA) và phun kết hợp của canxi clorua (1%) + salixilic 1% (CA+SA) và đối chứng (phun nước) đến chất lượng và tổn thương lạnh của trái thanh long ruột đỏ (LĐ1) trong quá trình bảo quản 35 ngày ở 3°C được thực hiện. Kết quả cho thấy, việc phun với CA hay SA hầu như không ảnh hưởng đến chất lượng của thanh long ruột đỏ (LĐ1) ở thời điểm thu hoạch, ngoại trừ nghiệm thức (CA +SA) giúp cải thiện màu sắc của tai quả và tăng độ chắc thịt của quả so với đối chứng. Quá trình bảo quản ở 3°C cho thấy phun (CA+SA) trước thu hoạch có hiệu quả làm giảm tổn thương lạnh, bệnh thối một cách có ý nghĩa so với các nghiệm thức khác và đối chứng. Ngoài ra, nghiệm thức (CA+SA) cũng cho thấy, hao hụt khối lượng thấp nhất và thông số chất lượng như độ chắc thịt quả, hàm lượng tổng chất rắn hòa tan và axit tổng số được duy trì trong suốt thời gian bảo quản. Do đó, việc xử lý trước thu hoạch trên thanh long bằng phun dung dịch (CA+SA) là một giải pháp hiệu quả làm giảm tổn thương lạnh và duy trì chất lượng và kéo dài thời gian bảo quản thanh long ruột đỏ LĐ1 lên đến 35 ngày ở 3°C.

Từ khóa: *Canxi clorua, salixilic axit, thanh long, tổn thương lạnh, trước thu hoạch.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thanh long là cây ăn quả xuất khẩu có ý nghĩa chiến lược của Việt Nam. Hiện nay, thanh long ruột đỏ (LĐ1) (giống lai bởi Viện Cây ăn quả miền Nam) là một trong những giống thương mại đang được trồng phổ biến, chiếm khoảng 1/3 tổng diện tích sản xuất thanh long ở Việt Nam. Thanh long ruột đỏ (LĐ1) có màu thịt quả đỏ đậm, giàu lycopene, vị ngọt nhưng cấu trúc quả hơi mềm dễ bị thối hỏng và đây được xem là một trong các trở ngại cho việc xuất khẩu tươi. Trữ lạnh ở nhiệt độ thấp có vai trò quan trọng trong việc duy trì chất lượng và thời gian bảo quản thanh long tươi. Nhiệt độ bảo quản tối ưu đối với thanh long ruột đỏ (LĐ1) là 6°C thời gian 28 ngày [1]. Để kéo dài thời

gian bảo quản nhằm đáp ứng nhu cầu xuất khẩu thị trường xa, việc hạ thấp nhiệt độ bảo quản cũng là một trong những biện pháp tiềm năng. Tuy nhiên bảo quản dưới nhiệt độ tối ưu, quả sẽ xuất hiện triệu chứng tổn thương lạnh như tai quả bị héo khô và phần thịt quả bị trong mờ [1], cùng với sự hiện diện của các đốm nâu trên bề mặt vỏ [2].

Salixilic axit được tìm thấy trong mô tế bào thực vật, salixilic axit liên quan đến phản ứng trước sự biến đổi môi trường như chống chịu lạnh [3]. Hiện nay, có rất nhiều nghiên cứu ứng dụng phun salixilic axit hay kết hợp với canxi hoặc một số chế phẩm sinh học khác ở giai đoạn cận thu hoạch với mục đích giảm tổn thương lạnh và duy trì chất lượng quả sau thu hoạch. Theo kết quả nghiên cứu của Miranda và cs (2019) [4], sử dụng dung dịch axit salixilic nồng độ 1,5 mM phun lên quả đào giai đoạn 30 ngày trước thu hoạch giúp duy trì chất

¹ Bộ môn Công nghệ Sinh học, sinh lý, sinh hóa và Công nghệ sau thu hoạch, Viện Cây ăn quả miền Nam

*Email: phongsofri@gmail.com

lượng và thời gian bảo quản đến 30 ngày ở nhiệt độ 1°C. Xoài Amrapali được phun dung dịch SA nồng độ 200 ppm vào thời điểm 7 ngày trước thu hoạch có hiệu quả trong việc làm chậm chín và kéo dài thời gian sử dụng thêm 3 ngày so với đối chứng khi bảo quản ở nhiệt độ 30°C [5]. Một nghiên cứu khác, sử dụng dung dịch SA nồng độ 0,5 mM phun lên quả mận vào thời điểm 1 ngày trước khi thu hoạch có tác dụng duy trì độ chắc, tăng cường các hợp chất chống oxy hóa và tăng thời gian bảo quản quả mận đến 9 ngày ở nhiệt độ 13°C [6].

Canxi là một phần của hệ thống tế bào, có chức năng quan trọng trong việc bảo vệ và tăng tính vững chắc của mô tế bào giúp tăng khả năng kháng bệnh, kéo dài thời gian bảo quản [7]. Trần Thị Bích Vân và cs (2016) [8] cho rằng, việc sử dụng CaCl_2 nồng độ 2,0-4,0% phun qua lá giai đoạn sau khi nở hoa 8 tuần có tác dụng làm giảm tỷ lệ nứt quả chôm chôm Rongrien 1,7 - 2,2 lần, đồng thời làm giảm tỷ lệ rò rỉ ion $1,62 - 1,73$ lần so với đối chứng. Lê Văn Hòa và cs (2012) [9] cũng đã chứng minh sử dụng dung dịch CaCl_2 5% phun lên mận An Phước thời điểm 10 và 20 ngày trước thu hoạch duy trì được phẩm chất trái tốt hơn nghiệm thức đối chứng, đồng thời giúp duy trì độ cứng thịt quả, độ Brix và hàm lượng vitamin C và giảm tỷ lệ nấm bệnh sau thu hoạch đến 9 ngày. Desai và cs (2017) [10] kết luận rằng, phun CaCl_2 nồng độ 2% lên sa pô trước thu hoạch 1 tháng cũng giúp duy trì chất lượng đến 12 ngày bảo quản ở nhiệt độ phòng. Xử lý kết hợp CaCl_2 và SA nhằm cải thiện hệ thống kháng bệnh của mô tế bào giúp tăng độ chắc, giảm hao hụt khối lượng và thối quả, duy trì chất lượng quả sơn trà đến 18 ngày nhiệt độ phòng [11].

Xuất phát từ các vấn đề trên, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả của việc phun trước với CaCl_2 và salixilic axit đến chất lượng và khả năng giảm tổn thương lạnh của thanh long ruột đỏ (LD1) trong quá trình tồn trữ nhiệt độ thấp (3°C).

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

- Vườn thanh long ruột đỏ (LD1) 7 năm tuổi thuộc xã Quơn Long, huyện Chợ Gạo, tỉnh Tiền

Giang. Thời gian thực hiện: Từ tháng 7 đến tháng 11 năm 2022.

- Thiết bị, dụng cụ: Máy đo màu Konica Minolta -Cr 400 (Nhật Bản), máy đo cấu trúc quả GUSS-15 (Đức), dụng cụ đo độ rò rỉ màng tế bào Milwaukee (Rumani), dụng cụ đo độ Brix kỹ thuật số ATAGO (Nhật Bản), thang độ: 0 - 53%.

- Hóa chất: Hóa chất dùng xử lý trước thu hoạch salixilic axit (SA), canxi clorua (CaCl_2), hóa chất phân tích: NaOH, manitol và các hóa chất cần thiết khác. Các hóa chất được cung cấp bởi Công ty TNHH Garnet.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Xử lý trước thu hoạch trên vườn

Thí nghiệm được bố trí theo kiểu khối đầy đủ hoàn toàn ngẫu nhiên, 4 nghiệm thức, 4 lần lặp lại, mỗi lần lặp lại 6 trụ thanh long. Dung dịch dùng để phun lên thanh long giai đoạn trước thu hoạch gồm các nghiệm thức: Đối chứng: phun nước (ĐC); 1% (w/v) canxi clorua (CA); 0,1% (w/v) salixilic axit (SA); 1% (w/v) canxi clorua + 0,1% (w/v) salixilic axit (CA+SA). Các nghiệm thức đều được phun 2 lần (2 tuần và 1 tuần trước thu hoạch), phun đều trên quả và cành mang quả.

2.2.2. Thu hoạch và bảo quản

Thanh long thu hoạch độ chín thương mại từ vườn thí nghiệm được vận chuyển đến Phòng thí nghiệm thuộc Bộ môn Công nghệ Sinh học, sinh lý, sinh hóa và Công nghệ sau thu hoạch, Viện Cây ăn quả miền Nam. Quả được chia 2 phần, phần 1: quả tương ứng mỗi nghiệm thức xử lý dùng phân tích các chỉ tiêu chất lượng tại thời điểm thu hoạch gồm khối lượng quả, màu sắc vỏ, tai và thịt quả, độ chắc thịt quả, hàm lượng tổng chất rắn hòa tan và axit tổng số; phần 2: quả được dùng bảo quản phải chọn đồng đều về kích thước, màu sắc, không bị sâu, bệnh và tổn thương cơ học. Quả được rửa trong nước sạch và nhúng trong dung dịch chlorine nồng độ 200 ppm trong 2 phút và rửa lại bằng nước, làm khô bằng quạt. Sau đó quả được cho vào bao PE (40 x 60 cm) đục 6 lỗ (đường kính 1 cm) với 6 quả/bao. Cuối cùng, cho vào thùng carton bảo quản ở nhiệt độ 3°C. Thí nghiệm thực hiện 4 lần lặp lại mỗi lần lặp lại 1 thùng (1 thùng 6 quả). Ứng với thời điểm 21 ngày và 35 ngày bảo

quả, quả được lấy ra đánh giá tỷ lệ tổn thương lạnh, mức độ tổn thương lạnh và tỷ lệ rò rỉ màng tế bào, tỷ lệ bệnh, mức độ bệnh, hao hụt khối lượng và các thông số chất lượng như độ chắc thịt quả, hàm lượng tổng chất rắn hòa tan và axit tổng số.

2.3. Phương pháp phân tích

2.3.1. Các thông số chất lượng quả tại thời điểm thu hoạch

Khối lượng quả: Cân từng quả sử dụng cân điện tử 2 số lẻ; màu sắc vỏ, tai và thịt quả (giá trị L^* , a^* , b^*), độ chắc thịt quả (kg/cm^2), hàm lượng tổng chất rắn hòa tan (%); hàm lượng axit tổng số (%): Xác định bằng phương pháp chuẩn độ với dung dịch NaOH 0,1 N, với chất chỉ thị phenolphthalein 1% [12].

2.3.2. Đánh giá tổn thương lạnh và chất lượng quả trong quá trình bảo quản

Tỷ lệ tổn thương lạnh (%): Tỷ lệ phần trăm số quả tổn thương lạnh so với tổng số quả quan sát; mức độ tổn thương lạnh: Được đánh giá theo thang điểm (0 - 4) quan sát sự xuất hiện đốm nâu trên diện tích bề mặt quả theo nghiên cứu của Nguyen và cs (2018) [1] có sửa đổi nhỏ, với 0 (không xuất hiện tổn thương lạnh); 1 (<10% diện tích bề mặt tổn thương lạnh); 2 (11- ≤ 25%); 3 (26 < - ≤ 50%); và 4 (>51% diện tích bề mặt tổn thương

lạnh). Độ rò rỉ ion của màng tế bào (EL): Được xác định bằng tỷ lệ phần trăm tính thấm màng tế bào sử dụng dung dịch manitol 0,3 M [13].

Tỷ lệ bệnh (%): Tỷ lệ phần trăm số quả bệnh so với tổng số quả quan sát. Mức độ bệnh (0 - 4 điểm): Được đánh giá dựa trên diện tích bề mặt quả bị nhiễm bệnh gây thối hỏng, với 0 (không nhiễm bệnh); 1 (<10% diện tích bị nhiễm bệnh); 2 (11- ≤ 25%); 3 (26 < - ≤ 50%); và 4 (>51% diện tích bị nhiễm bệnh) [1].

Hao hụt khối lượng (%): Được xác định bằng tỷ lệ phần trăm giữa khối lượng ban đầu và khối lượng trong bảo quản. Độ chắc thịt quả, hàm lượng tổng chất rắn hòa tan và axit tổng số cũng được phân tích trong suốt quá trình bảo quản.

2.4. Xử lý số liệu

Tất cả các số liệu được phân tích thống kê ANOVA và so sánh theo phép thử LSD ở mức ý nghĩa $p < 0,05$ bằng phần mềm SAS 9.1.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Các thông số chất lượng của quả ở thời điểm thu hoạch

3.1.1. Màu sắc vỏ, tai và thịt quả của thanh long ruột đỏ (LD1)

Bảng 1. Ảnh hưởng xử lý CA và SA trước thu hoạch đến màu sắc vỏ, tai và thịt quả của thanh long ruột đỏ (LD1) tại thời điểm thu hoạch

Nghiệm thức	Màu vỏ			Màu tai			Màu thịt		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
ĐC	47,16	11,07	21,40 b	48,40 a	-13,90 a	27,82 ab	24,18	33,70	4,76
CA	46,42	10,21	22,82 a	46,50 b	-14,02 a	26,73 b	23,20	32,11	4,66
SA	46,38	11,44	21,42 b	48,38 a	-14,52 b	28,81 a	23,32	30,97	3,31
CA+SA	46,81	10,81	22,42 ab	47,61 ab	-15,53 c	28,66 a	23,68	32,53	4,37
Mức ý nghĩa	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns
CV (%)	0,95	8,23	3,26	1,78	1,73	2,57	3,49	5,05	8,90

Ghi chú: Bảng 1, 2, 3, 4 và 5 các giá trị trên cùng một cột có các chữ cái đứng sau không cùng ký tự thì khác biệt ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$); “*”: khác biệt có ý nghĩa thống kê; “ns”: khác biệt không có ý nghĩa thống kê.

Màu sắc vỏ, tai và thịt quả thanh long đánh giá thông qua giá trị L^* , a^* , b^* , kết quả được ghi nhận ở bảng 1. Kết quả cho thấy, các giá trị L^* a^* b^* màu vỏ dao động tương ứng 46 - 47, 10 - 11, 21 - 22 và giá trị L^* a^* b^* màu thịt quả tương ứng 23-24, 30 - 33, 3 - 4, tuy nhiên các giá trị này không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức xử lý và đối chứng. Điều này có nghĩa rằng, các xử lý trước thu hoạch không làm ảnh hưởng màu sắc vỏ và thịt quả thanh long ruột đỏ. Tuy nhiên, có sự khác biệt có ý nghĩa về mật thống kê được tìm thấy kết quả ở màu tai ghi nhận giá trị a^* . Giá trị a^* cao nhất (-15,53) ở nghiệm thức CA + SA, tiếp đến là SA (-14,52) khác biệt so với nghiệm thức CA và đối chứng ($p < 0,05$). Nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng ứng dụng SA trước thu hoạch cải thiện quá trình quang hợp tăng hàm lượng chlorophyll (diệp lục tố) trên hệ [14]. Trong nghiên cứu này, nghiệm thức CA + SA có giá trị a^* tăng (biến thiên sắc xanh lá) điều này có thể do SA làm tăng quá trình tổng hợp chlorophyll diễn ra trong tai quả làm cho tai quả xanh hơn. Như vậy việc xử lý kết hợp CA + SA có hiệu quả tác động lên màu sắc xanh tai quả thanh long. Màu xanh tai quả một trong những dấu hiệu quan trọng đánh giá thời gian bảo quản quả thanh long, cần được duy trì sắc xanh trong suốt quá trình tồn trữ.

3.1.2. Khối lượng quả, độ chắc thịt quả, hàm lượng tổng chất rắn hòa tan và axit tổng số của thanh long (LD1)

Bảng 2. Ảnh hưởng xử lý CA và SA trước thu hoạch đến khối lượng quả, độ chắc thịt quả, hàm lượng tổng chất rắn hòa tan và hàm lượng axit tổng số của thanh long (LD1) tại thời điểm thu hoạch

Nghiệm thức	Khối lượng quả (g)	Độ chắc thịt quả (kg/cm ²)	TSS (%)	TA (%)
ĐC	596,40	0,66 b	14,76 a	0,16
CA	558,51	0,67 b	13,23 b	0,17
SA	602,87	0,60 c	14,73 a	0,15
CA+SA	625,18	0,71 a	14,86 a	0,14
Mức ý nghĩa	ns	*	*	ns
CV (%)	6,94	3,10	3,40	11,81

Khối lượng quả có giá trị trung bình cao nhất 625,18 g ở nghiệm thức xử lý CA + SA, tiếp đến là nghiệm thức SA (602,87 g), tuy nhiên các giá trị này không có sự khác biệt có ý nghĩa so với CA và ĐC (Bảng 2). Điều này có nghĩa việc xử lý CA hay SA giai đoạn trước thu hoạch không ảnh hưởng đến khối lượng quả. Độ chắc thịt quả có giá trị cao nhất (0,71 kg/cm²) được ghi nhận ở nghiệm thức CA + SA khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại và ĐC. Xử lý trước thu hoạch làm tăng độ chắc là kết quả mong đợi nhằm kéo dài thời gian bảo quản thanh long ruột đỏ. Trong thí nghiệm này CA + SA có hiệu quả làm tăng độ chắc quả thanh long sau thu hoạch. Kết quả tương tự cũng được tìm thấy khi phun CA và SA giai đoạn trước thu hoạch có hiệu quả cải thiện độ chắc quả táo tàu [15].

Các thông số về chất lượng như hàm lượng TSS và TA có sự biến đổi nhỏ giữa các nghiệm thức xử lý. Hàm lượng TSS thanh long tại thời điểm thu hoạch có giá trị cao nhất (14,86) ở nghiệm thức CA + SA khác biệt có ý nghĩa so với CA, nhưng không khác biệt so với SA và ĐC. Đối với hàm lượng TA, giá trị trung bình dao động 0,14 - 0,17% và không có sự khác biệt có ý nghĩa về mật thống kê giữa các nghiệm thức xử lý (Bảng 2). Thanh long là quả không có đột biến hô hấp, xử lý trước thu hoạch không ảnh hưởng đến TSS và TA, kết quả tương tự cũng được chứng minh bởi Chang (2021) [16].

3.2. Đánh giá tổn thương lạnh và chất lượng quả trong quá trình bảo quản

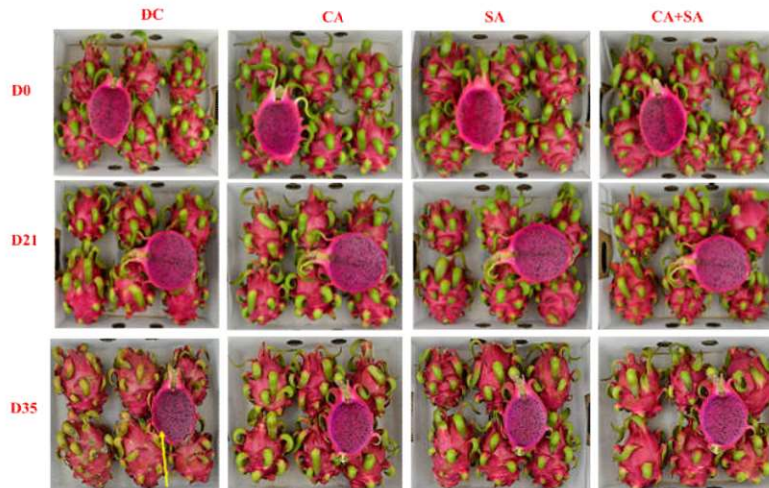
3.2.1. Tỷ lệ tổn thương lạnh, chỉ số tổn thương lạnh và độ rò rỉ màng tế bào

Tổn thương lạnh là một trong những triệu chứng thường gặp đối với trái cây nhiệt đới bao gồm cả thanh long khi bảo quản nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ tối ưu. Kết quả các giá trị về tỷ lệ quả tổn thương lạnh, chỉ số tổn thương lạnh và độ rò rỉ màng tế bào trong suốt quá trình bảo quản nhiệt độ 3°C được ghi nhận ở bảng 3. Kết quả cho thấy, tất cả nghiệm thức xử lý CA hay SA phun giai đoạn trước thu hoạch có hiệu quả làm giảm tỷ lệ tổn thương lạnh, chỉ số tổn thương lạnh và độ rò rỉ màng tế bào EL, khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê so với ĐC ($p < 0,05$). Ở thời điểm 21 ngày, thanh long ở các nghiệm thức có xử lý phun CA, SA đơn lẻ hay kết hợp chưa xuất hiện triệu chứng tổn thương lạnh, trong khi thanh long ở nghiệm thức ĐC có 16,67% quả bị tổn thương lạnh với độ rò rỉ màng tế bào EL cao nhất 35,15% và chỉ số tổn thương lạnh 0,33 điểm. Sang đến ngày thứ 35, tất cả các nghiệm thức đều xuất hiện tổn thương lạnh, tuy nhiên nghiệm thức xử lý trước thu hoạch làm giảm tỷ lệ quả bị tổn thương lạnh và chỉ số tổn thương lạnh so với ĐC. Trong số các nghiệm thức,

SA+CA có giá trị EL thấp nhất là 29,06% cùng với tỷ lệ tổn thương lạnh và chỉ số tổn thương lạnh thấp nhất tương ứng là 11,11% và 0,22 điểm. Trong khi đó nghiệm thức ĐC có tỷ lệ tổn thương lạnh lên đến 44,44% với mức độ 1,78 điểm, với hình dáng bên ngoài đánh giá không tươi, tai quả vàng, trên bề mặt quả xuất hiện vết nâu nhạt, màu thịt quả đỏ sậm với lớp trong mờ xuất hiện gần lớp vỏ (Hình 1). Kết quả này tương tự nghiên cứu trước đây trên thanh long ruột đỏ (LD1) khi bảo quản nhiệt độ thấp 2°C [1]. Tuy nhiên, trong nghiên cứu ngày sử dụng CaCl_2 và salixilic axit phun vào giai đoạn trước thu hoạch có hiệu quả làm giảm tổn thương quả giai đoạn sau thu hoạch. Điều này có thể giải thích do canxi có vai trò làm tăng tính vững chắc và tính toàn vẹn cấu trúc của màng tế bào bằng cách liên kết với các nhóm cacboxyl của pectic homogalacturonan [17], [18]. Ngoài ra, SA có tác dụng bảo vệ màng tế bào chống chịu tổn thương lạnh thông qua việc làm giảm hoạt động các enzym oxy hóa lipid màng tế bào và tăng cường các hợp chất chống oxy hóa [19]. Do đó việc phun xử lý kết hợp CaCl_2 + SA trên thanh long giai đoạn trước thu hoạch cải thiện và tăng cường hệ thống chống chịu lạnh của vỏ cao hơn các nghiệm thức khác.

Bảng 3. Ảnh hưởng xử lý CA và SA trước thu hoạch đến tỷ lệ tổn thương lạnh, chỉ số tổn thương lạnh và độ rò rỉ màng tế bào của thanh long ruột đỏ LD1 bảo quản ở 3°C

Nghiệm thức	EL (%)		Tỷ lệ tổn thương lạnh (%)		Mức độ tổn thương lạnh (0-4 điểm)	
	21 ngày	35 ngày	21 ngày	35 ngày	21 ngày	35 ngày
ĐC	35,15 a	39,55 a	16,67 a	44,44 a	0,33 a	1,78 a
CA	29,39 b	32,01 b	0,00 b	22,22 b	0,00 b	0,89 ab
SA	28,81 b	31,85 b	0,00 b	16,67 b	0,00 b	0,55 c
CA+SA	28,58 b	29,06 c	0,00 b	11,11 b	0,00 b	0,22 c
Mức ý nghĩa	*	*	*	*	*	*
CV (%)	3,36	4,51	19,98	15,29	20,10	24,45



Hình 1. Ảnh hưởng xử lý CA và SA trước thu hoạch đến hình dáng bên ngoài và màu thịt quả thanh long ruột đỏ (LD1) sau 21 ngày (21D) và 35 ngày (35D) bảo quản ở 3°C

3.2.2. Tỷ lệ bệnh và mức độ bệnh

Kết quả ở bảng 4 cho thấy, thanh long bảo quản ở 3°C tại thời điểm đánh giá 21 ngày tất cả các nghiệm thức xử lý và ĐC chưa xuất hiện bệnh. Sang đến ngày 35, tất cả các nghiệm thức đã xuất hiện bệnh với những tỷ lệ và mức độ khác nhau. Tuy nhiên, các nghiệm thức xử lý trước thu hoạch làm giảm tỷ lệ bệnh và mức độ bệnh, khác biệt có ý nghĩa thống kê so với đối chứng ($p < 0,05$). Nghiệm thức xử lý kết hợp phun CA + SA có tỷ lệ bệnh thấp nhất 5,55% và mức độ bệnh 0,22 điểm,

tiếp đến là SA với tỷ lệ bệnh và mức độ bệnh tương ứng 11,11% và 0,55 điểm. Trong khi đó nghiệm thức ĐC có tỷ lệ bệnh và mức độ bệnh tương ứng 33,33% và 2,44 điểm. Như vậy, phun CA + SA giai đoạn trước thu hoạch có hiệu quả làm giảm tỷ lệ bệnh xuống 6 lần so với đối chứng sau 35 ngày bảo quản 3°C. Kết quả tương tự cũng được tìm thấy khi xử lý phun canxi kết hợp salixilic axit trước thu hoạch giúp giảm tỷ lệ bệnh trên quả chà là trong quá trình bảo quản [20].

Bảng 4. Ảnh hưởng xử lý CA và SA trước thu hoạch đến tỷ lệ bệnh và mức độ bệnh của thanh long ruột đỏ (LD1) bảo quản ở 3°C

Nghiệm thức	Tỷ lệ bệnh (%)		Mức độ bệnh (0 - 4 điểm)	
	21 ngày	35 ngày	21 ngày	35 ngày
ĐC	-	33,33 a	-	2,44 a
CA	-	22,22 ab	-	1,33 b
SA	-	11,11 bc	-	0,55 bc
CA+SA	-	5,55 c	-	0,22 c
Mức ý nghĩa		*		*
CV (%)		26,15		21,39

3.2.3. Hao hụt khối lượng, độ chắc thịt quả, hàm lượng tổng chất rắn hòa tan và axit tổng số

Trong quá trình bảo quản thanh long tươi, quả vẫn tiếp tục hô hấp, mất nước dẫn đến hao hụt khối lượng và ảnh hưởng độ chắc thịt quả. Thanh long được xử lý trước thu hoạch làm giảm hao hụt

khối lượng và duy trì độ chắc quả và có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) trong suốt quá trình bảo quản (Bảng 5). Hao hụt khối lượng ở tất cả nghiệm thức tăng theo thời gian bảo quản, tuy nhiên nghiệm thức xử lý trước thu hoạch có hiệu quả làm giảm hao hụt khối lượng so với ĐC, trong

đó nghiệm thức xử lý CA + SA thấp hơn 3,95 lần so với ĐC sau 21 ngày bảo quản và thấp hơn 3,61 lần sau 35 ngày bảo quản ở 3°C. Độ chắc thịt quả có sự thay đổi nhẹ trong quá trình bảo quản. Các nghiệm thức xử lý SA và CA + SA duy trì độ chắc cao hơn so CA và ĐC. Sau 35 ngày bảo quản 3°C độ chắc nghiệm thức xử lý CA + SA có giá trị cao nhất là 0,89 kg/cm². SA được biết có tác dụng ức chế các enzym phân hủy thành tế bào làm mềm quả như pectin methyl esterase, polygalacturonase và xenluloza [21], canxi có vai trò làm tăng tính vững chắc cấu trúc của màng tế bào. Do đó, thanh long xử lý kết hợp các dung dịch này làm cho màng tế bào trở nên vững chắc, giảm hoạt động của enzym làm mềm quả vì thế duy trì độ chắc cao hơn các nghiệm thức khác. Kết quả này tương tự với nghiên cứu của Shanbehpour và cs (2020) [15], theo đó việc sử dụng CA hay SA phun giai đoạn trước thu hoạch có hiệu quả làm giảm hao hụt khối lượng và duy trì độ chắc cho quả táo tàu lên đến 30 ngày bảo quản 5°C.

Hàm lượng TSS và TA là chỉ tiêu đánh giá chất lượng và thời gian bảo quản. Nhìn chung hàm lượng TSS tăng nhẹ và giá trị TA thay đổi không đáng kể trong suốt quá trình bảo quản ở nhiệt độ 3°C (Bảng 5). Hàm lượng TSS tại thời điểm đánh giá 21 ngày ở nghiệm thức CA có giá trị thấp nhất

Bảng 5. Ảnh hưởng xử lý CA và SA trước thu hoạch đến hao hụt khối lượng, độ chắc thịt quả, hàm lượng tổng chất rắn hòa tan và hàm lượng axit tổng số của thanh long ruột đỏ LD1 bảo quản ở 3°C

Nghiệm thức	Hao hụt khối lượng (%)		Độ chắc thịt quả (kg/cm ²)		TSS (%)		TA (%)	
	21 ngày	35 ngày	21 ngày	35 ngày	21 ngày	35 ngày	21 ngày	35 ngày
ĐC	0,91 a	2,41 a	0,76 b	0,77 ab	14,66 a	14,73 a	0,20	0,28 ab
CA	0,44 b	1,39 b	0,77 b	0,70 b	12,83 b	13,90 b	0,22	0,29 a
SA	0,28 c	0,60 c	0,79 b	0,82 ab	14,36 a	14,60 a	0,22	0,23 c
CA+SA	0,23 c	0,59 c	0,87 a	0,89 a	14,26 a	14,80 a	0,22	0,25 cb
Mức ý nghĩa	*	*	*	*	*	*	ns	*
CV (%)	19,68	15,69	19,68	15,69	3,62	1,44	18,46	7,01

4. KẾT LUẬN

Thanh long được xử lý trước thu hoạch bằng cách phun 2 lần (thời điểm 2 và 1 tuần trước thu hoạch) bằng dung dịch CA+SA có tác dụng cải thiện màu sắc tại quả, độ chắc và chất lượng quả

(12,83) khác biệt có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại. Sang đến ngày 35, nghiệm thức CA + SA có giá trị 14,80 cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức CA nhưng không khác biệt so với các nghiệm thức còn lại. Ở thời điểm đánh giá 21 ngày giá trị TA trung bình dao động 0,20 - 0,22%, kết quả ghi nhận không có sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức xử lý. Sau 35 ngày bảo quản giá trị TA tăng lên, trung bình dao động 0,23 - 0,29%, trong đó nghiệm thức SA có giá trị thấp nhất (0,23%) khác biệt có ý nghĩa so với CA và ĐC nhưng không khác biệt so với CA + SA.

Sự thay đổi hàm lượng TSS và TA chủ yếu liên quan đến quá trình hô hấp. Trong quá trình bảo quản quả tiếp tục hô hấp sử dụng chất đường và axit hữu cơ để duy trì sự sống làm cho quả bị mất nước và các hàm lượng này giảm dần. Tuy nhiên xử lý SA hay CA + SA trước thu hoạch có hiệu quả làm giảm hao hụt khối lượng, duy trì độ chắc cũng như làm chậm quá trình trao đổi chất, do đó duy trì hàm lượng TSS và TA. Kết quả tương tự cũng được tìm thấy trên quả xoài khi sử dụng dung dịch salixilic axit trước thu hoạch có hiệu quả duy trì hàm lượng TSS và TA trong quá trình bảo quản [5].

giai đoạn sau thu hoạch. Thanh long được phun với dung dịch này có hiệu quả làm giảm tỷ lệ bệnh xuống còn 5,55% và tỷ lệ tổn thương lạnh 11,11% với mức độ tổn thương lạnh 0,22 điểm sau 35 ngày bảo quản ở 3°C. Ngoài ra, màu sắc xanh tại quả, màu thịt quả và chất lượng (độ chắc, hàm lượng

tổng chất rắn hòa tan và axit tổng số) được duy trì lên đến 35 ngày bảo quản 3°C.

Có thể áp dụng phun dung dịch kết hợp CA+SA giai đoạn trước thu hoạch nhằm làm giảm tổn thương lạnh và tỷ lệ bệnh, duy trì chất lượng và kéo dài thời gian bảo quản quả thanh long ruột đỏ LD1 trong quá trình tồn trữ nhiệt độ thấp.

Cần khảo sát quy mô thực nghiệm trước khi đưa vào áp dụng với quy mô thương mại.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyen, N. V. P., Tung, T., Clark, C. J., & Woolf, A. B. (2018). Effect of storage temperature and low temperature conditioning on quality and chilling injury of "LD1" red fleshed dragon fruit. *Acta Horticulturae*, 1213 (2003), 123 - 128.
2. Jiang, Y. L., Chen, L. Y., Lee, T. C., & Chang, P. T. (2020). Improving postharvest storage of fresh red-fleshed pitaya (*Hylocereus polyrhizus* sp.) fruit by pre-harvest application of CPPU. *Scientia Horticulturae*, 273(April), 109646.
3. Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M., & Ahmad, A. (2010). Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and Experimental Botany*, 68(1), 14-25.
4. Miranda, J., de Andrade, S. B., Schiavon, A. V., Lemos, P. L. P. K., Lima, C. S. M., & Malgarim, M. B. (2019). Pre-harvest application of salicylic acid influence physicochemical and quality characteristics of "Chimarrita" peaches during cold storage. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 31(1), 46-52.
5. Reddy Vijay Rakesh, S., Sharma, R. R., Srivastav, M., & Kaur, C. (2016). Effect of pre-harvest application of salicylic acid on postharvest behaviour of 'Amrapali' mango fruits during storage. *Indian Journal of Horticulture*, 73(3), 405-409.
6. Supapvanich, S., Mitsang, P., & Youryon, P. (2017). Preharvest salicylic acid application maintains physicochemical quality of 'Taaptimjaan' wax apple fruit (*Syzygium samarangense*) during short-term storage. *Scientia Horticulturae*, 215, 178-183.
7. Goutam, M., Dhaliwal, H. S., & Mahajan, B. V. C. (2010). Effect of pre-harvest calcium sprays

on post-harvest life of winter guava (*Psidium guajava* L.). *Journal of Food Science and Technology*, 47(5), 501-506.

8. Trần Thị Bích Vân, Lê Bảo Long và Nguyễn Bảo Vệ (2016). Ảnh hưởng của canxi clorua phun qua lá đến hiện tượng nứt trái, năng suất và phẩm chất chôm chôm Rongrien (*Nephelium lappaceum* Linn). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 45b: 93-100.

9. Lê Văn Hòa, Lê Thị Diệu Xuân, Phạm Thị Phương Thảo và Nguyễn Hoàng Sơn (2012). Ảnh hưởng của CaCl₂, ethephon, KNO₃ và số lần xử lý trước thu hoạch đến phẩm chất trái mận An Phước (*Syzygium samarangense* (blume) Merr & Perry). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 24b: 8-17.

10. Desai, V.N., Satodiya, B. N., & Desai, A. B. (2017). Response of pre-harvest spraying treatments of chemicals and plant growth regulators on post-harvest losses and quality attributes of sapota [*Manilkara achras* (Mill.) Forsberg] Fruits cv. Kalipatti. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(9), 3518-3524.

11. Mostafa, Y. S., & Sultan, M. Z. (2018). Calcium chloride combined with antioxidants increases keeping quality and limits postharvest decay of loquat fruit. *Acta Horticulturae*, 1194(March), 157-164.

12. AOAC (2005). Official Methods of Analysis (18th Ed.), Association of Official Analytical Chemists, Virginia, U.S.A.

13. Gonz, G. A., & Mart, M. A. (2004). Methyl jasmonate treatments reduce chilling injury and activate the defense response of guava fruits. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 313, 694-701.

14. Wang, C., Zhang, J., Xie, J., Yu, J., Li, J., Lv, J., & Gao, Y. (2022). Effects of preharvest methyl jasmonate and salicylic acid treatments on growth, quality, volatile components, and antioxidant systems of Chinese Chives, 12 (January), 1-15.

15. Shanbehpour, F., Rastegar, S., & Ghasemi, M. (2020). Effect of preharvest application of

calcium chloride, putrescine, and salicylic acid on antioxidant system and biochemical changes of two Indian jujube genotypes. *Journal of Food Biochemistry*, 44(11), 1–13.

16. Chang, P. T. (2021). Effect of preharvest application of CPPU and perforated packaging on the postharvest quality of red-fleshed pitaya (*Hylocereus polyrhizus* sp.) fruit. *Horticulturae*, 7(8).

17. Kaushik, L., Kumar, R., Reddy, D. K., & Kaushik, P. (2021). Effect of Pre-harvest Calcium Chloride and Salicylic Acid Spray on Morphological and Biochemical Traits of Guava (*Psidium guajava*). *BioRxiv*.

18. Chuni, S. H., Awang, Y., & Mohamed, M. T. M. (2010). Cell wall enzymes activities and quality of calcium treated fresh-cut red flesh dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *International Journal of Agriculture and Biology*, 12(5), 713-718.

19. Aghdam, M. S., & Bodbodak, S. (2013). Physiological and biochemical mechanisms regulating chilling tolerance in fruits and vegetables under postharvest salicylates and jasmonates treatments. *Scientia Horticulturae*, 156, 73–85.

20. Ahmed, Z. F. R., Kaur, N., Maqsood, S., & Schmeda-Hirschmann, G. (2022). Preharvest Applications of Chitosan, Salicylic Acid, and Calcium Chloride Have a Synergistic Effect on Quality and Storability of Date Palm Fruit (*Phoenix dactylifera* L.). *HortScience*, 57(3), 422-430.

21. Khademi, O., Ashtari, M., & Razavi, F. (2019). Effects of salicylic acid and ultrasound treatments on chilling injury control and quality preservation in banana fruit during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 249(February), 334–339. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.02.018>

EFFICACY OF PREHARVEST SPRAYING OF CALCIUM CHLORIDE AND SALICYLIC ACID ON QUALITY AND CHILLING INJURY OF RED-FLESHED DRAGON FRUIT (LĐ1) DURING LOW TEMPERATURE STORAGE

Duong Thi Cam Nhung, Ngo Hung Vu,
Nguyen Thi Cam Tien, Nguyen Van Phong

Summary

Chilling injury is a major problem for tropical fruits in general and dragon fruit in particular during cold storage. With the aim of minimizing chilling injury and prolonging the storage life of red-fleshed dragon fruit (LĐ1), an investigation evaluated the effects of single pre-harvest spraying with 1% CaCl_2 (CA) or salicylic acid 0.1% (SA) and combined spray of calcium chloride (1%) + salicylic 1% (CA+SA) and water (control) on the quality and chilling injury of red-fleshed dragon fruit (LĐ1) during storage at 3°C for 35 days was performed. The results showed that spraying with CA or SA almost did not affect to quality of red-fleshed dragon fruit (LĐ1) at harvest time, except treatment (CA+SA) improved bract color and flesh firmness compared to the control. The storage at 3°C showed that the pre-harvest spray (CA + SA) treatment effectively reduced chilling injury, rot disease significantly compared to other treatments and control. In addition, treatment (CA+SA) also showed the lowest weight loss and quality parameters such as fruit firmness, total dissolved solids and total acidity were maintained throughout the storage period. Therefore, preharvest treatment with combination of CA+SA are an excellent alternative for controlling the chilling injury, preserving quality and extending the shelf-life of LĐ1 red-fleshed dragon fruit up to 35 days at 3°C.

Keywords: *Calcium chloride, chilling injury, dragon fruit, pre-harvest, salicylic acid.*

Người phản biện: TS. Nguyễn Minh Nam

Ngày nhận bài: 01/3/2023

Ngày thông qua phản biện: 31/3/2023

Ngày duyệt đăng: 7/4/2023