

ẢNH HƯỞNG CỦA QUÁ TRÌNH XỬ LÝ NHIỆT KẾT HỢP CHẤT BẢO QUẢN CITREX ĐẾN CHẤT LƯỢNG VÀ THỜI GIAN TỒN TRỮ TRÁI NHẪN TIÊU DA BÒ (*Dimocarpus longan* Lour.)

• Phan Thị Ngọc Hạnh^(*), Dương Thị Cẩm Nhung^(**)

Tóm tắt

Nghiên cứu được thực hiện trên cơ sở khảo sát các yếu tố ảnh hưởng, bao gồm: nhiệt độ và thời gian xử lý nhiệt (45 ÷ 49°C trong 2 ÷ 6 phút); ảnh hưởng của pH dung dịch citrex và thời gian nhúng (pH = 3,1 ÷ 3,5 trong 2 ÷ 6 phút) đến chất lượng và khả năng tồn trữ của nhãn tiêu da bò trong quá trình trữ lạnh ở 5°C. Kết quả nghiên cứu cho thấy nhãn tiêu da bò sau thu hoạch có thể duy trì chất lượng và khả năng bảo quản đến 28 ngày khi nhãn được xử lý kết hợp bằng cách nhúng nước nóng ở 47°C trong 4 phút sau đó nhúng trong dung dịch citrex 0,5% (pH 3,3) trong 2 phút và tồn trữ ở 5°C trong bao bì PP.

Từ khóa: nhãn tiêu da bò, bảo quản sau thu hoạch, xử lý nhiệt, citrex.

1. Đặt vấn đề

Nhãn (*Dimocarpus longan* Lour.) là cây ăn quả nhiệt đới và cận nhiệt đới, có nguồn gốc từ Ấn Độ và được trồng phổ biến ở các nước như: Trung Quốc, Thái Lan, Việt Nam... Trong đó, Thái Lan và Việt Nam là hai nhà xuất khẩu nhãn chính yếu [4]. Ở Việt Nam, nhãn tiêu da bò được trồng với diện tích lớn trên cả hai miền Nam và Bắc và là giống chủ lực cho xuất khẩu. Tuy nhiên, nhãn sản xuất trong nước chủ yếu cho tiêu thụ tươi và chịu thất thoát lớn sau thu hoạch do đặc điểm dễ hư hỏng bởi sự hóa nâu và bệnh thối phát triển. Nhiều năm qua, biện pháp xử lý nhãn sau thu hoạch với SO₂ được đánh giá là hiệu quả trong việc giải quyết các vấn đề trên. Tuy nhiên, hiện nay một số nước đã hạn chế sử dụng SO₂ để bảo quản rau trái do lo ngại về dư lượng sulfur và vấn đề ô nhiễm môi trường [1], [7]. Do vậy, biện pháp này đang bị hạn chế sử dụng và có nguy cơ bị cấm sử dụng bởi nhiều quốc gia.

Trong các nghiên cứu nhằm tìm các biện pháp mới kiểm soát sự hóa nâu thay thế biện pháp xông SO₂, đã có các nghiên cứu cho thấy việc xử lý nhiệt hay nhúng trong dung dịch có chứa các acid hữu cơ như acid oxalic, acid ascorbic, hay acid citric đã có ảnh hưởng tích cực trong việc kiểm soát sự hóa nâu trên bề mặt vỏ trái nhãn. Xử lý nhiệt được xem như một trong những biện pháp hiệu quả và an toàn trong việc ức chế hoặc tiêu diệt mầm bệnh gây thối và làm giảm tổn thương lạnh khi tồn trữ rau quả ở nhiệt độ thấp [1], [2]. Tuy nhiên, với các

hình thức xử lý đơn lẻ trên trái nhãn như xử lý nhiệt hay nhúng với các acid hữu cơ thì chỉ có tác dụng tích cực đến chất lượng nhãn tồn trữ trong các giai đoạn ngắn (1-2 tuần) của quá trình bảo quản. Trong các khoảng thời gian bảo quản lâu hơn chất lượng nhãn bị suy giảm nhanh.

LonLife 20L (tên thương mại là citrex), là một hóa chất mới được xem là có hiệu quả trong việc bảo quản rau trái sau thu hoạch, an toàn cho con người và môi trường, đã được nghiên cứu và sản xuất thương mại. Đây là sản phẩm gồm hỗn hợp các acid hữu cơ với tỉ lệ khác nhau như acid ascorbic 0,5 % (w/w), acid citric 0,6% (w/w), acid lactic 0,8 % (w/w), có tác dụng làm sạch và diệt các loại nấm, vi khuẩn cũng như các chất bẩn hữu cơ còn bám lại trên hoa, trái, rau, củ. Tuy nhiên, chưa có khảo sát đầy đủ nào về ảnh hưởng của xử lý với chất bảo quản citrex trên trái nhãn. Do đó, nghiên cứu “Ảnh hưởng của quá trình xử lý nhiệt kết hợp chất bảo quản citrex đến chất lượng và thời gian tồn trữ trái nhãn tiêu da bò” đã được thực hiện.

2. Phương tiện và phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương tiện nghiên cứu

2.1.1. Nguyên liệu

Nhãn tiêu da bò được thu hoạch trong độ chín thương mại (khoảng 13-14 tuần sau đậu trái) từ các vườn nhãn sản xuất theo tiêu chuẩn VietGAP, xã Long Hoà, Bình Đại, Bến Tre. Nhãn trước khi đưa vào thí nghiệm được cắt tia cuống, loại bỏ các trái non và trái hư, rửa sạch và làm ráo nước trước khi đưa vào xử lý.

2.1.2. Hoá chất sử dụng

Lonlife 20L - Tên thương mại là citrex (Công

^(*) Trường Đại học Tiền Giang.

^(**) Viện Nghiên cứu Cây ăn quả miền Nam.

ty Inc - Mỹ sản xuất) do Công ty TNHH Hóa nông Hợp Trí - Thành phố Hồ Chí Minh nhập khẩu và phân phối, thành phần gồm acid ascorbic 0,5 % (w/w), acid citric 0,6% (w/w), acid lactic 0,8 % (w/w).

Acid citric: Hóa chất tinh khiết, dạng tinh thể do Trung Quốc sản xuất được cung cấp bởi Công ty TNHH Sản xuất - Thương mại Hóa chất Cửu Long, manitol (hãng sản xuất Merck - Đức).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. *Khảo sát ảnh hưởng của việc nhúng nước nóng đến chất lượng và thời gian tồn trữ nhãn sau thu hoạch*

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên 2 nhân tố, mỗi nghiệm thức khoảng 15-18 trái (250 g) và lặp lại 3 lần gồm nhiệt độ xử lý nước nóng là 45, 47, 49°C trong khoảng thời gian 2, 4 và 6 phút. Nhãn được xử lý nhiệt trong bể ổn nhiệt Memmert - Đức, dung tích 29 lít, nhiệt độ hoạt động từ 5°C đến 95°C. Nước được cho vào khoảng 2/3 thể tích bể và gia nhiệt trước đến nhiệt độ yêu cầu. Thời gian nhúng được tính từ lúc nhiệt độ bể đạt nhiệt độ yêu cầu trở lại sau khi cho nhãn vào. Nhãn được vớt ra và làm khô bằng quạt gió (Hình 1) trước khi đưa vào bao gói. Sau đó nhãn được xếp lên các khay xốp PSE (15-18 quả/khay) và được bao lại bằng túi PP (kích thước 15x25 cm, có độ dày 60 μ m, tỷ lệ đục lỗ 0,5%), hàn kín miệng túi bằng máy ép mí (Hình 2) rồi đưa vào bảo quản ở nhiệt độ $5\pm 1^\circ\text{C}$, RH = 70 - 75%. Chất lượng nhãn được đánh giá sau 7, 14 và 21 ngày tồn trữ ở điều kiện trên.



Hình 1. Nhãn được làm ráo bằng quạt gió trước bao gói

Hình 2. Bao gói nhãn

2.2.2. *Khảo sát ảnh hưởng của dung dịch citrex gồm pH của dung dịch và thời gian nhúng đến chất lượng và khả năng ức chế sự hóa nâu trái nhãn sau thu hoạch*

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 2 nhân tố và lặp lại 3 lần. Nhãn được xử lý tương tự như ở thí nghiệm 1 nhưng nhúng trong dung dịch citrex 0,5% ở các mức pH là 3,1; 3,3; 3,5 (chỉnh pH bằng dung dịch đệm citrate) với thời

gian nhúng là 1, 2 và 4 phút. Mẫu không chỉnh pH ($\text{pH}_0 = 3,8$) được nhúng lần lượt ở 1, 2 và 4 phút được xem là nghiệm thức đối chứng. Phân tích các chỉ tiêu chất lượng theo thời gian bảo quản.

2.2.3. *Ảnh hưởng của xử lý nhiệt kết hợp nhúng dung dịch bảo quản đến chất lượng của nhãn trong quá trình tồn trữ.*

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 1 nhân tố, ba lần lặp lại gồm các nghiệm thức tối ưu ở thí nghiệm 1 và 2, nghiệm thức đối chứng và nghiệm thức kết hợp giữa xử lý nhiệt trước và sau khi nhúng trong dung dịch citrex.

2.3. Phương pháp đánh giá các chỉ tiêu

Các chỉ tiêu đánh giá và phương pháp phân tích được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu lý hóa học

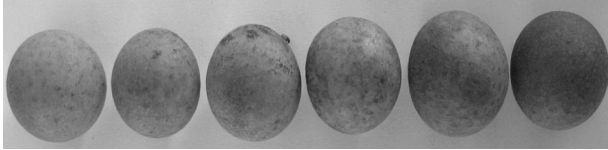
STT	Chỉ tiêu phân tích	Phương pháp phân tích
1	Màu sắc vỏ trái	Đo bằng máy đo màu KONICA MINOLTA - 400, màu sắc thể hiện qua L^* , a^* , b^*
2	Chỉ số hóa nâu	Theo phương pháp của Jiang và Li (2001)
3	Tỉ lệ hao hụt khối lượng (%)	Sử dụng cân kỹ thuật, mỗi nghiệm thức 250 g Tỉ lệ HHKL (%) = $(\text{KLĐ} - \text{KLS}) \cdot 100 / \text{KLĐ}$
4	Hàm lượng chất khô hòa tan ($^\circ\text{Brix}$)	Sử dụng chiết quang kế, thang độ đo: 0-32 $^\circ$
5	Độ điện giải của màng tế bào	Xác định theo phương pháp của Jiang và Chen (1995)
6	Hàm lượng acid tổng số (%)	Chuẩn độ với dung dịch NaOH 0,1N, với chất chỉ thị phenolphthalein

Chỉ số hóa nâu: Mức độ hóa nâu trên bề mặt vỏ trái nhãn được đánh giá theo phương pháp của Jiang và Li (2001) với mức độ hóa nâu được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Thang điểm đánh giá mức độ hóa nâu trên vỏ trái nhãn (điểm từ 0 - 5)

Điểm	Mức độ hóa nâu
0	không bị hóa nâu
1	1 - 5% bề mặt vỏ trái bị hóa nâu
2	6 - 11% bề mặt vỏ trái bị hóa nâu
3	11 - 25% bề mặt vỏ trái bị hóa nâu
4	25 - 50% bề mặt vỏ trái bị hóa nâu
5	> 50% bề mặt vỏ trái bị hóa nâu

Chỉ số hóa nâu = Σ (mức độ hóa nâu * % số trái bị hóa nâu ở mức độ đó). Trong đó, chỉ số màu nâu trên 3,0 được đánh giá là không thể chấp nhận được.



Hình 3. Nhãn bị hóa nâu theo mức độ tăng dần (chỉ số tăng từ 0 - 5)

Độ rò chất điện giải qua màng tế bào (electrolyte leakage) - xác định theo phương pháp của Follett et al. (2002): Lấy ngẫu nhiên 5 trái nhãn trong mỗi nghiệm thức, cắt lấy phần thịt trái bằng ống khoan có đường kính 12 mm. Các mẫu được rửa với nước cất, ổn định trong 25 ml dung dịch manitol 0,3 M và lắc 30 phút ở 25°C. Mức rò rỉ các ion trong tế bào được xác định bằng dụng cụ đo độ điện giải WTW Inolab Cond 720 - Đúc sản xuất (EC1). Tổng mức rò rỉ các ion trong tế bào EC2 được xác định sau khi luộc sôi mẫu ở trên trong 15 phút và làm lạnh 25°C. Kết quả % độ rò chất điện giải qua màng = $EC1 \cdot 100 / EC2$.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu được phân tích thống kê ANOVA và so sánh theo phép thử DUNCAN ở mức ý nghĩa 5% bằng phần mềm SAS, version 8.1, vẽ biểu đồ bằng chương trình Excel.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian xử lý nước nóng đến chất lượng và thời gian tồn trữ nhãn sau thu hoạch

3.1.1. Chỉ số hóa nâu và hao hụt khối lượng

Trong thương mại, vấn đề quan trọng nhất của trái nhãn là sự hóa nâu vỏ xảy ra nhanh chóng một vài ngày sau thu hoạch. Sự sẫm màu vỏ sẽ làm giảm rõ rệt giá trị cảm quan của trái. Nguyên nhân gây ra hiện tượng nâu hóa trên vỏ trái nhãn được cho là do hoạt động của enzyme oxy hóa polyphenol oxidase [4]. Ngoài ra, sự hóa nâu ở vỏ quả cũng liên quan đến sự mất nước của trái do hoạt hóa enzyme polyphenol oxidase hay do bởi tổn thương lạnh khi trữ ở điều kiện nhiệt độ thấp [6].

Bảng 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian xử lý nước nóng đến chỉ số hóa nâu và hao hụt khối lượng (%) của nhãn tiêu da bò theo thời gian bảo quản ở 5°C

Nhiệt độ (°C) – Thời gian (phút)	7 ngày		14 ngày		21 ngày	
	Hóa nâu	HHKL	Hóa nâu	HHKL	Hóa nâu	HHKL
ĐC - 2	0,61 ^f	0,29 ^a	1,99 ^{efg}	0,48 ^{bc}	3,16 ^{bcd}	1,01 ^{ab}
ĐC - 4	0,41 ^g	0,19 ^{de}	2,10 ^{def}	0,34 ^{ef}	3,20 ^{bcd}	0,84 ^{de}
ĐC - 6	1,20 ^c	0,32 ^a	2,34 ^{cde}	0,57 ^a	3,27 ^{bc}	1,03 ^{ab}
45 - 2	0,79 ^e	0,22 ^{cd}	2,81 ^{ab}	0,52 ^{abc}	3,12 ^{cd}	0,99 ^{abc}
45 - 4	0,61 ^f	0,16 ^{ef}	1,88 ^{fg}	0,33 ^{ef}	2,66 ^{ef}	0,75 ^{ef}
45 - 6	0,41 ^g	0,22 ^{cd}	1,76 ^{fg}	0,38 ^c	2,47 ^{fg}	0,80 ^{ef}
47 - 2	0,47 ^g	0,22 ^{cd}	2,32 ^{cde}	0,39 ^{de}	2,76 ^e	0,87 ^{de}
47 - 4	0,44 ^g	0,12 ^f	1,65 ^g	0,30 ^f	2,38 ^g	0,68 ^f
47 - 6	0,93 ^d	0,24 ^{bc}	2,61 ^{bc}	0,45 ^{cd}	2,93 ^{de}	0,88 ^{cde}
49 - 2	1,00 ^d	0,27 ^{ab}	3,04 ^a	0,45 ^{cd}	3,40 ^{ab}	0,93 ^{bcd}
49 - 4	1,34 ^b	0,25 ^{bc}	2,43 ^{cd}	0,54 ^{ab}	3,43 ^{abc}	0,94 ^{bcd}
49 - 6	1,51 ^a	0,24 ^{bc}	2,92 ^{ab}	0,57 ^a	3,60 ^a	1,08 ^a

Ghi chú: Các trung bình nghiệm thức đi kèm với các chữ số giống nhau trên cùng một hàng dọc thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê (độ tin cậy 95%); HHKL: Hao hụt khối lượng.

Kết quả phân tích ở Bảng 3 cho thấy chỉ số hóa nâu tăng theo thời gian bảo quản và sau 21 ngày chỉ số này dao động trong khoảng 2,38-3,6. Trong đó, nghiệm thức xử lý 47°C, 4 phút có chỉ số hóa nâu thấp nhất so với mẫu đối chứng và các nghiệm thức còn lại. Điều này có thể giải thích rằng ở chế độ xử lý nhiệt này có tác dụng tốt nhất hạn chế sự tổn thương lạnh, nguyên nhân chính làm tăng sự hóa nâu trên nhãn khi trữ ở nhiệt độ thấp (5°C).

Hao hụt khối lượng sau 21 ngày tồn trữ ở 5°C của các mẫu đều tăng lên theo thời gian bảo quản (Bảng 3). Hao hụt khối lượng ở nhiệt độ xử lý 49°C trong 6 phút là cao nhất (1,08%) và thấp nhất ở mẫu 47°C trong 4 phút (0,68%). Có thể nhiệt độ xử lý cao đã làm thay đổi cấu trúc màng tế bào, tăng tốc độ quá trình lão hóa và cường độ hô hấp của trái. Theo Follett (2002) [2], nhiệt độ xử lý nhiệt càng cao thì thời gian xử lý phải càng ngắn để tránh trái bị tổn thương nhiệt.

3.1.2. Sự thay đổi màu sắc vỏ trái

Sự thay đổi màu sắc vỏ trái nhãn trong thí nghiệm được ghi nhận thông qua việc đo màu trên hệ (L*, a*, b*), trong đó hai trị số: L* (độ sáng) và

b* (màu vàng) được xem như sự biểu hiện trực tiếp màu của vỏ quả nhãn. Kết quả theo dõi cho thấy chiều hướng giảm nhẹ về giá trị L* và b* ở tất cả các mẫu theo thời gian bảo quản (Bảng 4). Sau 21 ngày bảo quản, mẫu xử lý nhiệt ở 47°C trong 4 phút vẫn duy trì màu sắc vỏ tốt nhất và màu sắc vỏ kém nhất ở mẫu xử lý ở 49°C trong 6 phút.

Bảng 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian xử lý nước nóng đến giá trị L* và giá trị b* của nhãn tiêu da bò theo thời gian bảo quản ở 5°C

Nhiệt độ (°C) – Thời gian (phút)	7 ngày		14 ngày		21 ngày	
	L*	b*	L*	b*	L*	b*
ĐC - 2	49,76 ^c	38,53 ^{abc}	53,20 ^a	40,62 ^a	50,81 ^{abc}	32,72 ^{bc}
ĐC - 4	51,99 ^{ab}	38,00 ^{bc}	51,25 ^{abcd}	39,71 ^a	51,17 ^{ab}	35,50 ^{ab}
ĐC - 6	52,15 ^{ab}	39,28 ^{abc}	51,25 ^{abcd}	39,77 ^a	49,42 ^{abc}	29,50 ^{cd}
45 - 2	53,53 ^a	37,50 ^c	50,35 ^{abcd}	39,26 ^a	50,25 ^{abc}	30,65 ^{cd}
45 - 4	50,50 ^{bc}	36,50 ^d	50,31 ^{abcd}	39,71 ^a	51,85 ^a	36,08 ^{ab}
45 - 6	53,28 ^a	40,54 ^a	52,75 ^{ab}	41,14 ^a	52,21 ^a	35,00 ^{ab}
47 - 2	52,75 ^a	40,66 ^a	49,96 ^{bcd}	39,40 ^a	52,41 ^a	35,48 ^{ab}
47 - 4	51,70 ^{abc}	39,31 ^{abc}	52,23 ^{abc}	41,00 ^a	52,75 ^a	37,44 ^a
47 - 6	52,31 ^{ab}	35,60 ^d	52,09 ^{abc}	40,58 ^a	50,36 ^{abc}	29,35 ^{cd}
49 - 2	50,62 ^{bc}	39,61 ^{abc}	49,49 ^{cd}	37,90 ^b	51,52 ^{ab}	33,53 ^{abc}
49 - 4	51,76 ^{abc}	39,19 ^{abc}	48,91 ^d	39,42 ^a	48,00 ^{bc}	29,36 ^{cd}
49 - 6	52,20 ^{ab}	40,09 ^{ab}	51,92 ^{abcd}	39,76 ^a	47,11 ^c	27,09 ^d

Ghi chú: Xem Bảng 3.

Kết quả thống kê cho thấy sau 21 ngày bảo quản, nhãn xử lý nước nóng ở thời gian 2 phút và 4 phút cho giá trị L* và b* cao hơn mẫu nhúng nước nóng ở 6 phút. Điều này có thể giải thích là thời gian nhúng nước nóng càng dài thì vỏ tế bào càng trở nên mềm, dễ bị tổn thương và nhanh đi vào quá trình lão hóa, vi sinh vật phát triển làm trái bị hư hỏng, dẫn đến sự nâu hóa ở vỏ diễn ra nhanh hơn nên cũng làm giảm độ sáng và giá trị b*. Mẫu xử lý nhiệt ở 47°C trong thời gian 4 phút gần như không có sự khác biệt về màu sắc so với các mẫu còn lại sau 14 ngày bảo quản. Tuy nhiên sau 21 ngày, nghiệm thức này vẫn duy trì màu sắc tốt và có sự khác biệt có ý nghĩa so với các mẫu còn lại (các mẫu xử lý ở 49°C trong 4 phút và 6 phút). Nguyên nhân có thể do nhiệt độ xử lý cao và thời gian nhúng dài làm ảnh hưởng đến cấu trúc màng tế bào và trái bị tổn thương nhiệt nên sự hóa nâu làm sạm màu vỏ diễn ra nhanh hơn.

3.1.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian nhúng nước nóng đến hàm lượng chất khô hòa tan (%) và hàm lượng acid tổng số của trái nhãn trong quá trình tồn trữ

Hàm lượng chất khô hòa tan của trái nhãn dao động trong khoảng 19,27 đến 21,60 và có thay đổi theo chiều hướng giảm nhẹ trong quá trình tồn trữ (Bảng 5). Điều này có thể giải thích sự tiêu hao chất nền ở đây chủ yếu là do quá trình hô hấp. Sau 21 ngày tồn trữ thì mẫu xử lý nhiệt trong thời gian 2 phút và 6 phút có hàm lượng chất khô hòa tan giảm nhanh hơn mẫu xử lý ở 4 phút. Nguyên nhân có thể là do sự lão hóa của trái xảy ra sau thu hoạch và sự tổn thương nhiệt dẫn đến hư hỏng đã làm giảm nhanh hàm lượng chất khô hòa tan trong trái.

Bảng 5. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian xử lý nước nóng đến hàm lượng chất khô hòa tan (°Bx) và hàm lượng acid tổng số (%) của nhãn khi bảo quản ở 5°C

Nhiệt độ (°C) – Thời gian (phút)	7 ngày		14 ngày		21 ngày	
	°Bx	Acid	°Bx	Acid	°Bx	Acid
ĐC - 2	20,67 ^c	0,060 ^c	20,27 ^{cd}	0,087 ^{bc}	19,73 ^{cd}	0,063 ^{ab}
ĐC - 4	20,93 ^{abc}	0,083 ^{ab}	20,20 ^d	0,097 ^{ab}	20,07 ^{ab}	0,087 ^a
ĐC - 6	20,73 ^{bc}	0,067 ^{bc}	20,87 ^{ab}	0,087 ^{bc}	19,87 ^{bc}	0,070 ^{ab}
45 - 2	20,73 ^{bc}	0,087 ^a	21,07 ^{ab}	0,087 ^{bc}	19,47 ^{de}	0,070 ^{ab}
45 - 4	21,20 ^{ab}	0,087 ^a	20,93 ^{ab}	0,073 ^d	19,73 ^{cd}	0,057 ^b
45 - 6	21,13 ^{abc}	0,080 ^{ab}	20,60 ^{bcd}	0,087 ^{bc}	19,27 ^e	0,073 ^{ab}
47 - 2	21,20 ^{abc}	0,067 ^{bc}	20,53 ^{abc}	0,083 ^{cd}	20,07 ^{ab}	0,073 ^{ab}
47 - 4	21,27 ^a	0,073 ^{abc}	21,20 ^a	0,100 ^a	20,20 ^a	0,073 ^{ab}
47 - 6	21,07 ^{abc}	0,077 ^{abc}	20,13 ^b	0,083 ^{cd}	19,67 ^{cd}	0,073 ^{ab}
49 - 2	20,93 ^{abc}	0,080 ^{ab}	20,33 ^{cd}	0,087 ^{bc}	19,73 ^{cd}	0,073 ^{ab}
49 - 4	20,93 ^{abc}	0,077 ^{abc}	20,27 ^{cd}	0,087 ^{bc}	19,73 ^{cd}	0,060 ^b
49 - 6	21,07 ^{abc}	0,083 ^{ab}	20,13 ^d	0,090 ^{abc}	19,87 ^{bc}	0,077 ^{ab}

Ghi chú: Xem Bảng 3.

Kết quả ở Bảng 5 cũng cho thấy hàm lượng acid tổng số của dịch nhãn rất thấp (0,06 - 0,1%) và giảm nhẹ theo thời gian bảo quản. Điều này cũng được ghi nhận trong nghiên cứu của Lu (1992) [6] là hàm lượng acid tổng số giảm trong thời gian đầu của quá trình bảo quản. Sau khi thu hoạch và trong thời gian bảo quản rau quả, hàm lượng acid hữu cơ có xu hướng giảm do tham gia vào quá trình hô hấp.

3.2. Khảo sát ảnh hưởng của dung dịch citrex gồm pH dung dịch và thời gian nhúng đến chất lượng và khả năng ức chế sự hóa nâu trái nhãn sau thu hoạch

3.2.1. Chỉ số hóa nâu và hao hụt khối lượng

Sau 21 ngày tồn trữ, đa số các mẫu đều có chỉ số hóa nâu cao với diện tích hóa nâu trên bề mặt vỏ trái > 25 % (Bảng 6). Trong đó, mẫu đối chứng (pH 3,8) và mẫu xử lý ở pH 3,5 có sự hóa nâu trên bề mặt vỏ trái tăng nhanh so với các mẫu còn lại. Theo Jiang (2001) [4], hoạt tính của enzyme hóa nâu polyphenol oxidase thường chịu tác động của một số yếu tố như pH, nhiệt độ, sự tổn thương cơ học hoặc sự mất nước của vỏ trái. Trong đó, nghiệm thức xử lý với dung dịch citrex ở pH 3,3 đã có ảnh hưởng tích cực đến việc hạn chế sự hóa nâu có thể do enzyme hóa nâu polyphenol oxidase đã bị ức chế nên làm chậm tiến trình hóa nâu ở bề mặt vỏ trái nhãn.

Tương tự, tỷ lệ hao hụt khối lượng ở tất cả các mẫu đều tăng tỉ lệ thuận theo thời gian bảo quản, điều này có thể giải thích là do sự tiêu hao chất nền do quá trình hô hấp và cuối quá trình bảo quản thì cấu trúc vỏ trái đã bị tổn thương, mềm đi dẫn đến sự bay hơi nước mạnh mẽ hơn. Theo Nguyễn Minh Thủy (2010) [8], nguyên nhân chủ yếu làm giảm khối lượng tự nhiên là sự mất ẩm và tổn hao chất khô trong quá trình hô hấp.

Bảng 6. Ảnh hưởng của pH và thời gian nhúng dung dịch citrex đến sự thay đổi chỉ số hóa nâu và hao hụt khối lượng (%) của nhãn tiêu da bò theo thời gian bảo quản ở 5°C

pH – Thời gian (phút)	7 ngày		14 ngày		21 ngày	
	Hóa nâu	HHKL	Hóa nâu	HHKL	Hóa nâu	HHKL
ĐC - 1	2,23 ^b	0,13 ^e	2,87 ^b	1,52 ^{abc}	4,24 ^{cd}	2,23 ^a
ĐC - 2	2,07 ^c	0,11 ^e	2,73 ^{bc}	0,83 ^{de}	3,80 ^{abc}	1,41 ^{ab}
ĐC - 4	1,70 ^{efg}	0,59 ^{cd}	2,70 ^{bcd}	0,96 ^{cde}	4,07 ^{ab}	1,24 ^{ab}
3,1 - 1	1,60 ^g	0,27 ^{de}	2,90 ^b	1,17 ^{abcd}	3,43 ^{cd}	1,62 ^{ab}
3,1 - 2	1,77 ^{def}	0,31 ^{cde}	2,60 ^{bcd}	1,31 ^{abcd}	2,90 ^{de}	1,48 ^{ab}
3,1 - 4	1,70 ^{efg}	0,23 ^e	2,40 ^d	0,78 ^{de}	3,33 ^{cde}	1,37 ^{ab}
3,3 - 1	1,80 ^{de}	0,91 ^{ab}	2,50 ^{cd}	1,67 ^a	2,90 ^{de}	1,80 ^{ab}
3,3 - 2	1,63 ^{fg}	0,16 ^e	1,97 ^c	0,53 ^e	2,23 ^f	1,01 ^b
3,3 - 4	1,90 ^d	0,34 ^{cde}	2,77 ^{bc}	0,84 ^{de}	2,83 ^e	1,24 ^{ab}
3,5 - 1	2,17 ^{bc}	0,62 ^{bc}	2,80 ^{bc}	1,03 ^{bcd}	3,63 ^{bc}	2,23 ^a
3,5 - 2	2,10 ^{bc}	0,44 ^{cde}	3,37 ^a	1,02 ^{bcd}	3,67 ^{bc}	1,99 ^{ab}
3,5 - 4	2,43 ^a	1,19 ^a	2,90 ^b	1,59 ^{ab}	4,24 ^{cd}	1,78 ^{ab}

Ghi chú: Xem Bảng 3.

3.2.2. Sự thay đổi màu sắc vỏ trái

Kết quả thí nghiệm cho thấy theo thời gian bảo quản, độ sáng trên vỏ trái nhãn giảm dần do quá trình biến nâu (Bảng 7).

Bảng 7. Ảnh hưởng của dung dịch citrex ở các mức pH và thời gian nhúng đến sự thay đổi giá trị L* và giá trị b* của nhãn tiêu da bò theo thời gian bảo quản

pH – Thời gian (phút)	7 ngày		14 ngày		21 ngày	
	L*	b*	L*	b*	L*	b*
ĐC - 1	58,06 ^{ab}	35,89 ^a	53,92 ^{bc}	31,05 ^a	48,90 ^{bc}	20,70 ^{de}
ĐC - 2	56,95 ^{ab}	33,02 ^{cd}	53,18 ^{bc}	31,24 ^a	48,70 ^{bc}	20,94 ^{bcd}
ĐC - 4	57,43 ^{ab}	33,97 ^{bc}	51,63 ^c	31,68 ^a	47,79 ^c	20,05 ^e
3,1 - 1	58,50 ^{ab}	34,26 ^{bc}	54,96 ^{ab}	31,68 ^a	51,16 ^{ab}	21,52 ^{bc}
3,1 - 2	58,17 ^{ab}	34,78 ^{ab}	53,52 ^{bc}	30,92 ^a	50,16 ^{bc}	20,98 ^{bcd}
3,1 - 4	57,48 ^{ab}	34,39 ^{bc}	55,73 ^{ab}	32,29 ^a	50,96 ^{ab}	21,32 ^{bcd}
3,3 - 1	57,89 ^{ab}	34,33 ^{bc}	55,30 ^{ab}	31,31 ^a	50,03 ^{bc}	21,71 ^b
3,3 - 2	58,35 ^{ab}	34,53 ^b	57,49 ^a	32,26 ^a	53,03 ^a	22,52 ^a
3,3 - 4	58,74 ^a	34,10 ^{bc}	55,31 ^{ab}	32,39 ^a	50,65 ^{ab}	21,60 ^{bc}
3,5 - 1	57,02 ^{ab}	33,46 ^{bcd}	53,97 ^{bc}	30,91 ^a	50,15 ^{bc}	21,43 ^{bcd}
3,5 - 2	57,69 ^{ab}	33,53 ^{bcd}	54,20 ^{bc}	31,77 ^a	50,69 ^{ab}	21,41 ^{bcd}
3,5 - 4	55,86 ^b	32,44 ^d	53,36 ^{bc}	30,94 ^a	49,20 ^{bc}	20,83 ^{cd}

Ghi chú: Xem Bảng 3.

Thời gian xử lý không ảnh hưởng đáng kể đến sự thay đổi độ sáng vỏ trái giữa các nghiệm thức. Sau 21 ngày bảo quản, mẫu xử lý có giá trị L* thấp nhất (47,79) ở mẫu đối chứng nhúng trong 4 phút và độ sáng L* cao nhất (53,03) ở mẫu xử lý pH 3,3 trong thời gian 2 phút. Tuy nhiên, giá trị b* ở trái nhãn có sự giảm nhanh hơn. Trong đó, mẫu xử lý ở pH 3,3 có giá trị b* cao nhất và nhãn xử lý ở mẫu đối chứng có giá trị b* thấp nhất.

3.2.3. Hàm lượng chất khô hòa tan và hàm lượng acid tổng số

Hàm lượng chất khô hòa tan của trái nhãn có xu hướng giảm theo thời gian bảo quản (Bảng 8). Nhãn xử lý với dung dịch citrex pH 3,3 trong thời gian 2 phút có hàm lượng chất khô hòa tan cao nhất (21,27%Bx) sau 21 ngày bảo quản. Sự thay đổi hàm lượng acid tổng số trong quá trình bảo quản được ghi nhận là thay đổi không đáng kể và dao động trong khoảng 0,05 đến 0,08% (Bảng 8).

Bảng 8. Ảnh hưởng của pH và thời gian nhúng dung dịch citrex đến sự thay đổi hàm lượng chất rắn hòa tan ($^{\circ}$ Brix) của nhãn tiêu da bò theo thời gian bảo quản ở 5°C

pH – Thời gian (phút)	7 ngày		14 ngày		21 ngày	
	$^{\circ}$ Bx	Acid	$^{\circ}$ Bx	Acid	$^{\circ}$ Bx	Acid
ĐC - 1	21,07 ^{ab}	0,083 ^a	21,00 ^{abc}	0,070 ^a	19,27 ^d	0,063 ^a
ĐC - 2	21,13 ^{ab}	0,083 ^a	21,27 ^{ab}	0,057 ^a	20,70 ^{abc}	0,057 ^{ab}
ĐC - 4	21,07 ^{ab}	0,060 ^b	20,60 ^{bcd}	0,070 ^a	19,73 ^d	0,063 ^a
3,1 - 1	21,20 ^{ab}	0,060 ^b	20,27 ^d	0,060 ^a	20,50 ^{bc}	0,050 ^{ab}
3,1 - 2	21,53 ^{ab}	0,060 ^b	21,13 ^{ab}	0,057 ^a	20,87 ^{abc}	0,050 ^{ab}
3,1 - 4	21,67 ^a	0,057 ^b	20,47 ^{cd}	0,060 ^a	20,40 ^c	0,050 ^{ab}
3,3 - 1	21,13 ^{ab}	0,057 ^b	20,07 ^d	0,057 ^a	21,13 ^{abc}	0,050 ^{ab}
3,3 - 2	21,73 ^a	0,060 ^b	21,40 ^a	0,060 ^a	21,27 ^a	0,057 ^{ab}
3,3 - 4	21,67 ^a	0,070 ^{ab}	21,53 ^a	0,063 ^a	21,20 ^{ab}	0,043 ^b
3,5 - 1	21,13 ^{ab}	0,060 ^b	21,00 ^{abc}	0,060 ^a	20,80 ^{abc}	0,057 ^{ab}
3,5 - 2	21,77 ^a	0,063 ^b	21,40 ^a	0,060 ^a	21,00 ^{abc}	0,060 ^a
3,5 - 4	20,87 ^b	0,063 ^b	21,27 ^{ab}	0,070 ^a	20,73 ^{abc}	0,050 ^{ab}

Ghi chú: Xem Bảng 3.

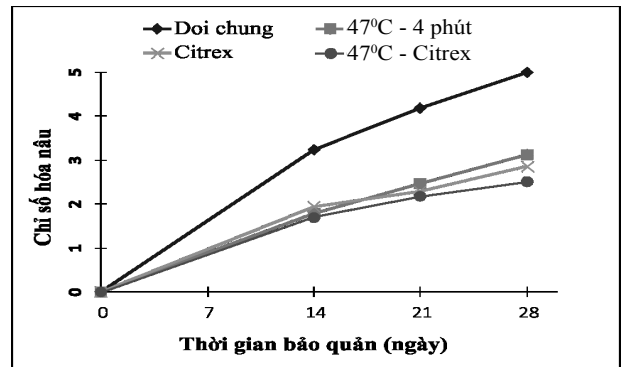
3.3. Ảnh hưởng của xử lý nhiệt kết hợp với dung dịch citrex đến chất lượng nhãn trong quá trình tồn trữ ở 5°C

3.3.1. Chỉ số hóa nâu và hao hụt khối lượng

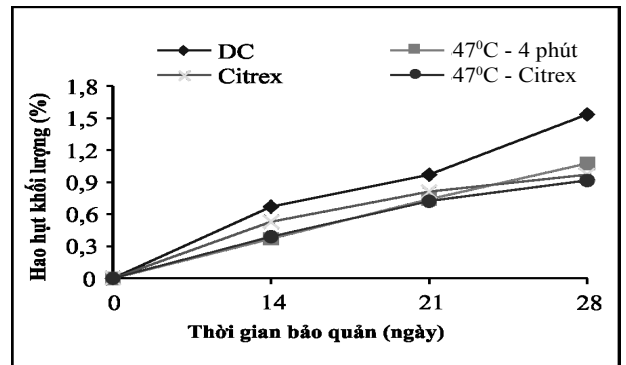
Chỉ số hóa nâu của nhãn ở các ngày theo dõi luôn tăng theo thời gian bảo quản và có sự khác biệt rõ giữa các hình thức xử lý (Hình 4).

Kết quả phân tích cho thấy sau 28 ngày bảo quản, có sự gia tăng rất nhanh chỉ số hóa nâu ở mẫu đối chứng. Các mẫu được xử lý với dung dịch citrex dù ở dạng đơn lẻ hay kết hợp thì vẫn có chỉ số hóa nâu tăng chậm hơn các nghiệm thức còn lại. Nhãn xử lý nhiệt kết hợp nhúng dung dịch citrex (chỉ số hóa nâu 2,51) đã cải thiện mức độ hóa nâu bề mặt thấp hơn so với nhãn xử lý với dung dịch citrex đơn lẻ (chỉ số hóa nâu 2,87) hay chỉ xử lý nhiệt (chỉ số hóa nâu 3,14). Như vậy, nhãn xử lý nhiệt sau đó nhúng trong dung dịch citrex có trung bình chỉ số hóa nâu thấp nhất (2,51) sau 28 ngày tồn trữ. Điều này chứng tỏ phương pháp xử lý kết hợp đã có hiệu quả chống hóa nâu.

Sau 28 ngày bảo quản, nghiệm thức xử lý nhiệt kết hợp citrex vẫn duy trì tỷ lệ hao hụt khối lượng thấp nhất (0,91%) và mẫu đối chứng có hao hụt khối lượng cao nhất (1,53 %) (Hình 5).

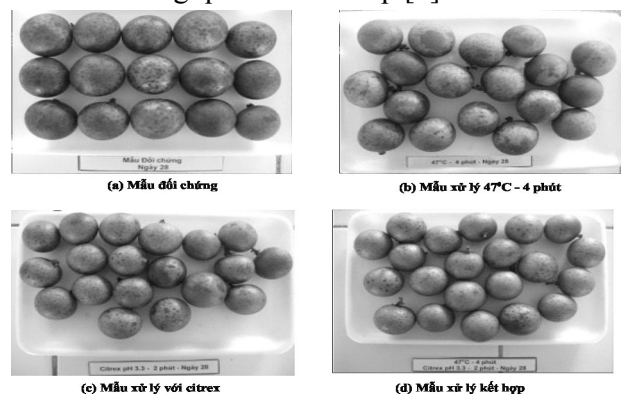


Hình 4. Ảnh hưởng của xử lý nhiệt kết hợp với citrex đến chỉ số hóa nâu của vỏ nhãn theo thời gian tồn trữ ở 5°C



Hình 5. Ảnh hưởng của xử lý nhiệt kết hợp với citrex đến hao hụt khối lượng của nhãn theo thời gian tồn trữ ở 5°C

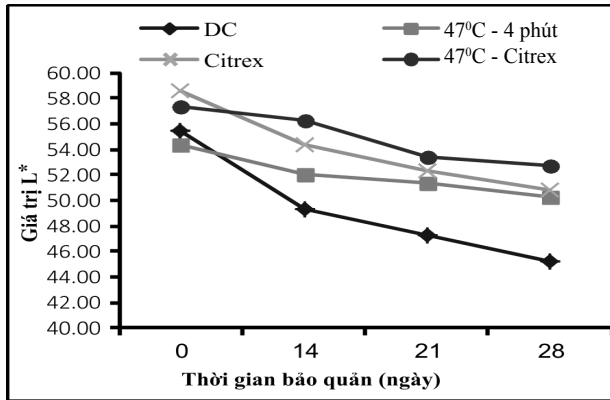
Sự tăng nhanh tổn thất khối lượng có thể do lúc này trái đã đi vào quá trình lão hóa và hư hỏng nhiễm bệnh nên tác động ảnh hưởng đến việc tăng hao hụt khối lượng. Ngoài ra, về cuối quá trình bảo quản do trái bị suy thoái, chất nền bị tiêu hao nhiều hơn đồng thời ở giai đoạn này hệ keo của tế bào bị lão hóa cũng làm giảm tính háo nước nên tốc độ bay hơi nước tăng lên đáng kể. Bên cạnh đó, đối với rau quả tươi, 75-85% sự giảm khối lượng khi tồn trữ là do mất nước, còn 15-25% là do tiêu hao chất khô trong quá trình hô hấp [8].



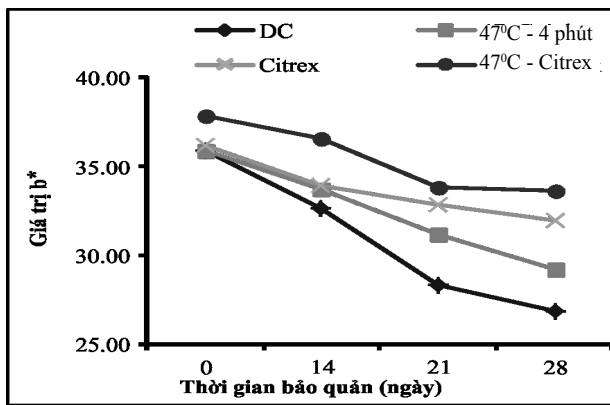
Hình 6. Sự thay đổi màu sắc vỏ trái nhãn ở các nghiệm thức sau 28 ngày bảo quản ở 5°C

3.3.2. Sự thay đổi màu sắc vỏ trái

Theo thời gian bảo quản thì các mẫu đối chứng và mẫu xử lý nhiệt có độ sáng giảm nhanh hơn (Hình 7). Trong khi đó, nhân xử lý nhiệt kết hợp nhúng với dung dịch citrex có sự thay đổi màu sắc chậm nhất và duy trì ở giá trị cao sau 28 ngày bảo quản. Điều này có thể giải thích là ở pH xử lý 3,3 tương ứng với tỉ lệ thích hợp các acid hữu cơ trong dung dịch citrex đã ổn định tốt độ pH trong tế bào vỏ, hạn chế hoạt động của enzyme hóa nâu polyphenol oxidase nên làm chậm sự thay đổi màu sắc ở vỏ trái nhãn.



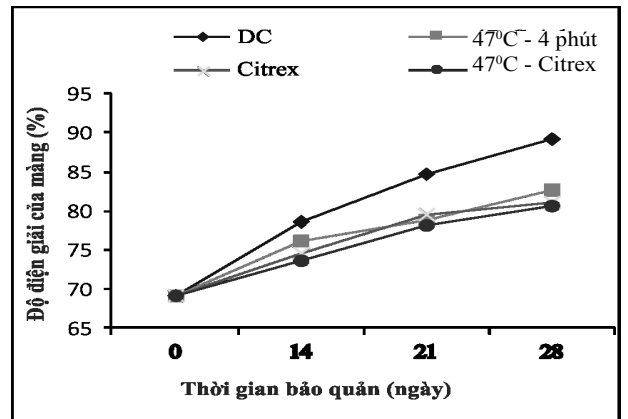
Hình 7. Ảnh hưởng của xử lý nhiệt kết hợp với citrex đến giá trị L* của vỏ nhãn theo thời gian tồn trữ ở 5°C



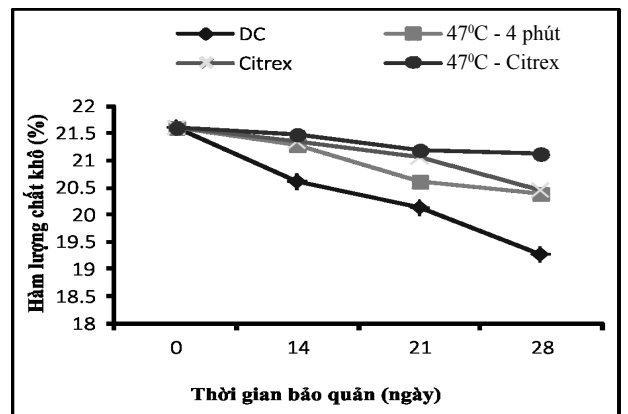
Hình 8. Ảnh hưởng của xử lý nhiệt kết hợp với citrex đến giá trị b* của vỏ nhãn theo thời gian tồn trữ ở 5°C

3.3.3. Độ rò chất điện giải qua màng tế bào (%) và hàm lượng chất khô hòa tan (%)

Độ rò chất điện giải qua màng tế bào được xem là phản ánh mức độ lão hóa, hư hỏng của tế bào thể hiện qua sự rò rỉ tương đối của các ion. Kết quả phân tích cho thấy độ điện giải của màng thay đổi và tăng lên theo thời gian bảo quản (Hình 9).



Hình 9. Ảnh hưởng của xử lý nhiệt kết hợp với citrex đến độ điện giải của màng (%) theo thời gian tồn trữ ở 5°C



Hình 10. Ảnh hưởng của xử lý nhiệt kết hợp với citrex đến hàm lượng chất khô (%) theo thời gian tồn trữ ở 5°C

Sau 28 ngày bảo quản, mẫu đối chứng có độ rò chất điện giải cao nhất (89,14%) do tính toàn vẹn của màng bị ảnh hưởng và gây ra sự rò rỉ của các ion trong tế bào và ở nghiệm thức xử lý nhiệt kết hợp citrex có độ rò chất điện giải thấp nhất (80,61%). Theo nghiên cứu thì màu nâu ở vỏ trái cây được cho là có liên quan đến việc mất tính toàn vẹn của màng xảy ra trong suốt quá trình hư hỏng và lão hóa của mô [2]. Điều này hoàn toàn phù hợp vì nghiệm thức đối chứng có diện tích hóa nâu bề mặt trái > 50%, trong khi đó nghiệm thức xử lý nhiệt kết hợp citrex có chỉ số hóa nâu < 11% sau 28 ngày bảo quản.

Sự biến đổi độ hàm lượng chất khô hòa tan của trái nhãn ở các nghiệm thức xử lý dao động trong khoảng 19,27-21,6 (°Bx) và có khuynh hướng giảm theo thời gian bảo quản (Hình 9). Trong đó, nghiệm thức xử lý nhiệt 47°C kết hợp nhúng dung

dịch citrex có hàm lượng chất khô hòa tan cao nhất (21,6°Bx) và nghiệm thức đối chứng có hàm lượng chất khô hòa tan thấp nhất (19,27°Bx) sau 28 ngày bảo quản.

3.3.4. Hàm lượng acid tổng số (tính theo acid citric)

Kết quả thí nghiệm cho thấy hàm lượng acid tổng số trong trái nhãn ở các nghiệm thức tương đối ổn định và không thay đổi nhiều trong quá trình tồn trữ (kể cả mẫu đối chứng) và dao động trong khoảng 0,04-0,09% sau 28 ngày tồn trữ.

4. Kết luận

Xử lý nhiệt ở nhiệt độ 47°C trong thời gian 4 phút có thể giúp hạn chế sự hóa nâu vỏ quả nhãn sau thu hoạch với chỉ số hóa nâu là 2,38, độ brix

và acid tổng số lần lượt là 20,2 và 0,07% và không thấy có xuất hiện bệnh. Ở nhiệt độ xử lý cao hơn (49°C) và thời gian xử lý dài (>2 phút), quả có dấu hiệu tổn thương nhiệt và biểu hiện dưới dạng gia tăng sự hóa nâu bề mặt theo thời gian trữ lạnh.

Dung dịch citrex 0,5% (pH = 3,3)/2 phút giúp cải thiện màu sắc và duy trì chất lượng thông qua làm chậm sự biến màu vỏ, ổn định các thành phần sinh hóa (°Bx, acid) tốt đến 21 ngày bảo quản ở 5°C.

Nhúng nước nóng ở 47°C trong thời gian 4 phút sau đó nhúng trong dung dịch citrex 0,5% (pH 3,3) trong 2 phút là sự kết hợp giúp nhãn duy trì được chất lượng và khả năng tồn trữ tốt hơn so với các xử lý đơn lẻ./.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Fallik, E. (2003), "Prestorage hot water treatments", *Postharvest Biology and Technology*, (32), p. 125-134.
- [2]. Follett, P. A, Sanxter, S. S. (2002), "Longan quality after hot water immersion and X – ray irradiation quarantine treatments", *Horticultural Science*, (37): 351D574.
- [3]. Jiang, Y. M., and Chen, F. (1995), "A study on polyamine change and browning of fruit during cold storage of litchi fruit", *Postharvest Biol Technol.*, (5), p. 245-250.
- [4]. Jiang, Y., Li, Y. (2001), "Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit", *Food Chemistry*, (73), p. 139-143.
- [5]. Nguyễn Mạnh Khải, Nguyễn Thị Bích Thủy và Đinh Quang Sơn (2006), *Giáo trình bảo quản nông sản*, NXB Nông nghiệp Hà Nội.
- [6]. Lu, R. X., Zhan, X. J., Wu, J. Z., Zhuang, R. F., Huang, W. N., Cai, L. X., Huang, Z. M. (1992), "Studies on storage of longan fruits", *Subtrop. Plant Res. Commun*, (21), p. 9-17.
- [7]. Thavong, P., Archbold, D., Pankasemsuk, T., Koslanund, R. (2010), "Effect of hexanal vapour on longan fruit decay, quality and phenolic metabolism during cold storage", *Journal of Food Science & Technology* pages, (45), p. 2313-2320.
- [8]. Nguyễn Minh Thủy (2010), *Kỹ thuật sau thu hoạch rau quả*, NXB Nông nghiệp.

EFFECTS OF COMBINATIONS BETWEEN HEAT TREATMENT AND CITREX DIP ON QUALITY AND STORAGE OF "TIEU DA BO" LONGAN FRUIT

Summary

The study was conducted on a survey of influential factors, including temperature and heat treatment time (45 ÷ 49°C in 2-6 minutes); the effect of citrex solution's pH and soaking time (pH = 3.1 ÷ 3.5 in 2 ÷ 6 min) on the quality and storage capacity of "tieu da bo" longan fruits during cold storage at 5°C. Research results showed that the fruits quality could be preserved up to 28 days when they were treated post-harvesting by combination of soaking in 47°C water for 4 minutes, followed by 0.5% citrex solution (pH 3.3) for 2 minutes and stored in PP bags at 5°C.

Keywords: "tieu da bo" longan, post-harvest preservation, heat treatment, citrex.

Ngày nhận bài: 16/6/2015; Ngày nhận lại: 27/4/2016; Ngày duyệt đăng: 27/6/2016.