



NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MÀNG CHITOSAN-NANO BẠC TRONG BẢO QUẢN NHẪM NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG THANH LONG SAU THU HOẠCH

*Phạm Thị Hà Vân**, *Nguyễn Thị Thúy Liễu*,
Lê Sĩ Ngọc, Nguyễn Hoàng Thảo Ly

Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nông nghiệp Công nghệ cao TP Hồ Chí Minh

Ngày Tòa soạn nhận được bài: 18-10-2016; ngày phân biên đánh giá: 03-02-2017; ngày chấp nhận đăng: 24-3-2017

TÓM TẮT

Dung dịch tạo màng chitosan-nano bạc sử dụng trong bảo quản thanh long ruột đỏ cho hiệu quả tốt. Chất lượng thanh long khá ổn định và thời gian tồn trữ cao hơn so với nghiệm thức đối chứng. Dung dịch chứa 1% chitosan và 7,5 mM nano bạc phối trộn theo tỉ lệ 3:1 cho kết quả tốt nhất, thanh long tồn trữ được 19 ngày ở nhiệt độ thường ($26\pm 1^{\circ}\text{C}$) và 30 ngày ở nhiệt độ lạnh ($6\pm 1^{\circ}\text{C}$).

Từ khóa: chitosan, nano bạc, thanh long ruột đỏ.

ABSTRACT

Applied research chitosan – nanosilver on the preservation and quality of dragon fruit

Coating solution of chitosan-nano silver was used in the preservation of dragon for good effect. Red dragon fruit quality was quite stable during storage and prolonged products shelf-life. With coating solution of chitosan (1%) - nano silver (7.5 mM) at a ratio of 3: 1 got the best effect, both economic and effective to prolong red dragon fruit shelf-life up to 19 days at temperature $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ and 30 days at temperature $6\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Keywords: chitosan, dragon fruit, nano silver.

1. Mở đầu

Chitosan và các dẫn xuất – loại vật liệu bảo quản tự nhiên có tác dụng tốt trong bảo quản các loại rau quả có vỏ cứng bên ngoài. Màng chitosan khá dai, khó xé rách, có độ bền tương đương với một số chất dẻo vẫn được dùng làm bao gói. Chitosan không tan được trong nước, tan tốt trong môi trường acid loãng sẽ tạo thành một dung dịch keo nhớt trong suốt, được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như thực phẩm, mỹ phẩm, dược phẩm [1]. Chitosan đã được sử dụng xử lý sau thu hoạch đầy hứa hẹn cho các loại trái cây bởi bản chất của tự nhiên, hoạt động kháng khuẩn của nó và kích hoạt bằng phản ứng tự vệ [2].

Nano bạc có kích thước rất nhỏ (0,1 nm – 100nm), diện tích bề mặt tổng của bạc nano lớn và hiệu quả hoạt động của bạc nano tăng đáng kể so với hạt bạc có kích thước lớn

* Email: havanvt89@gmail.com

hơn (micro). Theo tính toán lí thuyết bạc nano có hoạt tính mạnh hơn ít nhất 40 lần trên mỗi đơn vị bạc so những dung dịch keo bạc thông thường.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu

- Thanh long ruột đỏ trồng tại Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nông nghiệp Công nghệ cao được thu hoạch khoảng 25-27 ngày sau khi đậu quả. Quả có khối lượng trung bình, đạt khoảng 300g, quả có màu đỏ, tai xanh.



Hình 1. Thanh long ruột đỏ

- Chitosan được sử dụng để tiến hành các nghiên cứu được mua tại Công ti Chitoworld, huyện Bình Chánh, TPHCM. Chitosan được chế biến từ vỏ tôm và các thông số về tính chất vật lí của chitosan được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Các thông số của chitosan nguyên liệu

Các chỉ tiêu hóa lí	Nguyên liệu chitosan
Kích thước hạt (Mesh)	90
Hàm lượng khoáng (%)	0,26
Độ nhớt (cps)	11
Độ deacetyl hóa (%)	95,9
Độ tan (%)	99,7
Độ ẩm (%)	8
Trạng thái	Màu trắng, dạng bột
Độ đục	Trong
pH	7,4



Hình 2. Chitosan

2.2. Xử lý màng bao chitosan-nano bạc cho thanh long ruột đỏ

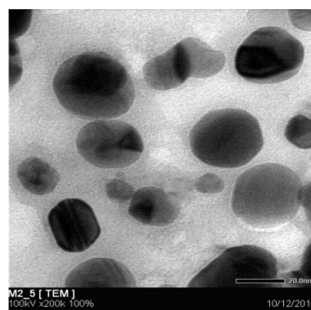
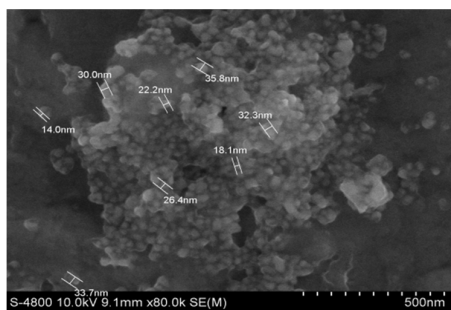
Bảng 2. Bảng bố trí thí nghiệm

Nghiệm thức	Tỉ lệ phối trộn giữa chitosan : nano bạc
NT1	1:1
NT2	1:2
NT3	1:3
NT4	2:1
NT5	2:3
NT6	3:1
NT7	3:2
NT8	1% chitosan và 1% acid lactic [3]
NT9	Dung dịch nano bạc
NTĐC	Đối chứng

Thí nghiệm bao màng cho thanh long ruột đỏ được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên 1 yếu tố với các tỉ lệ phối trộn giữa chitosan và nano bạc (v/v) như Bảng 2 [4]. Thanh long được rửa qua dung dịch chlorine 100ppm, để ráo, sau đó nhúng qua các dung dịch như bố trí thí nghiệm khoảng 1 phút [5], để ráo. Nghiệm thức đối chứng không xử lí. Sau đó thanh long sẽ được bảo quản ở nhiệt độ phòng, ẩm độ $75\pm 2\%$. Tiến hành theo dõi và phân tích các chỉ tiêu.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

- Tổng hợp dung dịch nano bạc từ dịch trích xơ dừa: Cân khoảng 1g xơ dừa cho vào 50ml nước sôi và đun cách thủy 30 phút. Gạn nước lọc vào bình định mức 250ml. Tiếp tục chiết như trên nhiều lần, thêm nước cất vừa đủ tới vạch. Bổ sung AgNO_3 7,5 mM vào dịch trích, để ở nhiệt độ phòng trong 96 giờ [6]. Thu được dung dịch nano bạc nồng độ 7,5 mM.



Hình 3. Ảnh SEM của dung dịch nano bạc **Hình 4. Ảnh TEM của các dung dịch nano**

- Màu sắc vỏ quả: Sử dụng máy Color Checker Nippon Denshoke NR-1 (Nhật).
- Tổng hàm lượng chất rắn hòa tan ($^{\circ}\text{Bx}$): Sử dụng khúc xạ kế Refractometer
- Acid tổng: TCVN 5483:1991.

- Acid ascorbic: TCVN 6427-2:1998.
- Đường tổng: TCVN 4594:1988.
- Hao hụt khối lượng trong quá trình bảo quản.

$$\% A = \frac{(m_0 - m_h) \times 100}{m_0}$$

Trong đó: %A: phần trăm hao hụt khối lượng (%)

m_0 : khối lượng quả ngày 0

m_h : khối lượng quả tại thời điểm h

- Xác định dư lượng bạc: AOAC 999.11 (2011)
- Tổng vi sinh vật hiếu khí: TCVN 4884 – 2005 (ISO 4833-1:2013)
- Thời gian bảo quản thanh long được tính từ lúc mang thanh long vào bảo quản cho đến khi xuất hiện dấu hiệu hư hỏng trên quả.

Các chỉ tiêu được xác định 3 ngày 1 lần và theo dõi cho đến hết thời gian bảo quản.

- Phương pháp xử lý thống kê: Sử dụng phần mềm Excel và Minitab 16 mức ý nghĩa 95%.

3. Kết quả và thảo luận



Hình 5. Thanh long ruột đỏ sau khi xử lý bao màng

3.1. Ảnh hưởng của màng bao chitosan-nano bạc đến sự hao hụt khối lượng của thanh long ruột đỏ theo thời gian bảo quản

Tại mỗi thời điểm khảo sát, không có sự khác biệt trong hao hụt khối lượng của thanh long ở các nghiệm thức bao màng và so với đối chứng (không bao màng). Tuy nhiên, hao hụt khối lượng diễn ra ở tất cả các nghiệm thức thí nghiệm và đều tăng dần theo thời gian bảo quản. Nghiệm thức đối chứng có tỉ lệ hao hụt khối lượng lớn nhất. Các công thức

được phủ màng tuy sự hao hụt vẫn diễn ra nhưng tỉ lệ hao hụt thấp hơn so với công thức đối chứng. Đối với mẫu thanh long chỉ sử dụng dung dịch nano bạc mà không bổ sung chitosan thì tốc độ hao hụt khối lượng cũng diễn ra nhanh.

3.2. Ảnh hưởng của màng bao chitosan-nano bạc đến màu sắc của vỏ quả thanh long theo thời gian bảo quản

Màu sắc bên ngoài của quả thanh long là một chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng của quả. Màu sắc biểu hiện qua các thông số L^* , a^* , b^* . Giá trị L^* chỉ thị cho độ sáng, giá trị a^* , b^* chỉ thị cho màu sắc, a^* là tọa độ màu trên trục đỏ-lục, b^* là tọa độ màu trên trục vàng- lam.

Sự biến đổi độ sáng của vỏ quả (L^*) ở tất cả các nghiệm thức đều khác biệt không có ý nghĩa ứng với mỗi thời điểm khảo sát. Nhưng độ sáng vỏ quả có chiều hướng giảm theo thời gian bảo quản, với tốc độ giảm chậm. Đối với những nghiệm thức có bao màng chitosan, độ sáng của màu sắc vỏ giảm chậm hơn so với nghiệm thức không bao màng và nghiệm thức chỉ xử lí nano bạc.

Có sự thay đổi chỉ số a^* trong màu sắc vỏ quả trong suốt quá trình bảo quản do sự phân giải các hợp chất chlorophyll trong mô vỏ quả do hoạt động của enzyme chlorophyllase và oxidase tại màng thylacoid.

Giá trị b^* trong màu sắc vỏ quả dường như không dao động nhiều trong suốt quá trình bảo quản và không khác biệt giữa các nghiệm thức ứng với một thời điểm khảo sát.

Có sự thay đổi màu sắc trong suốt quá trình bảo quản do sự phân giải các hợp chất chlorophyll trong mô vỏ quả do hoạt động của enzyme chlorophyllase và oxidase tại màng thylacoid, làm lộ rõ các biểu hiện của carotenoid, làm vỏ quả chuyển vàng theo thời gian bảo quản [7].

3.3. Ảnh hưởng của màng bao chitosan-nano bạc đến tổng lượng chất rắn hòa tan của thanh long theo thời gian bảo quản

Ở những ngày đầu bảo quản tổng hàm lượng chất rắn hòa tan khác biệt không có ý nghĩa giữa các nghiệm thức. Sự khác biệt chỉ xảy ra khi bảo quản đến 9 ngày, 12 ngày ($P < 0,01$). Nhưng nhìn chung, theo thời gian bảo quản, tổng hàm lượng chất rắn hòa tan ở các nghiệm thức thí nghiệm có xu hướng tăng dần.

Các nghiệm thức xử lí chitosan kết hợp nano bạc, tốc độ và lượng tổng hàm lượng chất rắn hòa tan tăng cao hơn so với đối chứng và nghiệm thức chỉ dùng nano bạc. Cụ thể, ở ngày bảo quản thứ 9, các nghiệm thức bao màng có tổng hàm lượng chất rắn hòa tan đạt trên 17,5 và 18⁰Bx trong khi đối chứng và nghiệm thức chỉ xử lí nano bạc chỉ đạt 16,9⁰Bx. Nguyên nhân là do quả thanh long trong quá trình bảo quản xảy ra quá trình mất nước và quá trình này diễn ra càng nhanh khi bảo quản quả ở nhiệt độ phòng ($26 \pm 1^{\circ}\text{C}$). Ở nghiệm thức đối chứng và chỉ xử lí nano bạc, tuy mất nước nhanh và nhiều hơn các nghiệm thức xử lí màng chitosan kết hợp nano nhưng các quá trình sinh lí hóa lại diễn ra mạnh hơn, làm tổn hao vật chất khô nhiều hơn nên tổng hàm lượng chất rắn hòa tan ở các nghiệm thức này

tăng chậm hơn, kết quả nghiên cứu phù hợp với nghiên cứu của Zahid (2013). Màng phủ có ảnh hưởng tích cực trong việc đảm bảo chất lượng và giúp các quá trình sinh lí, sinh hóa diễn ra chậm hơn trong quá trình bảo quản thanh long.

3.4. Ảnh hưởng của màng bao chitosan-nano bạc đến hàm lượng đường tổng của thanh long theo thời gian bảo quản

Theo thời gian bảo quản, hàm lượng đường tổng ở các nghiệm thức thí nghiệm tăng dần. Cụ thể, ở ngày bảo quản thứ 9, các nghiệm thức bao màng có hàm lượng đường tổng đạt trên 116,6 đến 124,43 mg/g trong khi đối chứng và nghiệm thức chỉ xử lí nano bạc chỉ đạt 109,17 và 111,47 mg/g. Ở nghiệm thức đối chứng và chỉ xử lí nano bạc, mất nước nhanh và nhiều hơn các nghiệm thức xử lí màng chitosan kết hợp nano nhưng các quá trình sinh lí hóa lại diễn ra mạnh hơn nên hàm lượng đường tổng ở các nghiệm thức này tăng chậm hơn. Kết quả cũng tương tự như nghiên cứu của tác giả Zahid (2013).

3.5. Ảnh hưởng của màng bao chitosan-nano bạc đến hàm lượng axit tổng của thanh long theo thời gian bảo quản

Hàm lượng acid tổng của thanh long giảm dần trong quá trình bảo quản. Trong đó, xử lí màng chitosan kết hợp nano bạc tốc độ giảm chậm hơn so với đối chứng và nghiệm thức chỉ xử lí nano bạc. Cụ thể, ở ngày bảo quản thứ 9, các nghiệm thức bao màng có hàm lượng acid tổng đạt 1,121 đến 1,227 % trong khi đối chứng và nghiệm thức chỉ xử lí nano bạc chỉ đạt 1,036 và 1,082%. Đến ngày bảo quản thứ 12 thì hàm lượng acid tổng ở nghiệm thức bao màng là 1,065 đến 1,109%, còn ở nghiệm thức đối chứng và nghiệm thức chỉ xử lí nano bạc đạt 0,866 và 0,909%. Nguyên nhân là do quá thanh long trong quá trình bảo quản các quá trình sinh lí, sinh hóa vẫn diễn ra gây tổn hao vật chất hữu cơ trong quả và quá trình hình thành các hợp chất bay hơi cũng diễn ra. Ở những nghiệm thức đối chứng và chỉ xử lí nano bạc, các quá trình sinh lí hóa lại diễn ra mạnh hơn, các hợp chất bay hơi hình thành và thất thoát nhanh hơn các nghiệm thức có bao màng, chính điều này góp phần là giảm lượng acid tổng trong quả. Kết quả phù hợp với nghiên cứu của Zahid (2013).

3.6. Ảnh hưởng của màng bao chitosan-nano bạc đến hàm lượng vitamin C của thanh long theo thời gian bảo quản

Đối với mẫu bao màng hàm lượng vitamin C giảm đi ít hơn đối với mẫu không bao màng do tính chất của màng ngăn cản một phần sự xuyên thấu của ánh sáng, ngăn cản phần nào sự oxy hóa vitamin C của không khí, làm chậm quá trình hô hấp của quả. Ở thời điểm khảo sát 9 ngày sau bảo quản, trong khi các nghiệm thức bao màng có hàm lượng vitamin C trong khoảng từ 6,08 đến 6,79 mg% thì con số này chỉ đạt 5,62 và 5,69 mg% ở nghiệm thức đối chứng và nghiệm thức quả chỉ xử lí nano bạc. Kết quả cũng tương tự trong thời điểm khảo sát sau 12 và 15 ngày bảo quản. Vì vậy, có thể khẳng định màng bao chitosan kết hợp nano bạc hay màng bao chitosan hỗ trợ tốt trong việc duy trì ổn định hàm lượng vitamin C trong quả thanh long bảo quản. Theo tác giả Nguyễn Nhật Minh Phương

và Hà Thanh Toàn (2006) [8], màng bao chitosan mà nhóm tác giả sử dụng trong bảo quản thanh long cũng góp phần duy trì chất lượng cho quả trong thời gian bảo quản.

3.7. Ảnh hưởng của màng bao chitosan-nano bạc đến cường độ hô hấp của thanh long ruột đỏ theo thời gian bảo quản

Ở những ngày đầu bảo quản cường độ hô hấp khác biệt không có ý nghĩa giữa các nghiệm thức thí nghiệm. Đến ngày bảo quản thứ 9, 12, 15 ngày thì mới thấy được sự khác biệt rõ rệt về mặt thống kê ($P < 0,01$) giữa các nghiệm thức. Nhìn chung trong quá trình bảo quản cường độ hô hấp có nhiều biến động. Trong đó, cường độ hô hấp của các mẫu thí nghiệm chỉ trong khoảng 72-91 mgCO₂/kg/giờ trong suốt quá trình bảo quản

Cường độ hô hấp của thanh long ở các nghiệm thức giảm dần từ ngày đầu đưa vào bảo quản đến ngày thứ 6 trong thời gian bảo quản và có xu hướng tăng dần từ ngày thứ 6 đến ngày 15 trong thời gian bảo quản. Trong đó, các nghiệm thức bao màng có cường độ hô hấp thấp hơn nghiệm thức đối chứng và nghiệm thức chỉ xử lí bằng dung dịch nano bạc. Nghiệm thức đối chứng không bao màng và nghiệm thức chỉ xử lí nano bạc, cường độ hô hấp ở các ngày cuối tăng mạnh. Nghiên cứu của tác giả Zahid (2013), cường độ hô hấp của các mẫu thanh long cũng giảm dần trong các ngày đầu bảo quản đến ngày thứ 14 và bắt đầu tăng mạnh từ ngày thứ 14 đến ngày thứ 28 (nghiệm thức đối chứng). Các nghiệm thức bao màng thì cường độ hô hấp của các mẫu chỉ tăng sau 21 ngày bảo quản. Có sự khác biệt trong nghiên cứu của tác giả Zahid và chúng tôi, bởi chúng tôi bảo quản mẫu ở nhiệt độ thường ($26 \pm 1^{\circ}\text{C}$), còn tác giả Zahid tiến hành bảo quản mẫu ở $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

3.8. Ảnh hưởng của màng bao chitosan-nano bạc đến tổng vi sinh vật hiếu khí trên thanh long ruột đỏ theo thời gian bảo quản

Bảng 3. Tổng vi sinh vật hiếu khí (CFU/g) của thanh long theo thời gian bảo quản

Nghiệm thức thí nghiệm	Thời gian phân tích (ngày sau khi xử lí mẫu)					
	0 ngày ($\bar{X} \pm \text{SD}$)	3 ngày ($\bar{X} \pm \text{SD}$)	6 ngày ($\bar{X} \pm \text{SD}$)	9 ngày ($\bar{X} \pm \text{SD}$)	12 ngày ($\bar{X} \pm \text{SD}$)	15 ngày ($\bar{X} \pm \text{SD}$)
NT1	KPH	KPH	$3,8 \times 10^1$	$4,5 \times 10^1$	2×10^2	$3,5 \times 10^2$
NT2	KPH	KPH	$3,5 \times 10^1$	$4,3 \times 10^1$	$3,2 \times 10^2$	$4,2 \times 10^2$
NT3	KPH	KPH	$2,6 \times 10^1$	$3,7 \times 10^1$	3×10^2	$4,5 \times 10^2$
NT4	KPH	KPH	$3,3 \times 10^1$	$4,2 \times 10^1$	$2,3 \times 10^2$	5×10^2
NT5	KPH	KPH	3×10^1	5×10^1	2×10^2	$4,5 \times 10^2$
NT6	KPH	KPH	$1,2 \times 10^1$	3×10^1	6×10^1	$1,3 \times 10^2$
NT7	KPH	KPH	$2,1 \times 10^1$	$3,4 \times 10^1$	$7,5 \times 10^1$	4×10^2
NT8	KPH	KPH	5×10^1	8×10^1	6×10^2	$2,5 \times 10^3$
NT9	KPH	KPH	2×10^1	6×10^1	6×10^2	$3,7 \times 10^3$
NTĐC	KPH	2×10^1	7×10^1	$2,3 \times 10^2$	9×10^3	$6,5 \times 10^5$

Theo suốt thời gian bảo quản, các vi sinh vật trên bề mặt quả có xu hướng tăng dần ở tất cả các nghiệm thức. Trong đó, nghiệm thức đối chứng không xử lý với sự vắng mặt của tác nhân ức chế vi sinh vật, mật độ vi sinh tăng nhanh theo thời gian bảo quản, đạt $2,3 \times 10^2$ CFU/g sau 9 ngày bảo quản và đạt $6,5 \times 10^5$ CFU/g sau 15 ngày bảo quản. Lúc này, quả đã có dấu hiệu hư hỏng nhưng tỉ lệ còn thấp nên sau 15 ngày bảo quản chúng tôi quyết định dừng thí nghiệm.

Đối với các nghiệm thức còn lại, sự hiện diện của các chất ức chế vi sinh chitosan, nano bạc nên sự phát triển của các vi sinh vật trên bề mặt quả có phần bị ức chế, tốc độ tăng chậm theo thời gian bảo quản. Sự kết hợp giữa chitosan và nano bạc làm tăng hiệu quả kháng vi sinh trên bề mặt quả hơn so với nghiệm thức chỉ xử lý chitosan hay nano bạc. Thời gian bảo quản của các nghiệm thức bao màng kéo dài hơn so với nghiệm thức đối chứng 2-4 ngày. Trong đó đạt cao nhất ở nghiệm thức thanh long xử lý màng chitosan: nano bạc theo tỉ lệ 3:1 và 3:2 thời gian bảo quản đạt đến 19 ngày ở nhiệt độ $26 \pm 1^\circ\text{C}$.

Màng chitosan kết hợp nano bạc ức chế hiệu quả sự phát triển của các vi sinh vật trên bề mặt thanh long trong suốt thời gian bảo quản, giúp hạn chế sự thối hỏng và kéo dài thời gian bảo quản cho thanh long.

3.9. Ảnh hưởng của màng bao chitosan-nano bạc đến dư lượng bạc trên thanh long ruột đỏ theo thời gian bảo quản

Kết quả phân tích dư lượng bạc trên vỏ quả thanh long sau xử lý và trong suốt quá trình bảo quản thể hiện ở Bảng 4. Theo đó, có sự tồn dư bạc trên vỏ quả thanh long sau khi xử lý tạo màng và gần như không thay đổi trong suốt quá trình bảo quản, đạt khoảng 3 – 3,27 mg/kg ở tất cả các nghiệm thức có xử lý nano bạc. Riêng kết quả phân tích vỏ quả thanh long ở nghiệm thức xử lý màng chitosan : nano bạc theo tỉ lệ 3:1 có dư lượng bạc đạt thấp hơn, khoảng 2 – 2,6 mg/kg. Tuy nhiên sự khác biệt này không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$). Những nghiệm thức không xử lý nano bạc thì không có sự phát hiện dư lượng bạc trên bề mặt vỏ quả (với giới hạn phát hiện LOD 0,2 mg/kg).

Bảng 4. Dư lượng bạc (mg/kg) trên vỏ quả thanh long theo thời gian bảo quản

Nghiệm thức thí nghiệm	Thời gian phân tích (ngày sau khi xử lý mẫu)					
	0 ngày ($\bar{X} \pm \text{SD}$)	3 ngày ($\bar{X} \pm \text{SD}$)	6 ngày ($\bar{X} \pm \text{SD}$)	9 ngày ($\bar{X} \pm \text{SD}$)	12 ngày ($\bar{X} \pm \text{SD}$)	15 ngày ($\bar{X} \pm \text{SD}$)
NT1	3,23±0,115	3,203±0,083	3,27±0,04	3,14±0,06	3,15±0,06	3,16±0,076
NT2	3,24±0,08	3,197±0,099	3,14±0,01	3,22±0,068	3,21±0,08	3,23±0,1
NT3	3,15±0,021	3,197±0,074	3,23±0,06	3,2±0,1	3,23±0,076	3,2±0,04
NT4	3,23±0,076	3,06±0,25	3,01±0,202	3,193±0,056	3,17±0,057	3,13±0,035
NT5	3,02±0,21	3,077±0,12	3,17±0,06	3,19±0,12	3,14±0,161	3,18±0,12
NT6	2,093±0,146	2,11±0,12	2,25±0,34	2,303±0,277	2,67±0,402	2,53±0,52
NT7	3,39±0,53	3,134±0,13	3,24±0,11	3,19±0,062	3,24±0,03	2,9±0,5
NT8	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH

NT9	3,477±0,37	3,27±0,04	3,243±0,083	3,197±0,099	3,16±0,077	3,21±0,07
NTĐC	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH
P	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Các chữ cái a, b, c, d, e chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). ns: không khác biệt.

Ở tất cả các nghiệm thức có xử lý nano bạc trong bảo quản đều không phát hiện sự hiện diện của bạc trong thịt quả thanh long.

Khuyến cáo sử dụng nano bạc trong bảo quản những loại quả chỉ tiêu dùng phần thịt quả để giúp kéo dài thời gian bảo quản sản phẩm, duy trì chất lượng và an toàn sử dụng (bởi hiện tại chưa có nghiên cứu cụ thể nào công bố là nano bạc không ảnh hưởng đến sức khỏe người tiêu dùng mà chỉ có thông tin rằng các nghiên cứu tại Odense Universitets Hospital đã chứng minh rằng các hạt nano bạc được hấp thu vào trong cơ thể mà không hề gây ra một tác dụng phụ nào cũng như gây độc cho cơ thể).

4. Kết luận

Dung dịch tạo màng chitosan-nano bạc sử dụng trong bảo quản thanh long cho hiệu quả tốt. Chất lượng thanh long ruột đỏ khá ổn định trong suốt thời gian bảo quản, kéo dài thời gian bảo quản cho sản phẩm. Với dung dịch tạo màng chitosan (1%) – nano bạc (7,5 mM) theo tỉ lệ 3:1 cho hiệu quả tốt nhất, kéo dài thời gian bảo quản thanh long ruột đỏ ở nhiệt độ bảo quản thường ($26 \pm 1^\circ\text{C}$) lên đến 15 ngày mà chất lượng vẫn còn tốt.

Nhiệt độ bảo quản $6 \pm 1^\circ\text{C}$ giúp bảo quản tốt cho thanh long ruột đỏ sau bao màng, thời gian bảo quản lên đến 27 ngày, chất lượng khá ổn định.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Yogeshkumar G., Atul G. and Adhikrao Y., “Chitosan and Its application: A review of Literature”, *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, vol 4, pp. 2229-3301, 2013.
- [2] Kamble, S. P., Jagtap, S., Labhsetwar, N. K., Thakare, D., “A future perspective in crop protection: Chitosan and its oligosaccharides”, *Advances in Plants Agricultural Research*, vol 1, 2014.
- [3] Zahid, N., “Developing chitosan based green fungicides to control pre and postharvest anthracnose of dragon fruit”, *School of Biosciences, Faculty of Science The University of Nottingham Malaysia*, 2013.
- [4] Praveena, V.D., Kumar, K.V., “Green synthesis of Silver Nanoparticles from *Achyranthes Aspera* Plant Extract in Chitosan Matrix and Evaluation of their Antimicrobial Activities”, *Indian Journal of Advances in Chemical Science*, vol 2 (3), pp. 171-177, 2014.
- [5] Ali A., Zahid, N., Manickam, S., Siddiqui, Y., Alderson, P.G. and Maqbool, M., “Effectiveness of submicron chitosan dispersions in controlling anthracnose and maintaining quality of dragon fruit”, *Postharvest Biology and Technology*, vol 86, pp. 147–153, 2013.

- [6] Rodríguez-León E., Iñiguez-Palomares R., Navarro, R.E., Herrera-Urbina, R., Tánori J., Iñiguez-Palomares, C. and Maldonado, A., “Synthesis of silver nanoparticles using reducing agents obtained from natural sources (*Rumex hymenosepalus* extracts)”, *Nanoscale Research Letters*, vol 8, pp. 318, 2013.
- [7] Parveen S., Ali A.M., Asghar M., Khan A.R., and Salam A., “Physico-chemical changes in muskmelon as affected by maturity stage”, *J. Agric. Res.* vol.50(2), 2012.
- [8] Nguyễn Nhật Minh Phương và Hà Thanh Toàn, “Khảo sát các điều kiện thích hợp cho việc tồn trữ trái thanh long”, *Tạp chí Nghiên cứu Khoa học*, vol 5, pp. 131-140, 2006.