

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG BẢO QUẢN QUẢ XOÀI CÁT HOÀ LỘC BẰNG MÀNG CHITOSAN ĐỘ DEACETYL 90% – NANO BẠC

Nguyễn Huỳnh Đình Thuận^{1,2,*}, Nguyễn Ngọc Tuấn¹,
Phạm Thị Quyên¹, Dương Quốc Đạt¹, Lý Nguyễn Bình²

TÓM TẮT

Ở nghiên cứu này, màng chitosan sử dụng bao xoài cát Hòa Lộc độ deacetyl 90% và màng chitosan được bổ sung dung dịch nano bạc 0,005M với hàm lượng 75 μ l. Xoài cát Hòa Lộc được rửa nước nhiệt độ thường (M0) và rửa nước nhiệt độ 50°C (M1) không bọc màng, rửa nước nhiệt độ thường (M2) và rửa nước nhiệt độ 50°C (M3) bọc màng chitosan, rửa nước nhiệt độ thường (M4) và rửa nước nhiệt độ 50°C (M5) bọc màng chitosan – nano bạc, bảo quản ở nhiệt độ 12°C $\pm$ 2°C. Kết quả thu được, mẫu M0 và M1 sau 25 ngày bảo quản chỉ tiêu chất lượng xoài thay đổi đáng kể, tỉ lệ hư hỏng 100%. Mẫu M2 và M3, thời gian bảo quản được 30 ngày, xoài mới bắt đầu có dấu hiệu hư hỏng như xuất hiện đốm đen trên bề mặt. Mẫu M4 và M5, sau 35 ngày màu sắc của vỏ quả vẫn giữ nguyên, bề mặt quả vẫn chưa xuất hiện đốm đen, tỉ lệ hư hỏng 0%. Tuy nhiên, hai phương pháp xử lý ở hai điều kiện nhiệt độ khác nhau, cho thấy chỉ tiêu chất lượng của các mẫu là không có khác biệt nhưng rửa nước ở nhiệt độ 50°C giúp làm sạch bề mặt vỏ quả và giúp làm chậm thời gian xuất hiện của các đốm đen trên bề mặt vỏ quả.

Từ khóa: Chitosan, màng chitosan, nano bạc, xoài cát Hòa Lộc.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chitosan là polymer sinh học mang điện tích dương, hoạt tính kháng khuẩn của chitosan phụ thuộc vào giá trị pH, khối lượng phân tử, độ dài mạch và độ deacetyl. Dung dịch chitosan có độ ổn định cao trong thời gian dài. Nhiều nghiên cứu trước đây đã chứng minh là chitosan có hiệu quả chống lại vi khuẩn gram âm và gram dương; chống lại vi khuẩn gram âm và gram dương [1].

Chitosan thương mại có dạng vảy, tùy thuộc vào nguồn nguyên liệu và phương pháp sản xuất mà độ deacetyl của chitosan khác nhau, trung bình là 80%. Chitosan là một polymer sinh học có khối lượng phân tử lớn khoảng 10 – 1.200 kDa tùy vào điều kiện sản xuất. Nhiều kết quả nghiên cứu gần đây chứng minh chitosan có khả năng ức chế sự phát triển của vi sinh vật. Đặc tính này của chitosan phụ thuộc vào khối lượng phân tử (M_w) và loại vi sinh vật, chitosan có M_w = 470 kDa ức chế vi khuẩn gram dương như *Lactobacillus* sp, *L. monocytogenes*, *B. megaterium*, *B. cereus*, *Staphylococcus aureus*, *L. brevis*, *L. Bulgari* [8]. Trong khi đó chitosan có M_w = 1,106 kDa mới có ảnh hưởng đối với vi khuẩn gram âm như *E.*

coli, *Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella typhimurium*, *Vibrio parahaemolyticus*. Ở nồng độ 0,1% và pH 5,6, chitosan có khả năng kháng các loại nấm: *Fusarium* sp, *Alternaria*, *Rhizopus*. Chitosan có M_w = 5 đến 50 kDa đều kháng tốt vi khuẩn *Staphylococcus aureus* và nấm *Candida albicans*. Điều này thể hiện cơ chế kháng khuẩn khác nhau ở chitosan MW thấp và cao, kết quả cho thấy khả năng này giảm khi khối lượng phân tử tăng. Khả năng kháng vi sinh vật tăng cao ở pH thấp và giảm khi có mặt ion Ca^{2+} , Mg^{2+} . Chitosan cũng là nguyên nhân làm thất thoát các chất trong tế bào và phá hủy vách tế bào, nồng độ ức chế thấp nhất khoảng 0,03 – 0,25%.

Hiện nay do sự phát triển của khoa học và công nghệ, việc sản xuất chất kháng khuẩn từ bạc được thay thế thành các hạt có kích thước nano (nano bạc) [5]. Tác dụng kháng khuẩn của bạc, ion bạc và các hạt nano bạc đã được tiến hành để đánh giá khả năng ức chế nhiều loại vi khuẩn. Morones và cs. (2005) đã đánh giá hoạt tính diệt khuẩn của nano bạc và đưa ra 3 cơ chế chính của hoạt tính diệt khuẩn của các hạt nano: (1) nano bạc có kích thước trong phạm vi từ 1 đến 10 nm liên kết với bề mặt của màng tế bào của vi khuẩn và can thiệp mạnh vào các chức năng của vi khuẩn, ví dụ như tính thấm và hô hấp; (2) các hạt nano có thể xâm nhập vào tế bào vi khuẩn và làm hư hỏng bằng cách tương tác với các hợp chất chứa lưu huỳnh và photpho (DNA); (3) các hạt nano bạc giải

¹ Viện Công nghệ Sinh học - Thực phẩm, Trường Đại học Công nghiệp thành phố Hồ Chí Minh

*Email: nguyennhuyndinhthuan@iuh.edu.vn

² Bộ môn Công nghệ thực phẩm, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

phóng các ion bạc, có khả năng phản ứng rất mạnh và có thể phản ứng với màng tế bào tích điện âm, góp phần bổ sung vào tác dụng diệt khuẩn của các hạt nano bạc [6].

Trong quá trình bảo quản xoài sau khi được thu hoạch tại nông trại, trái xoài tiếp tục quá trình trao đổi chất bên trong quả và chuyển hóa các hợp chất như carbohydrate, acid hữu cơ, hợp chất phenol và các sắc tố màu dẫn đến làm thay đổi các đặc tính sinh lý sinh hóa và cảm quan của quả. Do xoài là loại trái cây vỏ mỏng, hô hấp đột phát và thời gian bảo quản ngắn nên có tỷ lệ tổn thất sau thu hoạch từ 20-30%. Phần lớn, tỷ lệ hư hỏng do nấm là nguyên nhân chính của bệnh sau thu hoạch của trái trong quá trình tồn trữ và vận chuyển. Tuy vậy, diện tích trồng giống xoài này hiện nay vẫn tăng nhanh do phẩm chất vượt trội, bán được giá cao và ổn định trên thị trường [3], [4].

Tổn thất sau thu hoạch của xoài rất lớn nên việc nghiên cứu khả năng tạo màng chitosan – nano bạc độ deacetyl 90% và bảo quản xoài cát Hoà Lộc kéo dài thời gian sử dụng giảm hư hỏng là vấn đề cần thiết hiện nay. Kết quả của nghiên cứu này phần nào góp phần giải quyết những yêu cầu cấp thiết hiện nay trong bảo quản nông sản.

2. NGUYÊN VẬT LIỆU, THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Chitosan độ deacetyl 90% ($M_w = 50$ kDA) mua từ Trung tâm Thí nghiệm thực hành, Trường Đại học Nha Trang.

$AgNO_3$ (P = 98%), $Na_3C_6H_5O_7 \cdot 2H_2O$ (P = 99%) sử dụng của Công ty Xilong Chemical Co., Trung Quốc.

Axit axetic 1% (P = 99,6%) và một số hóa chất phân tích.

Xoài cát Hòa Lộc mua ở ấp Bình Minh, xã Hòa Hưng, huyện Cái Bè, tỉnh Tiền Giang. Xoài được thu hái trên cùng một vườn theo TCN 497: 2001, một loại giống và cùng một thời điểm và các điều kiện chăm sóc như nhau. Chọn những quả đạt độ chín, thu hái thời điểm 90 - 95 ngày sau khi đậu quả, lúc này xoài cát Hòa Lộc sẽ có chất lượng tốt nhất, các chỉ tiêu về phẩm chất cũng như thành phần trái ổn định, °Brix đạt từ 20 - 21%, hàm lượng chất khô đạt 22 - 28%, tỉ lệ thịt trái 80 - 82% và tỉ trọng trái 1,02, kích thước đồng đều, khối lượng 350 – 400 gram, không có vết trầy xước, không bị sâu, bệnh, không bị tổn thương cơ

học. Đóng thùng carton và vận chuyển đến nơi thí nghiệm trong vòng 10 giờ.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Tạo dung dịch nano bạc bằng cách hòa tan muối $AgNO_3$ trong 50 ml nước tinh khiết để được dung dịch có nồng độ là 0,005M, tiến hành đun sôi dung dịch và cho từng giọt đủ 5 ml axit citric 1% đến khi dung dịch xuất hiện màu vàng nhạt rồi dừng lại [13].

Tạo màng chitosan nano bạc, tiến hành ngâm 1% (w/w) chitosan độ deacetyl 90% trong bình tam giác chứa 100 ml dung dịch axit axetic pH 3,8 trong 2 ngày, sau đó khuấy hỗn hợp bằng máy khuấy từ nhiệt độ 50°C trong 30 phút. Cho vào bình chứa dung dịch chitosan 75 μ l dung dịch nano bạc và tiếp tục khuấy đều, ổn định dịch chitosan nano bạc 10 phút và tiến hành đổ dung dịch lên mặt kính phẳng kích thước 25 cm x 25 cm, mang đi sấy bằng tủ sấy đối lưu nhiệt độ 40°C, thời gian 36 giờ, bóc màng và ổn định 24 giờ ở nhiệt độ $12 \pm 2^\circ C$. Màng tạo ra được thử hoạt tính kháng nấm *Colletotrichum gloeosporioides* bằng phương pháp đo đường kính vòng kháng nấm. Sau đó, dùng màng đã chuẩn bị bọc kín các mẫu quả xoài đã rửa bằng nước. Với hai nhiệt độ nước rửa khác nhau: mẫu rửa bằng nước nhiệt độ phòng và mẫu rửa bằng nước ở nhiệt độ 50°C đưa vào kho bảo quản ở nhiệt độ $12 \pm 2^\circ C$, cách 5 ngày theo dõi các chỉ tiêu.

- Thí nghiệm 1: hoạt tính kháng nấm *Colletotrichum gloeosporioides* của màng chitosan và chitosan nano bạc.

Nuôi cấy chủng nấm *Colletotrichum gloeosporioides* trên đĩa petri trong môi trường PDA ủ ở 37°C trong 4 ngày, khi đường kính tơ nấm đạt 30 mm đặt màng có d = 6 mm, theo dõi vòng kháng nấm qua từng ngày. Đánh giá khả năng kháng nấm của màng chitosan và chitosan – nano bạc qua đường kính kháng nấm.

- Thí nghiệm 2: ảnh hưởng của loại màng và phương pháp xử lý đến chất lượng của xoài cát Hoà Lộc theo thời gian bảo quản.

Tiến hành các mẫu thí nghiệm với 2 phương pháp xử lý (rửa bằng nước ở nhiệt độ thường và 50°C) và sử dụng 2 loại màng bao (chitosan và chitosan – nano bạc) cùng với mẫu đối chứng (không bao màng).

Dự kiến xoài được bảo quản 40 ngày, cách 5 ngày đo các chỉ tiêu chất lượng, số lượng mẫu sử dụng 105 quả, mỗi quả cân nặng 350 – 400 gram, tổng khối lượng xoài sử dụng trong thí nghiệm khoảng 50 – 55 kg.

Chất lượng xoài cát Hòa Lộc bảo quản được đánh giá dựa vào các chỉ tiêu như: hao hụt khối lượng, sự thay đổi hàm lượng axit tổng, hàm lượng chất khô hòa tan, vitamin C...

- Thí nghiệm 3: ảnh hưởng của loại màng và phương pháp xử lý đến cường độ hô hấp và cường độ sản sinh khí ethylen của xoài theo thời gian bảo quản.

Tiến hành các mẫu thí nghiệm với 2 phương pháp xử lý (rửa bằng nước ở nhiệt độ thường và 50°C) và sử dụng 2 loại màng bao (chitosan và chitosan – nano bạc) cùng với mẫu đối chứng (không bao màng).

Dự kiến xoài được bảo quản 40 ngày, cách 5 ngày đo cường độ sinh sản khí ethylen và CO₂, số lượng mẫu sử dụng 105 quả, mỗi quả cân nặng 350 – 400 gram, tổng khối lượng xoài sử dụng trong thí nghiệm khoảng 50 – 55 kg.

Chỉ tiêu theo dõi: cường độ sinh sản khí ethylen và CO₂ trong thời gian bảo quản.

2.2.2. Phương pháp phân tích

Trong nghiên cứu này đã sử dụng một số phương pháp phân tích:

Tổn thất khối lượng (%) bằng cách cân khối lượng mẫu ban đầu (M_d) và khối lượng mẫu theo thời gian khảo sát (M_s).

$$X(\%) = \frac{M_d - M_s}{M_d} \times 100\%$$

Độ Brix (°Bx) đo bằng chiết quang kế.

Xác định hàm lượng vitamin C bằng phương pháp chuẩn độ bằng Iot [7].

Phương pháp xác định axit tổng bằng phương pháp chuẩn độ bằng NaOH (TCVN 5483: 2007).

Đánh giá cường độ hô hấp và sản sinh khí ethylen của xoài bằng thiết bị đo nồng độ khí CO₂ và ethylene ICA 250 của Hãng Dual Analyser, Nhật Bản.

2.2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Các thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên, lặp lại 3 lần với 1 hay 2 nhân tố thay đổi. Số liệu được thu thập và xử lý bằng phần mềm Statgraphics Centurion 15.2. Phân tích phương sai (ANOVA) theo kiểm định

LSD để kết luận sự sai khác giữa trung bình các thực nghiệm.

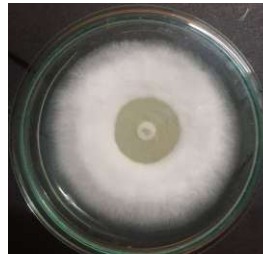
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

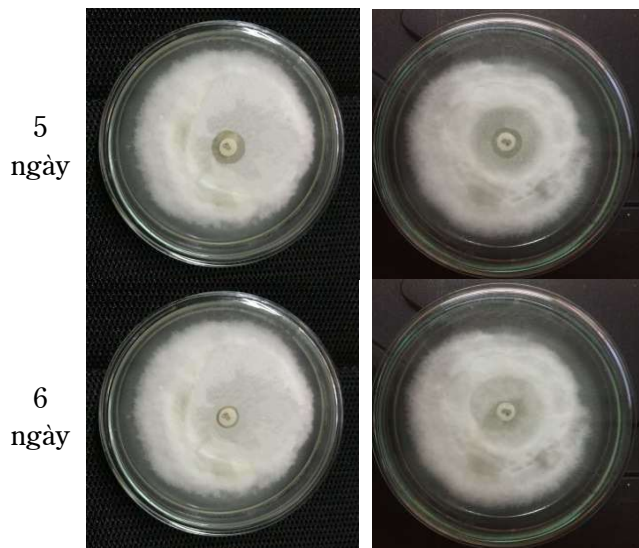
3.1. Kết quả hoạt tính kháng nấm *Collectotrichum gloeosporioides* của màng chitosan và chitosan - nano bạc

Bảng 1. Đường kính kháng nấm *Collectotrichum gloeosporioides* của màng chitosan (C90) và chitosan – nano bạc (CN90)

	C90	CN90
Ngày 1	12,67±1,03	15,57±0,49
Ngày 2	11,11±0,81	12,06±0,57
Ngày 3	9,36±0,45	10,84±0,37
Ngày 4	6,81±0,85	7,05±0,55
Ngày 5	3,94±0,48	4,73±0,50
Ngày 6	1,69±0,47	2,03±0,35

Ghi chú: Số liệu trong bảng là giá trị trung bình ± SD của 3 lần lặp lại.

Ngày	C90	CN90
1 ngày		
2 ngày		
3 ngày		
4 ngày		



Hình 1. Một số hình ảnh kháng nấm *Collectotrichum gloeosporioides* của màng chitosan (C90) và chitosan – nano bạc (CN90)

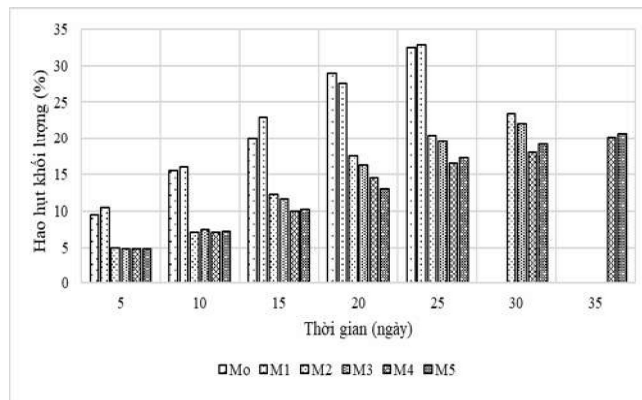
Hoạt tính ức chế nấm của màng chitosan và màng chitosan nano bạc được đo dựa trên sự tăng trưởng của nấm *Collectotrichum gloeosporioides* trong môi trường nuôi cấy. Kết quả quan sát ở hình 1 cho thấy, vòng tròn ức chế của màng chitosan nhỏ hơn so với màng chitosan – nano bạc. Điều này là do sự xuất hiện của các hạt nano bạc trong môi trường sinh trưởng của chúng gây ức chế sự phát triển của nấm, do đó các tế bào nấm bị tiêu diệt nhiều hơn khi không có sự xuất hiện của các hạt nano. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với nghiên cứu của Thomas và cs [12].

Kết quả thực nghiệm cho thấy, đường kính kháng nấm *Collectotrichum gloeosporioides* sau một ngày ở cả hai mẫu có độ deacetyl 90 (C90 và CN90) có đường kính kháng nấm lớn nhất lần lượt là 12,67 mm và 15,57 mm, vòng kháng khuẩn của hai mẫu có khuynh hướng giảm dần theo thời gian thí nghiệm và ở ngày thứ 7 vòng kháng khuẩn của hai mẫu C90 và CN90 lần lượt là 1,69 mm và 2,03 mm. Vì vậy, màng chitosan nano bạc có hiệu quả kháng nấm cao hơn màng chitosan trong việc ức chế bào tử của *Collectotrichum gloeosporioides*.

3.2. Kết quả sự biến đổi chất lượng của xoài cát Hòa Lộc sau khi bảo quản

Xoài được theo dõi trong suốt thời gian bảo quản cho đến khi mẫu có dấu hiệu hư hỏng (xuất hiện chấm đen trên vỏ).

3.2.1. Hao hụt khối lượng của xoài cát Hòa Lộc theo thời gian bảo quản



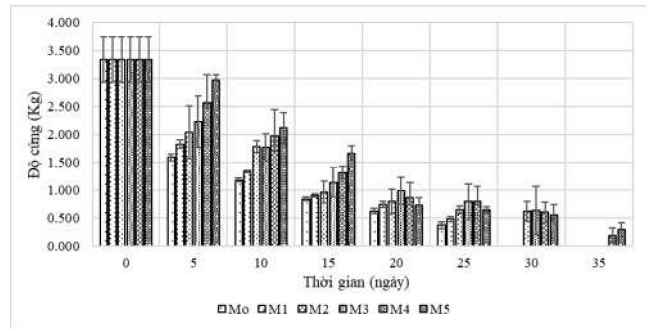
Hình 2. Sự hao hụt khối lượng của xoài theo thời gian bảo quản

Tổn thất khối lượng là chỉ tiêu quan trọng nhất để đánh giá chất lượng cũng như tính kinh tế của quả trong quá trình tồn trữ. Trong quá trình bảo quản không tránh khỏi sự hao hụt khối lượng, chủ yếu do quá trình hô hấp tiêu hao chất khô và sự mất ẩm do bay hơi nước. Ở các chế độ nhiệt độ bảo quản khác nhau đều xảy ra sự hao hụt khối lượng. Thời gian bảo quản càng dài hao hụt khối lượng càng tăng.

Bằng phương pháp phân tích ANOVA, đã thấy rằng tỷ lệ hao hụt khối lượng giữa các mẫu có ý nghĩa về mặt thống kê, với mức ý nghĩa p-value <0,05. Mức độ hao hụt khối lượng của các mẫu không bao màng ở hầu hết các thời điểm kiểm tra đều lớn hơn so với các mẫu có bao màng chitosan và chitosan – nano bạc. Sau 25 ngày bảo quản với cùng chế độ xử lý thì tỷ lệ hao hụt khối lượng của các mẫu tăng dần theo thứ tự từ mẫu có bao màng chitosan – nano bạc đến mẫu bao màng chitosan và cuối cùng là mẫu không bao màng. Cụ thể ở các mẫu không bao màng, tỷ lệ hao hụt khối lượng ở ngày 25 là 32,5% và 32,8%, với các mẫu có bao màng chitosan, tỷ lệ hao hụt là 22% và 18%, với các mẫu bao màng chitosan – nano bạc tỷ lệ này lần lượt là 20,1% và 20,6%. Điều này có thể được giải thích là do màng chitosan có thể kiểm soát lượng hơi nước ra vào màng nên chất lượng của xoài có thể duy trì được trong một thời gian nhất định. Lớp phủ chitosan làm giảm tối thiểu việc giảm khối lượng và kết hợp với xử lý nhiệt cho thấy tốc độ hô hấp thấp nhất [10].

Với kết quả trên có thể nói rằng, màng chitosan và màng chitosan nano bạc có tác dụng làm giảm tỷ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên của xoài trong quá trình bảo quản.

3.2.2. Sự thay đổi độ cứng của xoài theo thời gian bảo quản



Hình 3. Sự thay đổi độ cứng của xoài cát Hòa Lộc theo thời gian bảo quản

Độ cứng thịt quả là một chỉ tiêu để đánh giá mức độ chín của xoài trong thời gian bảo quản. Việc giảm độ cứng của trái cây trong quá trình bảo quản là do quá trình thủy phân cellulose và hemicellulose và sau một thời gian bảo quản thì các protopectin không hòa tan được chuyển thành pectin hòa tan làm mô thịt mềm [9].

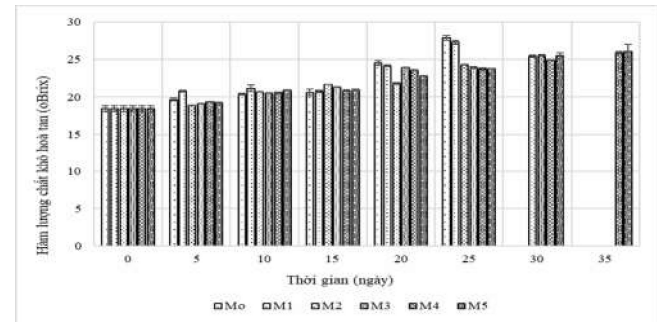
Kết quả ở hình 3 cho thấy, độ cứng của quả đều giảm ở tất cả các mẫu, cụ thể độ cứng của các mẫu không bao màng giảm rõ rệt ở ngày bảo quản thứ 25, độ cứng giảm từ 3,337 (Kg) xuống 0,373 và 0,48 (Kg), với các mẫu bao màng chitosan độ cứng giảm còn 0,649 và 0,791 (Kg), với các mẫu bao màng chitosan – nano bạc thì độ cứng giảm ở ngày 25 là 0,794 và 0,65 (Kg). Với kết quả phân tích ANOVA với mức ý nghĩa p -value < 0,05 cho thấy kết quả có ý nghĩa thống kê giữa các mẫu và không có sự khác biệt giữa các phương pháp xử lý khác nhau đến độ cứng của quả. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Jongsri và cs (2016), khi bảo quản trái cây bằng màng bọc thì độ cứng giảm chậm và giảm đều hơn so với các mẫu không bao màng, giúp xoài kéo dài thời gian bảo quản tới 35 ngày [2].

3.2.3. Sự thay đổi hàm lượng chất khô hòa tan của xoài cát Hòa Lộc theo thời gian bảo quản

Hình 4 cho thấy hàm lượng chất khô hòa tan của xoài có xu hướng tăng dần theo thời gian bảo quản, mẫu không bọc màng tăng nhanh hơn so với mẫu bọc màng chitosan. Cụ thể là hàm lượng chất khô hòa tan của các mẫu không bao màng đều tăng và tăng mạnh ở ngày bảo quản thứ 25, cho thấy giá trị tăng lên 27,827 và 27,267 (°Brix), với các mẫu bao màng chitosan và chitosan – nano bạc, giá trị này tăng đều và ổn định trong thời gian bảo quản, cụ thể

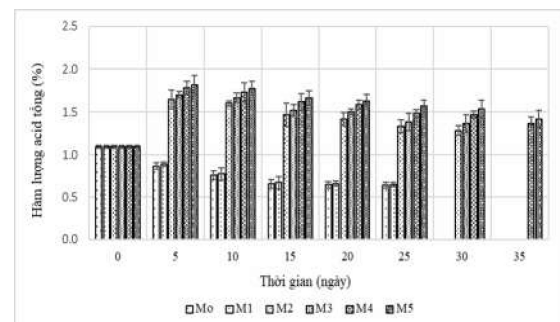
là ở ngày bảo quản thứ 30, hàm lượng chất khô hòa tan của các mẫu bao màng chitosan là 25,4 và 25,51 (°Brix) và giá trị này ở ngày 35 đối với các mẫu bao màng chitosan – nano bạc lần lượt là 25,9 và 26 (°Brix). Theo phân tích với mức ý nghĩa p -value > 0,05 cho thấy không có sự khác biệt giữa các giá trị hàm lượng chất khô hòa tan giữa các mẫu.

Kết quả nghiên cứu này phù hợp với nghiên cứu của Ueda và cs (2000) cho rằng trong quá trình bảo quản sau thu hoạch, hàm lượng chất khô hòa tan tăng cao và ổn định ở giai đoạn cuối [14].



Hình 4. Sự thay đổi hàm lượng chất khô hòa tan của xoài cát Hòa Lộc theo thời gian bảo quản

3.2.4. Sự thay đổi hàm lượng axit tổng của xoài cát Hòa Lộc theo thời gian bảo quản

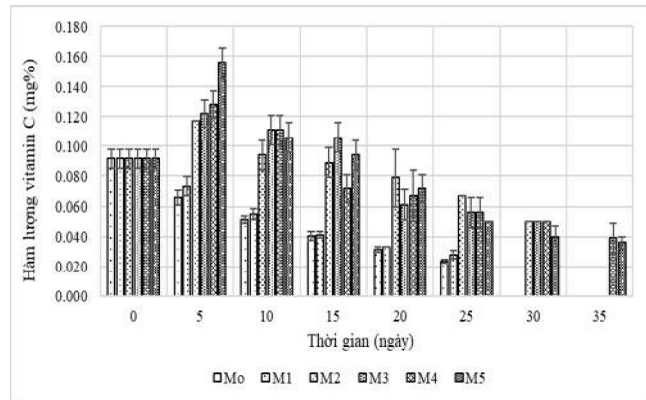


Hình 5. Sự thay đổi hàm lượng axit tổng của xoài cát Hòa Lộc theo thời gian bảo quản

Sau 25 ngày bảo quản với cùng chế độ xử lý, hàm lượng axit toàn phần của mẫu không bao màng giảm từ 1,093% xuống còn 0,633 và 0,64%. Còn đối với các mẫu bọc màng chitosan, sau 30 ngày hàm lượng axit giảm xuống còn 1,283 và 1,367%, với các mẫu bao màng chitosan – nano bạc thì giá trị này ở ngày bảo quản thứ 35 có sự biến thiên thấp hơn, giảm từ 1,093% xuống còn 1,367 và 1,42%.

Theo kết quả phân tích trong quá trình bảo quản đã nhận thấy rằng, hàm lượng axit toàn của các công thức thực nghiệm đều giảm xuống. Ở hầu hết các giống xoài, trong quá trình tự chín thì hàm lượng đường tổng tăng trong khi hàm lượng axit tổng giảm.

3.2.5. Sự thay đổi hàm lượng vitamin C của xoài cát Hòa Lộc theo thời gian bảo quản



Hình 6. Sự thay đổi hàm lượng vitamin C của xoài cát Hoà Lộc theo thời gian bảo quản

Hình 6 cho thấy mẫu không bọc màng sau thời gian bảo quản thì hàm lượng vitamin C giảm nhanh

trong 25 ngày, mẫu M0 từ 0,092 mg% còn 0,023 mg%. mẫu M1 còn 0,028 mg%. Hai mẫu bao bằng chitosan cũng giảm, nhưng giảm chậm hơn trong 30 ngày, mẫu M2 từ 0,917 mg% còn 0,07 mg%, mẫu M3 còn 0,08 mg% và hàm lượng vitamin C của quả được bọc bằng màng chitosan nano bạc cũng giảm, nhưng giảm chậm hơn và ổn định hơn so với mẫu M0 và mẫu M1 là 0,038 mg% và 0,032 mg%.

Kết quả nghiên cứu này phù hợp với kết quả khảo sát của Souza và cs (2015) về thời gian bảo quản của xoài cát lát được xử lý bằng màng chitosan [11]. Nghiên cứu cho thấy rằng hàm lượng vitamin C trong mẫu xoài cát lát không sử dụng màng chitosan giảm nhanh hơn hàm lượng vitamin C của mẫu xoài được bọc màng chitosan.

3.2.6. Tỷ lệ hư hỏng xoài trong quá trình bảo quản

Bảng 2. Tỷ lệ hư hỏng xoài khi bảo quản

	Ngày 5	Ngày 10	Ngày 15	Ngày 20	Ngày 25	Ngày 30	Ngày 35
M ₀	0	7,8	19,2	61,6	100	-	-
M ₁	0	7,9	19,4	61,9	100	-	-
M ₂	0	0	0	0	0	0	100
M ₃	0	0	0	0	0	0	100
M ₄	0	0	0	0	0	0	0
M ₅	0	0	0	0	0	0	0

Theo bảng 2, ở ngày 5 ở tất cả các mẫu vẫn chưa có sự xuất hiện các đốm đen trên bề mặt và có tỷ lệ hư hỏng là 0%. Vào ngày 10 đối với mẫu không bao màng được xử lý ở hai điều kiện xử lý khác nhau cho thấy bắt đầu xuất hiện các đốm đen ở một vài mẫu và có tỷ lệ hư hỏng các mẫu lần lượt là 7,8% và 7,9%. Các đốm đen bắt đầu xuất hiện nhiều ở các ngày bảo quản tiếp theo, cụ thể là với các mẫu không bao màng ở ngày bảo quản thứ 25 thì tỷ lệ hư hỏng của hai mẫu là 100%. Ngược lại với các mẫu bao màng chitosan và chitosan – nano bạc ở hai điều kiện xử lý khác nhau, cho tỷ lệ hư hỏng là 0% ở ngày 30. Sau thời gian bảo quản ở ngày thứ 30 trở đi, các mẫu được bao màng chitosan bắt đầu xuất hiện các đốm đen và có tỷ lệ hư hỏng là 100% ở ngày 35. Đối với mẫu bao màng chitosan nano bạc ở ngày bảo quản thứ 35 vẫn chưa xuất hiện các đốm đen và tỷ lệ hư hỏng 0%.

Tỷ lệ hư hỏng khi bảo quản bằng màng chitosan – nano bạc tốt hơn các phương pháp còn lại có thể được giải thích là do sự xuất hiện của các hạt nano bạc làm ức chế sự phát triển của các đốm đen trên bề

mặt quả, kèm theo quá trình xử lý trước khi tiến hành bảo quản đối với rửa nước ở nhiệt độ 50°C cho thấy tỷ lệ hư hỏng thấp hơn so với rửa nước ở nhiệt độ thường.

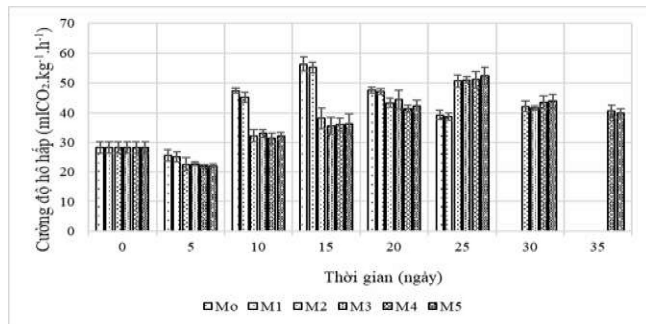
3.3. Kết quả khả năng hô hấp và sản sinh khí ethylene của xoài theo thời gian bảo quản

3.3.1. Cường độ hô hấp của xoài theo thời gian bảo quản

Trong quá trình bảo quản xoài cát Hòa Lộc các mẫu bọc màng chitosan và chitosan - nano bạc cho thấy cường độ hô hấp của xoài bị ức chế mạnh so với mẫu không được bao màng. Cường độ hô hấp trong mẫu không bao màng tăng nhanh chóng và đạt giá trị cao nhất tại ngày 15 (56,35 và 55,19 mlCO₂.kg⁻¹.h⁻¹) và giảm dần cho đến ngày 25 (39,24 và 38,71 mlCO₂.kg⁻¹.h⁻¹). Trong khi giá trị đỉnh hô hấp của các mẫu được bọc màng chitosan và chitosan - nano bạc tại ngày 25 với giá trị lần lượt là 50,64; 51,04; 51,12 và 52,52 (mlCO₂.kg⁻¹.h⁻¹), giá trị này bắt đầu giảm dần ở những ngày tiếp theo. Kết quả nghiên cứu này tương tự với công bố của Xuan Zhu và cs (2008) khi nghiên

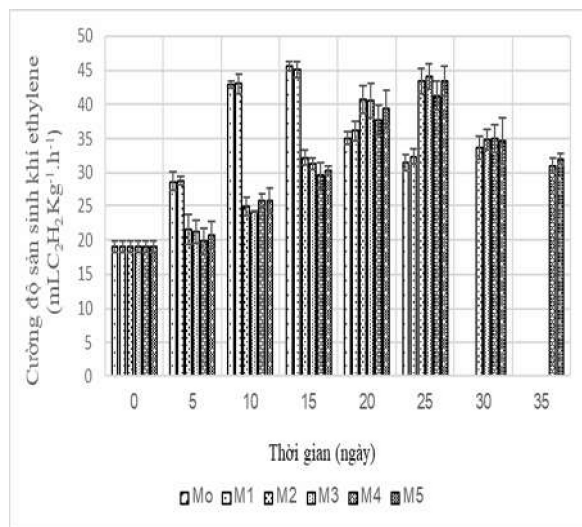
cứu về ảnh hưởng của chitosan đến chất lượng xoài sau thu hoạch [14].

Kết quả thực nghiệm thu được cho thấy cường độ hô hấp của tất cả các mẫu đều có xu hướng giảm trong 5 ngày bảo quản đầu tiên. Hiện tượng này là do điều kiện sống của quả bị thay đổi một cách đột ngột khi rời khỏi cây mẹ, điều này hoàn toàn phù hợp với đặc điểm sinh lý của các loại rau quả hô hấp đột biến sau thu hoạch



Hình 7. Cường độ hô hấp của xoài theo thời gian bảo quản

3.3.2. Cường độ sản sinh khí ethylene của xoài theo thời gian bảo quản



Hình 8. Cường độ hô hấp của xoài theo thời gian bảo quản

Cường độ sản sinh ethylene của tất cả các mẫu tăng đều sau một thời gian bảo quản sau đó đạt giá trị cực đại tại các thời điểm khác nhau rồi giảm đi một cách nhanh chóng. Cụ thể, mẫu M0 và M1 cho tốc độ sản sinh ethylene nhanh hơn và đạt giá trị cao nhất tại ngày 15 so với các mẫu bảo quản bằng màng chitosan và chitosan – nano bạc tại ngày 25. Chứng tỏ rằng việc bảo quản bằng màng chitosan nano bạc hạn chế việc sản sinh ethylene, kết quả này cùng quan điểm với Jongsri và cs (2016) [2].

4. KẾT LUẬN

Kết quả thu được từ các thí nghiệm trên, cho thấy khả năng kháng nấm *Collectotrichum gloeosporioides* của màng chitosan nano bạc tốt hơn màng chitosan sau 6 ngày thể hiện qua đường kính vòng kháng nấm.

Kết quả bảo quản xoài cát Hòa Lộc bằng màng chitosan nano bạc, sau 35 ngày khảo sát đo đạt các chỉ tiêu ảnh hưởng đến chất lượng, cho thấy hiệu quả rất tốt. Quả xoài vẫn giữ được chất lượng tốt, các chỉ tiêu theo dõi như hàm lượng vitamin C, axit tổng... so với mẫu đối chứng cũng như so với mẫu bọc màng chitosan.

Mẫu xoài bao màng chitosan nano bạc rửa nước ấm 50°C và rửa nước ở nhiệt độ thường cho kết quả bảo quản tương tự nhau. Tuy nhiên, đến ngày 35 xuất hiện đốm đen trên bề mặt với mẫu rửa nước thường, trong khi mẫu rửa nước ấm thì không xảy ra hiện tượng đốm đen.

Tóm lại, với kết quả đạt được hoàn toàn có thể ứng dụng vào thực tế dùng màng chitosan nano bạc bảo quản xoài cát Hòa lộc kéo dài thời gian sử dụng, đáp ứng nhu cầu tiêu dùng trong nước cũng như xuất khẩu.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi Dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ VN14-P6 bằng nguồn vốn vay ODA từ Chính phủ Nhật Bản.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Alishahi, A., Aider, M. (2012). Applications of chitosan in the seafood industry and aquaculture: a review. *Food and Bioprocess Technology*, 5(3): 817-830.
2. Jongsri, P., Wangsomboondee, T., Rojsitthisak, P., Seraypheap, K. (2016). Effect of molecular weights of chitosan coating on postharvest quality and physicochemical characteristics of mango fruit. *Lwt*, 73: 28-36.
3. Kasantikul, D. (1983). *Studies on growth and development, biochemical changes and harvesting indices of mango (Mangifera indica L.) cultivar 'Nam Dok Mai'*. Doctoral dissertation, MS Thesis, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.
4. Lam, P. F., Ng, K. H., Omar, D., Talib, Y. (1982). *Physical, Physiological and Chemical changes of "Golek" after harvest*. Paper presented at the Proc. Workshop on Mango and Rambutan.

ASEAN, Postharvest Training and Research Center, College, Languna, Philippines.

5. Li, W.-R., Xie, X.-B., Shi, Q.-S., Zeng, H.-Y., You-Sheng, O.-Y., Chen, Y.-B. (2010). Antibacterial activity and mechanism of silver nanoparticles on *Escherichia coli*. *Applied microbiology and biotechnology*, 85(4): 1115-1122.

6. Morones, J. R., Elechiguerra, J. L., Camacho, A., Holt, K., Kouri, J. B., Ramirez, J. T., Yacaman, M. J. (2005). The bactericidal effect of silver nanoparticles. *Nanotechnology*, 16(10): 2346.

7. Nguyễn Văn Mùi (2001). *Thực hành hóa sinh học*. Nxb Đại học Quốc gia Hà Nội.

8. No, H. K., Park, N. Y., Lee, S. H., Meyers, S. P. (2002). Antibacterial activity of chitosans and chitosan oligomers with different molecular weights. *International journal of food microbiology*, 74(1-2): 65-72.

9. Lý Nguyễn Bình, Nguyễn Văn Mười, Nguyễn Nhật Minh Phương, Lâm Thị Việt Hà, Võ Xuân (2006). Ảnh hưởng của nhiệt độ và bao bì đến chất lượng và thời gian bảo quản xoài cát Hòa Lộc. *Tạp chí Khoa học - Trường Đại học Cần Thơ* 9:17.

10. Shao, X. F., Tu, K., Tu, S., Tu, J. (2012). A combination of heat treatment and chitosan coating

delays ripening and reduces decay in “Gala” apple fruit. *Journal of food quality*, 35(2): 83-92.

11. Souza, M. P., Vaz, A. F., Cerqueira, M. A., Texeira, J. A., Vicente, A. A., Carneiro-da-Cunha, M. G. (2015). Effect of an edible nanomultilayer coating by electrostatic self-assembly on the shelf life of fresh-cut mangoes. *Food and bioprocess technology*, 8(3): 647-654.

12. Thomas, V., Yallapu, M. M., Sreedhar, B., Bajpai, S. (2009). Fabrication, characterization of chitosan/nanosilver film and its potential antibacterial application. *Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition*, 20(14): 2129-2144.

13. Thuan, N. H. D., Binh, L. N., Tuan, N. N., Anh, N. T. H. (2020). A Research on the preparation of nano silver from AgNO_3 and effects of the content of silver nano in chitosan-nanosilver film. *Viet Nam Trade and Industry Review*, 24: 65-72.

14. Zhu, X., Wang, Q., Cao, J., Jiang, W. (2008). Effects of chitosan coating on postharvest quality of mango (*Mangifera indica* L. cv. Tainong) fruits. *Journal of Food Processing and Preservation*, 32(5): 770-784.

RESEARCH ON THE PRESERVATION CAPABILITY BY CHITOSAN 90% DEACETYLATION DEGREE - NANO SILVER TO THE QUALITY CHANGE OF HOA LOC MANGO

Nguyen Huynh Dinh Thuan, Nguyen Ngoc Tuan,

Pham Thi Quyen, Duong Quoc Dat, Ly Nguyen Binh

Summary

In this study, chitosan film was packaging for Hoa Loc mango with deacetyl of 90% and supplemented with 0.001M silver nano colloidal solution with a content of 75 ppm. Hoa Loc mangoes are washed in normal temperature water (M0) and treated in water at 50°C (M1) without coated, treated in normal temperature water (M2) and washed in water at 50°C (M3) packaged with chitosan film, washed by normal water (M4) and washed with water at 50°C (M5) coated by chitosan - nanosilver film, stored at $12^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$. The results obtained, samples M0 and M1 after 25 days of storage, the quality of mangoes changed significantly, the spoilage rate was 100%. Samples M2 and M3, the shelf life was 30 days, the mango just started showing signs of deterioration such as black spots on the surface. Samples M4 and M5, after storage 35 days, the color of the pods remained the same, the surface of the fruit still did not appear black spots, the damage rate was 0%. However, the two treatments at two different temperature conditions showed that the quality parameters of the samples were not different but washing water at 50°C helps clean the surface and appearance slowly of black spots on the surface of the peel.

Keywords: *Chitosan, chitosan films, Hoa Loc mango, nano silver.*

Người phản biện: PGS.TS. Hoàng Thị Lệ Hằng

Ngày nhận bài: 3/6/2021

Ngày thông qua phản biện: 5/7/2021

Ngày duyệt đăng: 5/5/2022