

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA NỒNG ĐỘ PULLULAN THU NHẬN TỪ CHỦNG NẤM *Aureobasidium pullulans* M01 ĐẾN KHẢ NĂNG BẢO QUẢN QUẢ XOÀI CÁT CHU

Bùi Thị Hải Hòa^{1*}, Trịnh Thị Thu Hằng¹, Nguyễn Ngọc Huyền²

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, đã sử dụng pullulan thu nhận được từ chủng nấm *Aureobasidium pullulans* M01 để nghiên cứu đánh giá khả năng bảo quản xoài. Kết quả cho thấy, sử dụng chế phẩm pullulan 8%, kết hợp với bao gói PE - T cho bảo quản xoài ở nhiệt độ thường (28 - 30°C) có thể gia tăng thời gian bảo quản lên đến 13 ngày, kéo dài hơn 8 ngày so với mẫu đối chứng. Sử dụng chế phẩm pullulan kết hợp với bao gói PE - L cho bảo quản xoài ở nhiệt độ lạnh (12 - 13°C) có thể gia tăng thời gian bảo quản xoài lên 25 ngày, kéo dài hơn 12 ngày so với mẫu đối chứng. Tỷ lệ thối hỏng khi bảo quản xoài ở nồng độ pullulan 8% và 12% ở nhiệt độ thường và nhiệt độ lạnh sau 13 ngày và 25 ngày ở mức 8,33%, nhỏ hơn 10% và đạt yêu cầu bảo quản. Xoài vẫn giữ được màu sắc của vỏ quả sau 13 và 25 ngày bảo quản ở nhiệt độ thường và nhiệt độ lạnh, biến đổi về độ cứng cũng như trạng thái, kết cấu của quả đạt mức thấp nhất. Chất lượng quả xoài sau bảo quản vẫn đảm bảo giá trị dinh dưỡng.

Từ khóa: *Aureobasidium pullulans* M01, pullulan, bảo quản xoài.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xoài Cát Chu là một trong những giống xoài có giá trị kinh tế cao được trồng phổ biến ở các tỉnh/thành miền Đông Nam bộ và ở Vĩnh Long, Cần Thơ, Tiền Giang, Đồng Tháp..., là một trong những loại quả được thị trường quốc tế rất ưa chuộng. Tuy nhiên, xoài là loại quả khó bảo quản, thời gian bảo quản xoài tự nhiên chỉ đạt từ 4 - 5 ngày ở nhiệt độ thường và 15 ngày ở nhiệt độ lạnh. Vì vậy, việc kéo dài thời gian sử dụng và hạn chế mức thấp nhất hư hỏng, bảo tồn được chất lượng quả xoài trong quá trình vận chuyển, phân phối và xuất khẩu là điều rất cần thiết. Pullulan là một polymer sinh học an toàn, không màu, không mùi, hòa tan trong nước, chịu môi trường pH từ 2 - 12 [1, 2, 3]. Một trong các đặc tính quan trọng của pullulan là hình thành các cấu trúc vi màng không cho oxy lọt qua, do đó pullulan được ứng dụng trong bảo quản trái cây nhằm kéo dài thời gian bảo quản, giảm thối hỏng và hao hụt khối lượng tự nhiên của quả [4, 5].

Màng bọc pullulan với những khả năng đặc biệt như hạn chế mất nước, kháng khuẩn, kháng nấm, có tác dụng ngăn cản oxy đã được nhiều nhà khoa học

trong và ngoài nước nghiên cứu ứng dụng có kết quả khả quan trong nhiều lĩnh vực, đặc biệt trong bảo quản thực phẩm. Tuy vậy, ở Việt Nam việc nghiên cứu sử dụng màng bọc pullulan trong bảo quản rau quả tươi đến nay vẫn còn khá mới mẻ và chỉ dừng lại ở mức độ thử nghiệm thăm dò, chưa đưa ra được quy trình có thể áp dụng trong thực tế ở quy mô công nghiệp. Do đó việc nghiên cứu đánh giá khả năng bảo quản xoài của pullulan thu nhận từ nấm *Aureobasidium pullulans* M01 không chỉ tạo ra giải pháp hiệu quả giảm tổn thất sau thu hoạch mà còn giúp đa dạng hóa các ứng dụng của pullulan.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu

Xoài Cát Chu trồng theo tiêu chuẩn VietGAP, được thu hái tại thời điểm 70 ngày sau khi đậu trái, quả lựa chọn cho nghiên cứu có màu sắc và kích thước tương đối đồng đều, khoảng 300 g/quả, không có dấu hiệu tổn thương cơ học hay hư hại do sâu bệnh.

Chế phẩm pullulan được thu nhận từ *A. pullulans* M01 là chế phẩm thô có độ ẩm ≤8%, đã được định tính thành phần pullulan và kiểm tra các chỉ tiêu an toàn vệ sinh thực phẩm.

Bao PE không đục lỗ zipper có độ dày 40 µm, kích thước 30 x 20 cm (PE - L); bao PE đục lỗ với đường kính 5 mm/lỗ (PE - T), % diện tích đục lỗ

¹ Trường Đại học Mở Hà Nội

² Viện Cơ điện Nông nghiệp và Công nghệ sau thu hoạch

*Email: haihoacnsh@hou.edu.vn

65,4%, kích thước 30 x 20 cm được cung cấp bởi Công ty TNHH Sản xuất Thương mại Ngũ Long, 16 Hàng Chiếu, Hà Nội.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Chuẩn bị màng bao pullulan

- Chế phẩm pullulan 4%: pha 40 g pullulan trong 1.000 ml nước cất (CT1).

Chế phẩm pullulan 8%: pha 40 g pullulan trong 1.000 ml nước cất (CT2).

Chế phẩm pullulan 12%: pha 120 g pullulan trong 1.000 ml nước cất (CT3).

2.2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm bảo quản xoài

Thí nghiệm được bố trí với 3 công thức CT1, CT2 và CT3, với hai điều kiện thí nghiệm là nhiệt độ thường và nhiệt độ lạnh, đối chứng không xử lý với chế phẩm pullulan.

Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên hoàn toàn với 3 lần lặp lại. Xoài Cát Chu được lựa chọn đồng đều về kích thước và màu sắc, sau đó được rửa sạch và ngâm nước nóng 55°C trong 5 phút, để ráo.

Xây dựng 4 công thức thí nghiệm, mỗi công thức 6 quả xoài. Xoài được nhúng vào dung dịch pullulan nồng độ khác nhau là 4% (CT1), 8% (CT2) và 12% (CT3) [6]. Thời gian nhúng pullulan của các công thức là 2 phút, sau đó để khô tự nhiên [7]. Công thức đối chứng không nhúng pullulan, ký hiệu là ĐC. Xoài được bảo quản ở hai điều kiện nhiệt độ là nhiệt độ thường (28 - 30°C) và nhiệt độ lạnh (12 - 13°C). Ở điều kiện nhiệt độ thường, xoài được bao gói trong màng PE-T và ở điều kiện lạnh được bao gói trong màng PE-L. Các công thức thí nghiệm được theo dõi và đánh giá với các chỉ tiêu: hao hụt khối lượng tự nhiên, độ cứng, màu sắc vỏ quả, hàm lượng axit hữu cơ, hàm lượng chất khô hòa tan tổng số và tỷ lệ thối hỏng.

2.2.3. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu chất lượng

- Phương pháp lấy mẫu:

Lấy mẫu rau quả tươi theo TCVN 5102-90 (ISO 874-1980).

- Xác định tỷ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên:

Hao hụt khối lượng tự nhiên được xác định bằng cách cân khối lượng từng quả ở mỗi công thức trước

khí bảo quản và sau mỗi lần theo dõi. Hao hụt khối lượng tự nhiên sẽ được tính theo công thức:

$$X = (M_1 - M_2) / M_1$$

Trong đó: X là hao hụt khối lượng tự nhiên ở mỗi lần theo dõi (%); M_1 là khối lượng quả trước bảo quản (g); M_2 là khối lượng quả ở các lần theo dõi (g).

- Xác định sự biến đổi màu sắc:

Xác định sự biến đổi màu sắc vỏ xoài bằng máy đo màu Color Meter của hãng Color Tec PCM/PSM, Mỹ. Độ biến đổi màu sắc của vỏ quả được xác định bằng công thức:

$$\Delta E = [(L_i - L_o)^2 + (a_i - a_o)^2 + (b_i - b_o)^2]^{1/2}$$

Trong đó: L là chỉ số thể hiện độ sáng của vỏ quả có giá trị từ 0-100; a là chỉ số thể hiện dải màu từ xanh lá cây đến đỏ, có giá trị từ -60 đến +60; b là chỉ số thể hiện dải màu từ xanh da trời đến vàng, có giá trị từ -60 đến +60; L_i , a_i , b_i là kết quả đo màu ở lần phân tích thứ i; L_o , a_o , b_o là kết quả đo màu của nguyên liệu đầu vào.

- Xác định độ cứng của quả:

Độ cứng được xác định bằng máy đo độ cứng cầm tay Fruit Pressure Tester của hãng Bertuzzi, Italia. Dựa trên nguyên lý đo độ lún thịt quả dưới một lực tác dụng bằng nhau (quả cân 200 g), trong cùng một đơn vị thời gian. Độ cứng được tính theo công thức:

$$X = F/S.$$

Trong đó: X là độ cứng của quả (kg/cm^2); F là giá trị của máy đo; S là diện tích của mũi kim (cm^2).

- Xác định hàm lượng chất rắn hòa tan (theo TCVN 7771: 2007):

Nguyên tắc: dựa vào chỉ số đo được trên chiết quang kế để biết tỉ lệ % chất khô hòa tan có trong dịch Máy đo chiết quang kế cầm tay có thể sử dụng để xác định % TSS (chất rắn hòa tan tương đương với độ Brix cho dung dịch đường) trong một mẫu nhỏ dịch quả. Nhiệt độ sẽ ảnh hưởng đến kết quả đo (tăng khoảng 0,5% TSS khi tăng 5°C) nên cần điều chỉnh phép đo ở nhiệt độ thường. Để có kết quả chính xác hơn cần làm sạch và chuẩn hóa máy đo giữa mỗi lần đọc kết quả bằng nước cất (nên để 0% TSS ở 20°C). Hàm lượng chất hòa tan sẽ bằng chỉ số tương ứng ghi trên giải phân cách. Đơn vị đo là °Bx hoặc %.

- Xác định hàm lượng axit hữu cơ tổng số (theo TCVN 5483: 2007):

Nguyên tắc: axit toàn phần của dịch quả được xác định dựa trên phản ứng trung hòa các axit có trong mẫu bằng dung dịch kiềm NaOH 0.1N với chất chỉ thị là phenolphthalein.

- Xác định tỷ lệ thối hỏng:

Tỷ lệ thối hỏng được xác định theo công thức sau: $X (\%) = M2/M1 \times 100$

Trong đó: X (%) là tỷ lệ thối hỏng; M1 là tổng số quả theo dõi trong một công thức; M2 là tổng số quả thối hỏng.

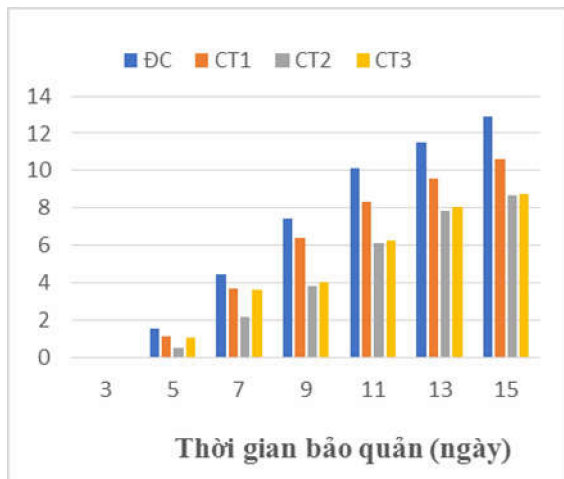
Tỷ lệ thối hỏng được biểu thị bằng đại lượng phần trăm hao hụt về số quả trong tổng số quả theo dõi trong bảo quản. Quả được tính là bị thối hỏng khi

xuất hiện các dấu hiệu thối rữa, có đốm đen to, độ mềm cao, có mùi chua rõ rệt.

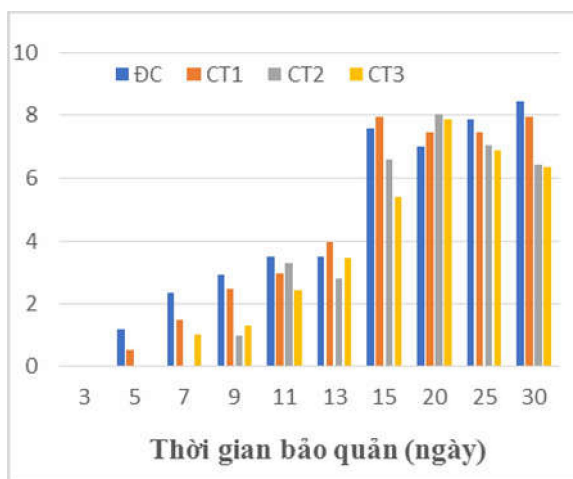
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nồng độ chế phẩm pullulan đến tỷ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên của xoài Cát Chu trong thời gian bảo quản

Hao hụt khối lượng là hiện tượng xảy ra trong quá trình bảo quản. Tuy nhiên, mức độ hao hụt phụ thuộc vào nhiều yếu tố như loại nguyên liệu, phương pháp xử lý, bao bì đóng gói, điều kiện bảo quản... Việc sử dụng dung dịch pullulan nhằm tạo 1 lớp màng bao bọc mặt vỏ quả sẽ hạn chế các quá trình sinh lý, sinh hoá của quả trong quá trình bảo quản. Kết quả đánh giá ảnh hưởng của chế phẩm pullulan đến tỷ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên của xoài ở điều kiện bảo quản nhiệt độ thường (28 - 30°C) và bảo quản nhiệt độ lạnh (12 - 13°C) được thể hiện ở hình 1a và 1b.



(a)



(b)

Hình 1. Ảnh hưởng của nồng độ chế phẩm pullulan xử lý đến tỷ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên (%) của quả xoài theo thời gian

Ghi chú: (a) mẫu bảo quản nhiệt độ thường; (b) mẫu bảo quản nhiệt độ lạnh

Kết quả ở hình 1 cho thấy, hao hụt khối lượng tự nhiên diễn ra ở tất cả các công thức và tăng theo thời gian bảo quản.

Trong điều kiện bảo quản nhiệt độ thường, mẫu ĐC, CT1, CT2, CT3 có tỷ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên sau 9 ngày bảo quản là 7,45%, 6,4%, 3,83%, 4,03%. Tỷ lệ này tiếp tục tăng mạnh ở các ngày bảo quản tiếp theo. Sau 15 ngày bảo quản ở điều kiện nhiệt độ thường, hao hụt khối lượng tự nhiên của mẫu ĐC là 12,87%, CT1 là 10,60%, CT2 là 8,65% và CT3 là 8,78%.

Trong điều kiện bảo quản lạnh, sự hao hụt khối lượng tự nhiên xảy ra chậm hơn. Mẫu ĐC, CT1, CT2,

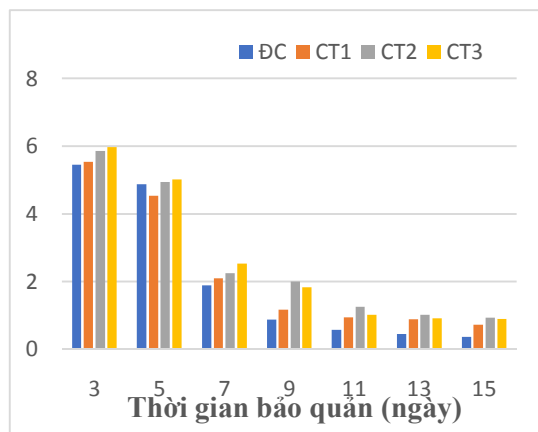
CT3 có tỷ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên sau 15 ngày bảo quản là 7,6%, 7,06%, 6,6% và 5,42%. Sau 30 ngày bảo quản, tỷ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên ở các mẫu ĐC, CT1, CT2, CT3 lần lượt là 8,43%, 7,96%, 6,23% và 6,37%. Trong số các công thức xử lý thì công thức CT2 có tỷ lệ hao hụt thấp nhất so với các công thức CT1 và CT3.

Như vậy, sự hao hụt khối lượng tự nhiên ở công thức ĐC là lớn nhất và khác biệt so với các công thức được xử lý chế phẩm pullulan trong cùng điều kiện bảo quản. Điều này có thể lý giải do chế phẩm pullulan đã tạo một lớp màng bọc bao phủ quả, lớp màng này có tác dụng ngăn không cho bề mặt quả

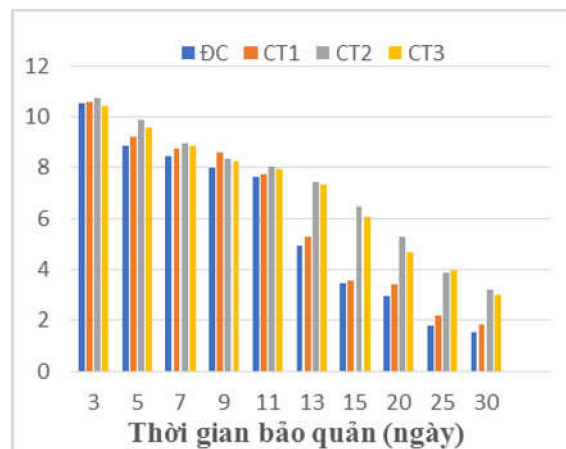
tiếp xúc trực tiếp với môi trường bên ngoài, quá trình hô hấp và bay hơi nước nên hạn chế tổn thất khối lượng.

Từ kết quả trên có thể bước đầu đánh giá chế phẩm pullulan bảo quản xoài có khả năng làm giảm tỷ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên ở quả.

3.2. Ảnh hưởng của nồng độ chế phẩm pullulan đến sự biến đổi độ cứng của xoài Cát Chu trong thời gian bảo quản



(a)



(b)

Hình 2. Ảnh hưởng của chế phẩm pullulan đến sự biến đổi độ cứng của xoài

Ghi chú: (a) mẫu bảo quản nhiệt độ thường; (b) mẫu bảo quản nhiệt độ lạnh

Qua kết quả ở hình 2 cho thấy, độ cứng của quả xoài ở các công thức đều giảm dần theo thời gian bảo quản, tuy nhiên ở các công thức khác nhau có mức giảm khác nhau. Mẫu đối chứng cho thấy độ cứng giảm mạnh, độ cứng của công thức ĐC chỉ còn 0,37 kg/cm² sau 15 ngày ở nhiệt độ thường và 1,54 kg/cm² sau 30 ngày ở nhiệt độ lạnh. Nguyên nhân do quá trình chín dẫn đến thay đổi kết cấu, trạng thái quả.

Ở nhiệt độ thường, độ cứng của quả ở công thức CT1, CT2 và CT3 đều giảm sau ngày thứ 7 bảo quản, tuy nhiên công thức CT2 và CT3 có độ cứng giảm chậm hơn so với công thức CT1. Độ cứng ở công thức CT1, CT2 và CT3 vào ngày thứ 15 khi bảo quản ở nhiệt độ thường là 0,72, 0,93 và 0,89 kg/cm², cao hơn hẳn so với công thức ĐC (0,37 kg/cm²).

Khi bảo quản xoài ở nhiệt độ lạnh, độ cứng của quả ở các công thức CT1, CT2 và CT3 đều giảm sau 25 ngày bảo quản, tuy nhiên công thức CT2 và CT3

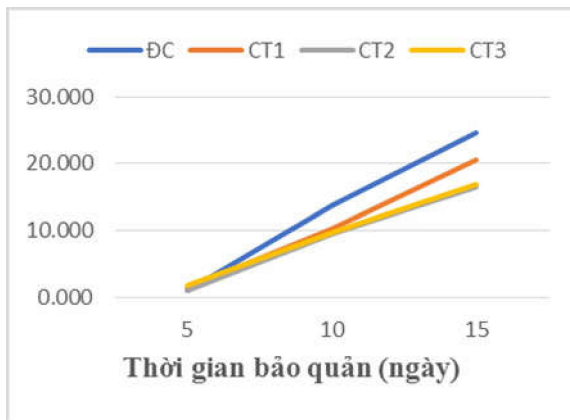
Độ cứng của quả là một trong những chỉ tiêu vật lý quan trọng để đánh giá sự thay đổi trạng thái kết cấu của ruột quả. Độ cứng của quả sẽ thay đổi trong quá trình bảo quản, nguyên nhân do protopectin trong quả bị thủy phân thành pectin hòa tan làm cho quả mềm dần. Để khảo sát ảnh hưởng của chế phẩm pullulan đến sự biến đổi độ cứng của ruột quả trong quá trình bảo quản, đã tiến hành theo phương pháp ở mục 2.2.3. Kết quả thu được thể hiện ở hình 2a và 2b.

có độ cứng giảm chậm hơn so với công thức CT1. Độ cứng của quả ở công thức CT1, CT2 và CT3 lần lượt là 2,18, 3,88 và 3,98 kg/cm², cao hơn hẳn so với công thức ĐC (1,78 kg/cm²).

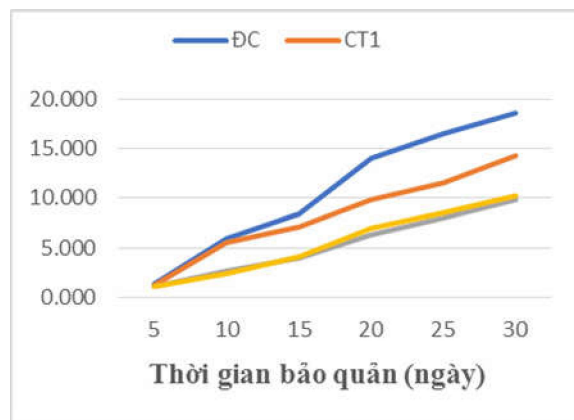
Sự giảm biến đổi độ cứng ở CT2 và CT3 có thể lý giải bởi khi nhúng quả với chế phẩm pullulan đã tạo một lớp màng bao làm cho quá trình hô hấp của quả hạn chế, do vậy quá trình chuyển đổi protopectin sang pectin chậm hơn và độ cứng của quả giảm chậm, màng bao có nồng độ pullulan 8% và 12% sẽ giúp quả giảm độ cứng chậm hơn.

3.3. Ảnh hưởng của nồng độ chế phẩm pullulan đến sự biến đổi màu sắc vỏ quả xoài Cát Chu trong thời gian bảo quản

Kết quả theo dõi sự biến đổi màu sắc của vỏ quả được đánh giá thông qua giá trị ΔE ở các thời điểm theo dõi 5, 10, 15 ngày đối với mẫu bảo quản ở nhiệt độ thường và 5, 10, 15, 20, 25, 30 ngày đối với mẫu bảo quản ở nhiệt độ lạnh được trình bày ở hình 3.



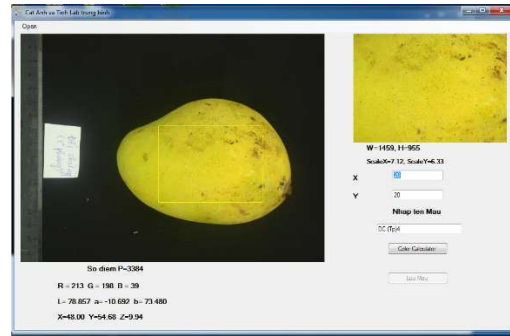
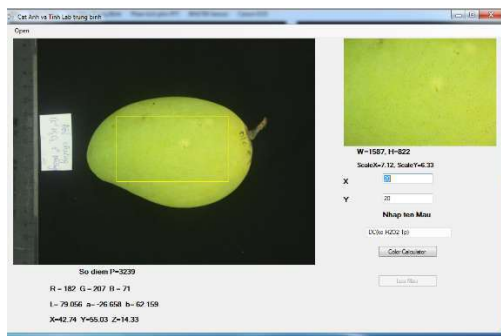
(a)



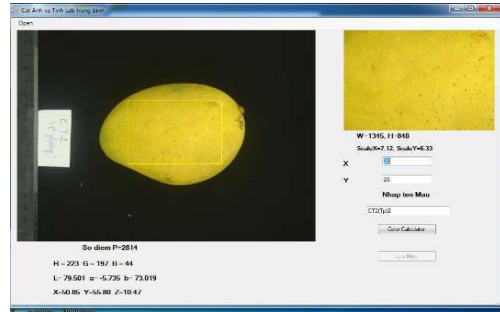
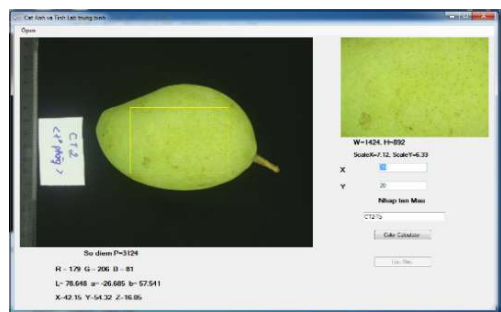
(b)

Hình 3. Ảnh hưởng của chế phẩm pullulan đến sự biến đổi màu sắc quả xoài (ΔE) theo thời gian

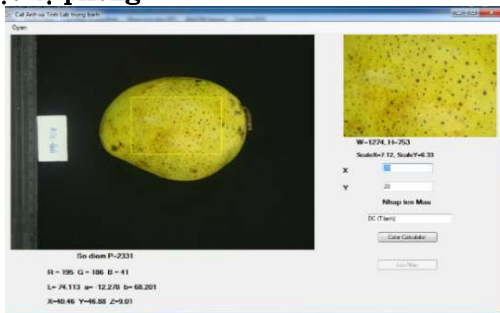
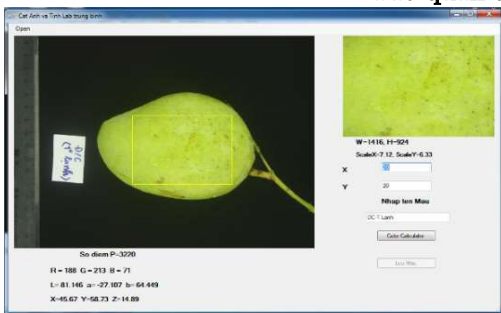
Ghi chú: (a) mẫu bảo quản nhiệt độ thường; (b) mẫu bảo quản nhiệt độ lạnh



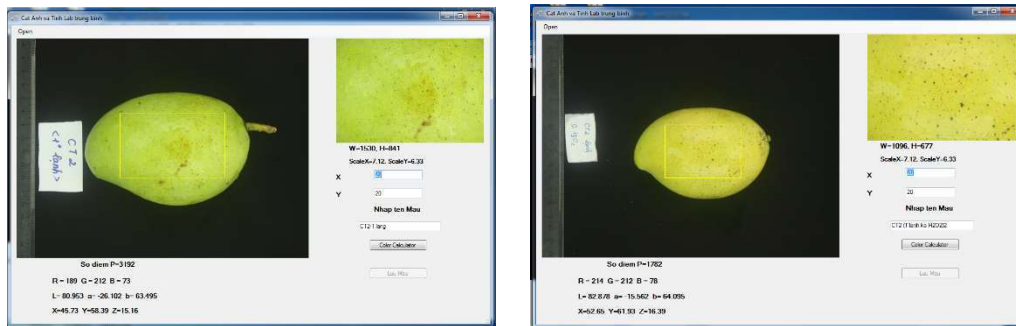
Hình 4. Sự biến đổi màu sắc của xoài đối chứng sau 5 ngày và 10 ngày bảo quản ở nhiệt độ phòng



Hình 5. Sự biến đổi màu sắc của xoài bảo quản ở CT2 sau 5 ngày và 10 ngày bảo quản ở nhiệt độ phòng



Hình 6. Sự biến đổi màu sắc của xoài đối chứng sau 5 ngày và 30 ngày bảo quản ở nhiệt độ lạnh



Hình 7. Sự biến đổi màu sắc của xoài bảo quản ở CT2 sau 5 ngày và 30 ngày bảo quản ở nhiệt độ lạnh

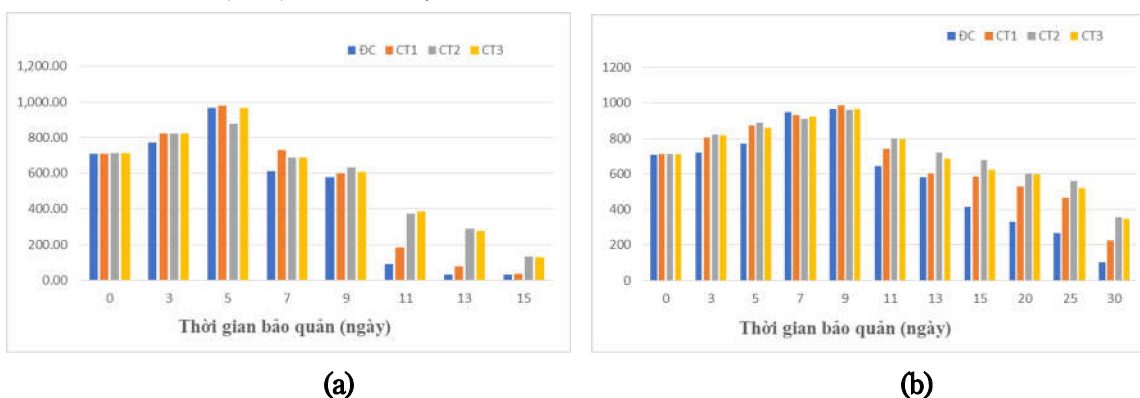
Thời gian bảo quản càng dài thì màu sắc biến đổi càng nhiều do quả càng chín. Với cùng một thời gian bảo quản thì mẫu đối chứng và mẫu CT1 biến đổi màu nhiều nhất, ở nhiệt độ thường sau 15 ngày, ΔE của ĐC và CT1 lần lượt là 24,530 và 20,471. Ở nhiệt độ lạnh sau 30 ngày, ΔE của ĐC và CT1 lần lượt là 18,569 và 14,300. Trong khi đó mẫu CT2 và CT3 biến đổi ít hơn ở cả 2 nhiệt độ bảo quản, ΔE lần lượt là 16,544 và 16,900 sau 15 ngày bảo quản ở nhiệt độ thường, 9,863 và 10,178 sau 30 ngày bảo quản ở nhiệt độ lạnh. Biên độ biến đổi màu (khoảng biến đổi màu ở các thời điểm bảo quản của cùng một nồng độ) của các mẫu cũng có sự khác biệt rõ ràng: mẫu đối chứng màu sắc biến đổi rất nhanh, khoảng chênh lệch giữa các thời điểm bảo quản rất lớn. Các khoảng chênh lệch này giảm dần tương ứng theo nồng độ pullulan 4%, 8%. Mẫu CT2 và CT3 màu sắc vỏ quả chuyển dần sang màu xanh vàng, có độ sáng dần lên, trong khi mẫu ĐC vỏ quả sậm màu hơn và chuyển sang lốm đốm. Mẫu 8% (CT2) có biên độ màu biến

đổi ít nhất, tuy nhiên mức độ chênh lệch giữa 2 mẫu CT2 và CT3 là không đáng kể.

Từ những kết quả trên, đã nhận thấy tại 2 chế độ bảo quản lạnh và bảo quản thường, nồng độ pullulan 8% hoặc 12% đều có ảnh hưởng làm giảm khả năng biến đổi màu của quả xoài. Tuy nhiên, bảo quản xoài ở nhiệt độ lạnh kết hợp màng pullulan 8% (CT2) có khả năng hạn chế sự biến đổi màu quả một cách rõ rệt, màu sắc quả chênh lệch nhiều so với đối chứng.

3.4. Ảnh hưởng của nồng độ chế phẩm pullulan đến sự biến đổi hàm lượng axit hữu cơ của xoài Cát Chu trong thời gian bảo quản

Để đánh giá sự ảnh hưởng của màng bao pullulan tới hàm lượng axit hữu cơ khi bảo quản xoài, đã tiến hành theo dõi sự thay đổi hàm lượng axit của các mẫu thí nghiệm tại các thời điểm khác nhau trong thời gian bảo quản. Kết quả được thể hiện ở hình 8.



Hình 8. Ảnh hưởng của nồng độ chế phẩm pullulan đến sự biến đổi hàm lượng axit (mg/l) của xoài Cát Chu trong thời gian bảo quản

Ghi chú: (a) mẫu bảo quản nhiệt độ thường; (b) mẫu bảo quản nhiệt độ lạnh

Tất cả các mẫu đều có sự biến thiên hàm lượng axit chung giống nhau và chỉ khác nhau về cường độ biến thiên. Những ngày đầu của quá trình bảo quản,

hàm lượng axit tăng lên nhanh chóng, sau 5 ngày bảo quản hàm lượng axit đạt cực đại. Theo biểu đồ hình 8, mẫu ĐC có cường độ biến đổi axit hữu cơ lớn nhất, sau đó đến CT1. Mẫu CT2 và CT3 có cường độ biến

đối axit hữu cơ chậm hơn, nguyên nhân có thể do màng pullulan đã hạn chế quá trình sinh lý, sinh hoá của quả xoài nên đã kìm hãm quá trình biến đổi thành phần axit hữu cơ.

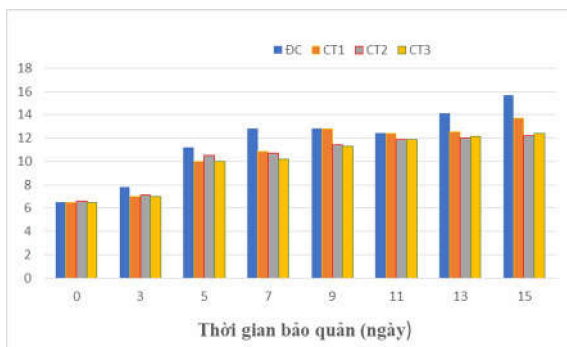
Ở mẫu bảo quản nhiệt độ thường, sau 11 ngày bảo quản, hàm lượng axit toàn phần của mẫu đối chứng và mẫu CT1 có sự biến thiên mạnh nhất và gần như tương đương nhau, mẫu CT1 giảm từ 185,16 mg/l xuống 35,74 mg/l từ ngày 11 đến ngày 15, mẫu đối chứng giảm từ 92,16 mg/l xuống 32,13 mg/l. Trong khi đó mẫu CT2 và CT3 duy trì hàm lượng axit ở 132,41 mg/l và 127,13 mg/l vào ngày 15 ở nhiệt độ thường.

Tương tự như vậy, ở nhiệt độ lạnh, thời gian bảo quản kéo dài hơn do nhiệt độ lạnh làm giảm quá trình hô hấp và biến đổi hóa sinh trong xoài, thời gian bảo quản kéo dài lên đến 30 ngày, với hàm lượng axit biến thiên chậm ở các mẫu ĐC, CT1, CT2 và CT3, lần lượt là 102,17, 225,17, 354,56 và 347,12 mg/l.

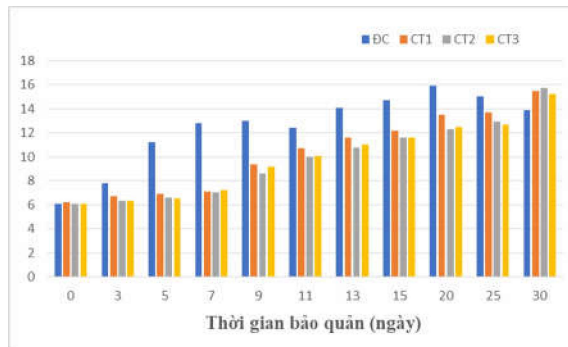
Như vậy, hiệu quả bảo quản thể hiện rõ nhất ở CT2, nguyên nhân có thể do CT3 với nồng độ pullulan 12% tạo màng bao quá dày sẽ kìm hãm quá trình thoát hơi nước và CO₂ (là sản phẩm của quá trình hô hấp) nên lúc này sẽ là quá trình yếm khí, ảnh hưởng đến chất lượng quả. Việc kết hợp bảo quản xoài bằng pullulan 8% (CT2) ở nhiệt độ lạnh cho kết quả biến thiên hàm lượng axit hữu cơ tổng số chậm nhất, chứng tỏ hiệu quả bảo quản là cao nhất. Kết quả này tương ứng với nghiên cứu của Wei Zhou và cs (2021) khi nghiên cứu nồng độ pullulan kết hợp với chitosan trong bảo quản xoài [5].

3.5. Ảnh hưởng của nồng độ chế phẩm pullulan đến sự biến đổi hàm lượng chất khô hòa tan và tỷ lệ thối hỏng của xoài Cát Chu trong thời gian bảo quản

Sự biến đổi hàm lượng chất khô hòa tan tổng số/tỷ lệ thối hỏng của các mẫu thí nghiệm được trình bày ở hình 9 và 10.



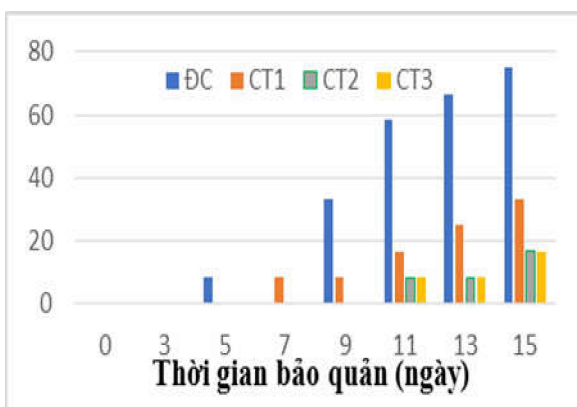
(a)



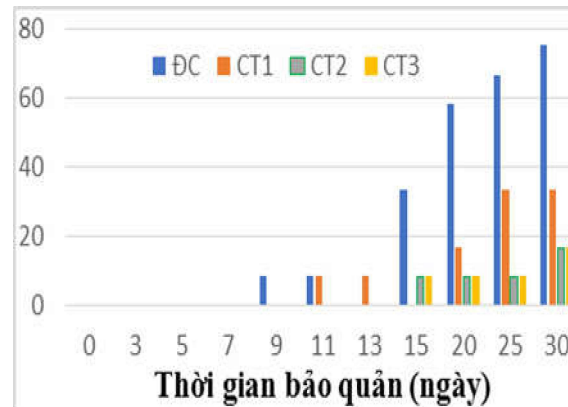
(b)

Hình 9. Biến đổi chất khô hòa tan theo thời gian bảo quản

Ghi chú: (a) mẫu bảo quản nhiệt độ thường; (b) mẫu bảo quản nhiệt độ lạnh



(a)



(b)

Hình 10. Đồ thị tỷ lệ thối hỏng xoài theo thời gian bảo quản

Ghi chú: (a) mẫu bảo quản nhiệt độ thường; (b) mẫu bảo quản nhiệt độ lạnh

Nồng độ chất khô hòa tan và tỷ lệ thối hỏng biến đổi theo thời gian bảo quản là những chỉ tiêu quan trọng cần phải quan tâm đến trong quá trình bảo quản rau quả tươi.

Kết quả xác định nồng độ chất khô tổng số (Hình 9) cho thấy, mẫu đối chứng không xử lý pullulan nên chất khô hòa tan tăng nhanh so với mẫu CT1, CT2, CT3. Các mẫu ĐC, CT1, CT2 và CT3 sau 15 ngày bảo quản ở nhiệt độ thường có lượng chất khô hòa tan là 15,7, 13,7, 12,2 và 12,4 độ Brix. Mẫu CT2 và CT3 có sự biến đổi chất khô hòa tan theo thời gian bảo quản chậm hơn so với mẫu CT1 và ĐC do màng pullulan hạn chế khả năng hô hấp nên chất tan tăng lên chậm hơn. Tương tự với nhiệt độ bảo quản lạnh, mẫu CT2 và CT3 có sự biến đổi chất khô hòa tan thấp hơn hẳn so với mẫu ĐC và CT1. Sau 30 ngày bảo quản ở nhiệt độ lạnh, mẫu đối chứng đã chuyển sang giai đoạn hư hỏng, phân hủy nên nồng độ chất khô hòa tan giảm rõ rệt ở ngày thứ 30.

Đối với tỉ lệ thối hỏng xoài, kết quả ở hình 10 cho thấy, ở nhiệt độ bảo quản thường, xoài bắt đầu hỏng ở ngày thứ 5 đối với mẫu ĐC, ngày thứ 7 đối với mẫu CT1 và từ ngày thứ 11 đối với CT2 và CT3. Ở nhiệt độ bảo quản lạnh, thời gian bảo quản xoài được kéo dài hơn. Xoài bảo quản bắt đầu hỏng ở ngày thứ 9 đối với mẫu ĐC, ngày thứ 11 đối với mẫu CT1 và từ ngày thứ 15 đối với CT2 và CT3. Tỷ lệ thối hỏng ở ngày thứ 30 theo thứ tự mẫu ĐC, CT1, CT2, CT3 là 75%, 33,33%, 16,67%, 16,67% cho thấy hiệu quả bảo quản xoài khi sử dụng pullulan ở nhiệt độ lạnh tốt hơn hẳn so với bảo quản ở nhiệt độ thường.

Như vậy, sử dụng chế phẩm pullulan kết hợp với bao gói PE-L và bảo quản xoài ở nhiệt độ lạnh (12-13°C) có thể gia tăng thời gian bảo quản xoài lên 25 ngày, kéo dài hơn 12 ngày so với mẫu đối chứng. Tỷ lệ thối hỏng của CT2 và CT3 ở nhiệt độ thường và nhiệt độ lạnh sau 13 ngày và 25 ngày ở mức 8,33%, nhỏ hơn 10% và đạt yêu cầu bảo quản. Do hiệu quả bảo quản xoài của pullulan ở nồng độ 8% và 12% là tương đương nhau, để tăng hiệu quả kinh tế, nồng độ pullulan 8% (CT2) là lựa chọn thích hợp khi bảo quản xoài.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đánh giá được ảnh hưởng của nồng độ pullulan thu nhận từ nấm *A. pullulans* M01 đến khả năng bảo quản xoài Cát Chu. Kết quả cho

thấy nồng độ pullulan 8% có thể kéo dài thời gian bảo quản xoài, giảm tỷ lệ thối hỏng, đặc biệt khi kết hợp với bảo quản xoài ở nhiệt độ lạnh. Xoài vẫn giữ được màu sắc của vỏ quả sau 13 và 25 ngày bảo quản ở nhiệt độ thường và nhiệt độ lạnh, biến đổi về độ cứng cũng như trạng thái, kết cấu của quả đạt mức thấp nhất. Như vậy, nồng độ chế phẩm pullulan thu nhận từ chủng nấm *Aureobasidium pullulans* M01 ở mức 8% có hiệu quả trong việc ứng dụng kéo dài thời gian bảo quản xoài Cát Chu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Alemzadeh, Iran (2009). The study on microbial polymers: pullulan and PHB. *Iran. J. Chem. Chem. Eng.*, Vol 28 (No1), 13-21.
2. Cheng K. C., Demirci A., Catchmark J. (2009). Effect of temperature, carbon source, yeast extract, and pH on pullulan production by *Aureobasidium pullulans*. *The American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 1-6.3.
3. Shengjun Wua, Jinhua Chenb (2013). Using pullulan-based edible coatings to extend shelf-life of fresh-cut 'Fuji' apples. *International Journal of Biological Macromolecules* Volume 55, April 2013, Pages 254-257.
4. Bộ Công Thương (2020). Dự án sản xuất thử nghiệm "Hoàn thiện công nghệ sản xuất pullulan và ứng dụng trong sản xuất một số sản phẩm thực phẩm". Báo cáo tổng kết.
5. WeiZhou., YunxiaHe. and etc (2021). Carboxymethyl chitosan-pullulan edible films enriched with galangal essential oil: Characterization and application in mango preservation. *Carbohydrate Polymers*, Volume 256, 15 March 2021, 117579.
6. Anna Chlebowska-Śmigiel, Małgorzata Gniewosz, Ewa Świńczak (2007). An attempt to apply a pullulan and pullulan – protein coatings to prolong apples shelf-life stability. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 6(1) 2007, 49-56.
7. Nishant Kuma, Pratibha, Neeraj, Anka Trajkovska Petkoska, Sawsan Ali AL-Hilifi and Olaniyi Amos Fawole (2021). Effect of Chitosan–Pullulan Composite Edible Coating Functionalized with Pomegranate Peel Extract on the Shelf Life of Mango (*Mangifera indica*). *Coatings* 2021, 11, 764.

**THE EFFECT OF PULLULAN FROM *Aureobasidium pullulans* M01
ON PRESERVING CAT CHU MANGOES**

Bui Thi Hai Hoa, Trinh Thi Thu Hang, Nguyen Ngoc Huyen

Summary

In this study, we used pullulan obtained from the fungus *Aureobasidium pullulans* M01 to study and evaluate the ability to preserve mango. The results show that using pullulan 8%, combined with PE-T packaging for mango preservation at room temperature (28-30°C) can increase the storage time up to 13 days, lasting 8 days longer than the control sample. Using pullulan in combination with PE-L packaging for mango storage at cold temperature (12-13°C) can increase the mango storage time to 25 days, lasting 12 days longer than the control sample. The rate of spoilage when storing mangoes at pullulan concentrations of 8% and 12% at room temperature and cold temperature after 13 days and 25 days was at 8.33%, less than 10% and meet storage requirements. Mangoes still retain the color of the skin after 13 and 25 days of storage storage at room temperature and cold temperature, the change in hardness as well as the state and texture of the fruit reaches the lowest level. The quality of mango fruit after preservation still ensures nutritional value.

Keywords: *Aureobasidium pullulans* M01, pullulan, preserve mango.

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

Ngày nhận bài: 6/9/2022

Ngày thông qua phản biện: 28/9/2022

Ngày duyệt đăng: 5/10/2022