

NGHIÊN CỨU BẢO QUẢN CHUỐI BẰNG MÀNG PECTIN – CHITOSAN VÀ PECTIN – ALGINATE

POSTHARVEST PRESERVATION OF BANANA FRUITS USING PECTIN – CHITOSAN AND PECTIN – ALGINATE COATINGS

Ngô Thị Minh Phương^{1*}, Pornchai Rachtanapun², Đặng Thị Mộng Quyên³, Trần Thị Xô⁴

¹*Trường Cao đẳng Công nghệ - Đại học Đà Nẵng; hoiphuong01@yahoo.com.vn*

²*Đại học Chiang Mai, Thái Lan*

³*Trường Cao đẳng Lương thực - Thực phẩm Đà Nẵng; mongquyen76@gmail.com*

⁴*Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng; tranthixo@gmail.com*

Tóm tắt - Bài báo này đã nghiên cứu tạo được màng pectin - alginate (P/AG) và pectin - chitosan (P/CS), đã xác định được những tính chất cơ bản của màng như độ dày, độ hòa tan, độ bền cơ học, độ thấm hơi nước, độ truyền hơi nước, độ thấm khí oxy và khả năng kháng vi sinh vật của hai loại màng. Sau đó tiến hành nghiên cứu bảo quản quả chuối bằng 2 loại màng này. Kết quả cho thấy chuối được phủ màng có tỉ lệ hao hụt khối lượng, có tỉ lệ hư hỏng, hàm lượng vitamin C, độ cứng giảm chậm hơn nhiều so với mẫu đối chứng. Đặc biệt, chuối được phủ màng P/CS có số lượng tế bào vi khuẩn, số lượng tổng tế bào nấm men, nấm mốc thấp hơn so với chuối phủ màng P/AG, đều nhỏ hơn 106 CFU/g chuối sau 18 ngày bảo quản. Vì vậy, có thể ứng dụng phủ màng P/CS cho quả chuối để kéo dài thời gian bảo quản và đảm bảo được các chỉ tiêu chất lượng của chuối.

Từ khóa - bảo quản; chuối; độ cứng; hao hụt khối lượng; màng phủ

Abstract - In this article, the pectin-alginate (P/AG) and pectin - chitosan (P/CS) films are prepared. The thickness, water solubility, the mechanical properties, water vapour permeability, water vapor transmission rate, oxygen permeability and antimicrobial activity of these films are investigated. Effect of P/CS and P/AG coatings on postharvest preservation of banana fruits are studied. The results indicate that these coatings show lower weight loss, lower decay but retain higher firmness and vitamin C content compared to control ones. Especially, the count of bacteria, molds and yeasts in the banana fruits with P/CS coatings reaches 106 CFU/g by the end of storage time of 18 days, lower than that of the control and P/AG coatings. Therefore, P/CS coatings can be applied to banana fruit preservation to extend the shelf life and protect the quality of banana fruits.

Key words - preservation; banana; firmness; weight loss; coatings

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, người tiêu dùng rất quan tâm đến sức khỏe. Nhu cầu sử dụng rau quả của con người ngày càng tăng, đòi hỏi ngành công nghiệp thực phẩm phải đưa ra các phương pháp mới để duy trì chất lượng thực phẩm và kéo dài thời gian bảo quản. Để kéo dài thời gian bảo quản trái cây, người ta thường hay dùng hóa chất hoặc bảo quản lạnh. Phương pháp hóa chất sẽ ảnh hưởng đến sức khỏe người tiêu dùng, phương pháp bảo quản lạnh rất tốn kém và không tiện lợi.

Việc ứng dụng màng phim và màng phủ cho các sản phẩm thực phẩm là một cách tiếp cận mới để giải quyết vấn đề này. Các màng này có thể cố định các chất kháng vi sinh vật để bảo quản thực phẩm đạt chất lượng tốt hơn. Lợi ích của việc sử dụng màng sinh học là có khả năng phân hủy tự nhiên, thay thế cho những vật liệu plastic thương mại hiện nay và đảm bảo vấn đề an toàn thực phẩm.

Pectin có nhiều ứng dụng, đặc biệt là nó có khả năng tạo màng, ưu điểm của màng pectin là có khả năng làm rào cản khí oxy rất tốt và có khả năng bảo vệ sản phẩm chứa lipid khỏi bị oxy hóa [1]. Màng từ polysaccharide có khả năng chống chịu lực lớn hơn và linh động hơn so với màng protein.

Cả pectin, alginate và chitosan đều có thể sử dụng để tạo màng phân hủy và ăn được, nhưng màng được tạo ra từ một loại polysaccharide thường có những nhược điểm riêng như màng pectin có thể tan hoàn toàn trong nước, độ bền kéo thấp, khả năng làm rào cản hơi nước thấp. Để màng được tạo ra có những tính chất hóa lý theo mong muốn, nghiên cứu này thực hiện tạo màng kết hợp giữa pectin và alginate, giữa pectin và chitosan.

Chuối là một trong những loại trái cây phổ biến nhất trên thế giới, ở Việt Nam, chuối là loại trái cây đóng vai trò quan trọng và có giá trị xuất khẩu lớn, đặc biệt là xuất khẩu sang Trung Quốc, Nhật Bản. Sản lượng chuối hàng năm trên triệu tấn. Các thành phần chính của chuối bao gồm nước, đường, polysaccharides, axit hữu cơ, hợp chất nitơ, chất thơm, các chất polyphenol và vitamin, ... [2]. Do giá trị dinh dưỡng cao, chuối dễ mắc bệnh do vi sinh vật gây ra. Bên cạnh đó, chuối dễ bị tổn thương ở nhiệt độ thấp và hơn nữa, nó là loại quả hô hấp đột biến. Việc phủ màng lên bề mặt quả chuối có nhiệm vụ làm rào cản oxy nên làm chậm quá trình hô hấp, làm rào cản hơi nước nên làm giảm tổn thất khối lượng, giữ được độ tươi ngon của quả tốt hơn so với quả không được phủ màng.

Chính vì những lý do trên, nghiên cứu này chọn bảo quản chuối bằng cách phủ màng pectin - alginate và pectin - chitosan để tạo môi trường khí quyển điều chỉnh, do đó có thể kéo dài được thời gian bảo quản và duy trì được chất lượng của chuối trong thời gian bảo quản.

2. Nguyên liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên liệu

Chuối tiêu *Musa acuminata* đạt độ già chín được thu hái tại vườn ở huyện Duy Xuyên, tỉnh Quảng Nam, đem rửa sạch trong nước. Chọn các nải chuối trên cùng một buồng và đồng nhất về kích cỡ, màu sắc, hình dạng. Những quả bị bầm hay sâu bệnh phải được loại bỏ.

Pectin được chiết từ vỏ bưởi theo quy trình của Ngô Thị Minh Phương và cộng sự [3].

Chitosan có độ deacetyl hóa là 90% và khối lượng phân tử là 70.000 Da, được cung cấp bởi Công ty Chitosan Việt Nam.

Alginate được mua tại Công ty TNHH Lianyungang Zhongda, Trung Quốc.

Glycerol và CaCl_2 có độ tinh khiết lớn hơn 99%, được mua của hãng Xilong, Trung Quốc.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp tạo màng:

Chuẩn bị dung dịch pectin-alginate [4-7]: Alginate và pectin được hòa tan trong nước nóng với nồng độ 2%. Ngoài 2 thành phần chính ra, có bổ sung glycerol với vai trò là chất dẻo hóa với tỉ lệ 50% so với lượng chất khô polyme và CaCl_2 với hàm lượng 0,01g/1g polyme. Sau đó, phối trộn hỗn hợp pectin và alginate với tỉ lệ 1:1 và khuấy đều.

Chuẩn bị dung dịch pectin-chitosan: Pectin được hòa tan trong nước nóng với nồng độ 2%, bổ sung CaCl_2 với hàm lượng 0,01g/1g polyme. Chitosan được hòa tan trong dung dịch axit axetic 1,5%. Sau đó phối trộn hỗn hợp pectin-chitosan với tỉ lệ 1:1. Ngoài 2 thành phần chính ra, có bổ sung glycerol với vai trò là chất dẻo hóa với tỉ lệ 50% so với lượng polyme. Sau đó, khuấy đến khi dung dịch đồng nhất.

Hỗn hợp tạo màng sau khi chuẩn bị xong được bảo quản ở nhiệt độ 4°C trong 24 giờ để loại bọt khí. Sau đó, đổ dung dịch tạo màng vào khuôn có kích thước 8 cm x 15 cm. Lượng dung dịch đổ vào khuôn luôn được điều chỉnh là 30g.

- Xác định độ dày của màng: Độ dày được xác định bằng cách sử dụng thiết bị Mitutoyo (hiệu PCM 137, No.2046S, Nhật Bản). Tiến hành đo 5 ở vị trí của màng (4 góc và 1 ở tâm), sau đó lấy kết quả trung bình.

- Xác định độ hòa tan của màng (%H) [4]: Màng được cắt thành hình vuông 3 x 3 cm và sấy khô đến khối lượng không đổi ở 60°C trong thiết bị sấy chân không, cân khối lượng ban đầu (W_d). Sau đó, đặt màng vào cốc chứa 20 ml nước cất, lắc đều trong 24 giờ ở nhiệt độ 25°C. Màng sau đó được sấy khô trong cùng điều kiện, cân khối lượng (W_s). Độ tan của màng được tính toán theo công thức:

$$\%H = \frac{W_d - W_s}{W_d} \cdot 100 \%$$

- Xác định tính chất cơ lý của màng: Độ bền kéo (TS) và độ giãn dài (E) được xác định theo tiêu chuẩn ASTM, phương pháp chuẩn D882 (1995b) [8].

- Xác định độ thấm hơi nước [8]: Độ thấm hơi nước (WVP) được xác định theo phương pháp E95-96 (ASTM, 1995b). Mẫu màng được cố định lên hộp nhôm có chứa sẵn silicagen để giữ độ ẩm ban đầu bên trong hộp là 0%. Sau đó đặt vào bình hút ẩm có điều chỉnh độ ẩm tương đối 50±5% bằng dung dịch muối MgNO_3 bão hòa. Tiến hành đo sau mỗi 12 giờ trong 6 ngày để biết lượng hơi nước hấp thụ qua màng. Độ thấm hơi nước được tính theo phương trình sau:

$$WVP = \frac{w \cdot x}{t \cdot A \cdot P_0 \cdot (RH_1 - RH_2)}$$

Trong đó: w/t là tốc độ thấm hơi nước, được tính bằng hệ số hồi quy tuyến tính của sự thay đổi khối lượng theo thời gian (g/h); x là chiều dày màng (mm); A là diện tích thấm của màng (m^2); P_0 là áp suất hơi của nước tinh khiết (3,159 kPa ở 25°C); ($RH_1 - RH_2$) là chênh lệch độ ẩm tương đối giữa bên trong và ngoài màng.

- Đo độ thấm khí oxy của màng: Độ thấm khí oxy được đo bằng thiết bị Mocon (OX-TRAN® Model 2/21 Series, Mocon Inc., Hoa Kỳ). Các phép đo được thực hiện ở nhiệt độ $23 \pm 2^\circ\text{C}$, 75% RH và 760 mmHg, theo tiêu chuẩn ASTM D-3985 và sử dụng các màng có kích thước 6 cm x 6 cm. Kết quả là giá trị trung bình của 3 lần đo.

- Kiểm tra khả năng kháng vi sinh vật: Khả năng kháng khuẩn của các dung dịch tạo màng được kiểm tra với các vi sinh vật thường gây bệnh trong thực phẩm và hoa quả như *E. coli*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus niger* bằng phương pháp khuếch tán giếng thạch. Tiến hành thực hiện như sau: pha dung dịch chứa 10^6 CFU/ml của mỗi vi sinh vật được khảo sát và chuẩn bị môi trường nuôi cấy tương ứng: môi trường thạch BHI cho *E. coli*, môi trường Salouraud cho *S. cerevisiae* và *Aspergillus niger*. Sau khi đổ môi trường vào đĩa petri và làm nguội, tạo các giếng thạch có đường kính 5 mm và đổ 0,5 ml dung dịch tạo màng vào bên trong giếng thạch một cách cẩn thận. Để 24 giờ trong tủ lạnh, lấy ra cấy vi sinh vật vào ở giữa tủ ẩm ở 30°C trong 48 giờ, sau đó kiểm tra đường kính của vùng kháng khuẩn (mm).

- Phương pháp tạo màng phủ mẫu chuối bảo quản: Các quả chuối được lựa chọn theo yêu cầu và phân loại thành 3 nhóm, mỗi nhóm chứa 21 quả. Nhúng quả chuối vào dung dịch pectin-chitosan và dung dịch pectin-alginate trong thời gian 3 phút, lấy ra và để khô ở nhiệt độ 25°C và độ ẩm 53±2% (có sử dụng quạt). Sau đó bảo quản ở 25°C và độ ẩm 53±2% trong các thùng carton để hở trong 18 ngày, cứ cách 3 ngày lấy mẫu đo các chỉ tiêu chất lượng của chuối. Mẫu không phủ màng gọi là mẫu đối chứng.

- Đo tổn thất khối lượng của chuối bằng công thức [9]:
% tổn thất = $(m_d - m_c)/m_d$.

Trong đó: m_d là khối lượng ban đầu của quả (g); m_c là khối lượng của quả sau thời gian bảo quản (g).

- Xác định độ cứng của chuối: tính bằng g lực, đo bằng thiết bị Rheotex bằng cách cố định đường đi và tiết diện đầu đo. Độ cứng của quả được tính bằng lực (g) với mũi đầu tip dài 10 mm [10].

- Xác định hàm lượng vitamin C bằng phương pháp chuẩn độ i-ốt.

- Xác định hàm lượng đường tổng bằng phương pháp Bertrand.

- Xác định số lượng tế bào vi khuẩn và số lượng tế bào nấm men, nấm mốc theo tiêu chuẩn AOAC phương pháp 997.02.

- Phương pháp phân tích số liệu: Các kết quả đều được đo lặp lại 3 lần. Phân tích phương sai bằng phần mềm Minitab.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Một số tính chất cơ bản của màng P/CS và màng P/AG

Kết quả một số tính chất cơ bản của màng P/CS và màng P/AG được biểu diễn ở Bảng 1.

Từ các kết quả ở Bảng 1 ta thấy, màng P/AG mỏng hơn màng P/CS, sự khác biệt này là do khối lượng phân tử của các nguyên liệu tạo màng khác nhau, và hơn nữa, sự tương tác giữa pectin và chitosan, giữa pectin và alginate cũng theo cơ chế khác nhau, cấu trúc mạng lưới không gian không giống nhau, do đó độ dày của chúng khác nhau.

Bảng 1. Một số tính chất của màng P/CS và P/AG

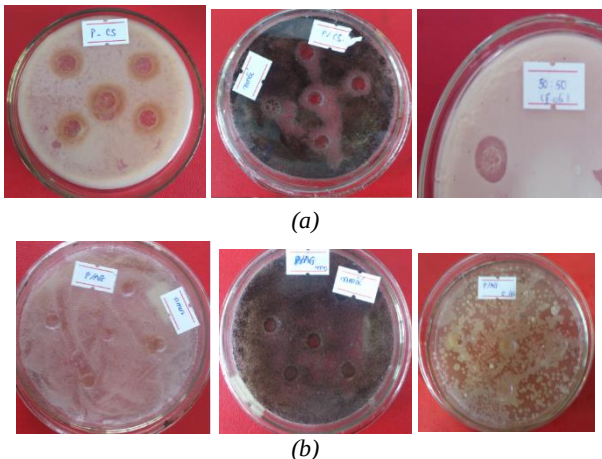
Các chỉ tiêu của màng	P/CS	P/AG
Độ dày, μm	75 $\pm$ 3,4	43,8 $\pm$ 2,11
Độ bền kéo đứt, MPa	19,7 $\pm$ 0,85	21,71 $\pm$ 1,23
Độ hòa tan, %	9,09 $\pm$ 0,5	30,38 $\pm$ 1,3
Độ thấm hơi nước, g.mm/d.m ² .kPa.dĩa	0,946 $\pm$ 0,032	0,873 $\pm$ 0,025
Độ truyền hơi nước, g/d.m ²	21,34 $\pm$ 0,852	36,514 $\pm$ 1,042
Độ thấm khí oxy, cc.mm/m ² .d	162,4 $\pm$ 7,6	190,6 $\pm$ 10,2

Màng P/CS có độ hòa tan thấp hơn so với màng P/AG, cả hai đều có độ hòa tan thấp hơn 50% ở 25°C. Chitosan không tan trong nước, còn pectin và alginate tan trong nước nhưng trong trường hợp tạo màng có cầu nối Ca^{+} sẽ tạo ra màng có độ hòa tan thấp hơn nguyên liệu ban đầu. Kết quả cho thấy sự kết hợp giữa pectin và chitosan, giữa pectin và alginate tạo được mạng lưới giữ ổn định trong nước, và mức độ hòa tan phụ thuộc vào mức độ bền vững của các liên kết giữa pectin và chitosan, giữa pectin và alginate với cầu nối Ca^{+} .

Màng P/CS có độ thấm hơi nước cao hơn và có độ truyền hơi nước thấp hơn so với màng P/AG. Kết quả này liên quan đến bản chất của polymer và cấu trúc mạng lưới không gian của các màng, chúng ảnh hưởng đến khả năng hấp thụ và truyền hơi nước của các màng. Tương tự như độ truyền hơi nước, độ thấm khí của màng P/CS cũng thấp hơn của màng P/AG. Có thể giải thích là do mạng lưới không gian được tạo bởi lực liên kết tĩnh điện giữa pectin và chitosan chặt chẽ và gọn hơn so với liên kết ngang dạng “hình hộp trứng” được tạo thành bởi nhóm $-\text{COO}-$ của pectin, alginate với cầu nối Ca^{2+} .

3.2. Khả năng kháng vi sinh vật của màng P/CS và màng P/AG

Để ứng dụng màng trong bảo quản chuối, khả năng kháng vi sinh vật của màng đóng vai trò rất quan trọng. Kết quả kiểm tra khả năng kháng một số vi sinh vật nghiên cứu được biểu diễn ở Hình 1.

**Hình 1.** Khả năng kháng vi sinh vật của màng P/CS và màng P/AG

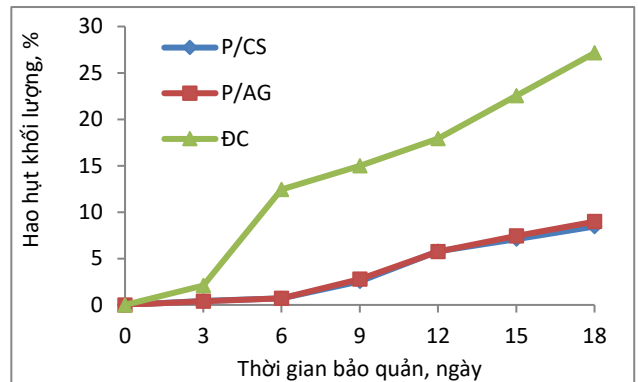
Dung dịch tạo màng P/CS có khả năng kháng nấm men *S.cerevisiae*, nấm mốc *A.niger* và vi khuẩn *E.Coli*, còn dung dịch tạo màng P/AG thì hầu như không thể thấy rõ khả năng kháng những loại vi sinh vật nghiên cứu này. Đây là điều

kiện để xem xét khả năng làm rào cản và kháng vi sinh vật khi tiến hành bảo quản chuối bằng màng. Có thể giải thích khả năng kháng nấm men, nấm mốc, vi khuẩn của màng P/CS, mà chủ yếu là do chitosan như sau: do có sự tương tác điện giữa nhóm $-\text{NH}_3^{+}$ của chitosan và nhóm phosphoryl trong thành phần phospholipid của màng tế bào, làm rò rỉ thành tế bào, cuối cùng là tế bào vi sinh vật bị chết.

3.3. Nghiên cứu bảo quản chuối bằng phương pháp phủ màng pectin – alginate và màng pectin - chitosan

3.3.1. Sự hao hụt khối lượng của quả chuối trong thời gian bảo quản

Kết quả nghiên cứu về hao hụt khối lượng của quả chuối trong quá trình bảo quản ở 25°C trong thời gian 18 ngày được biểu diễn ở đồ thị Hình 2.

**Hình 2.** Hao hụt khối lượng của chuối trong thời gian bảo quản

Kết quả ở đồ thị Hình 2 cho thấy, hao hụt khối lượng của chuối tăng dần theo thời gian bảo quản đối với cả mẫu đối chứng và mẫu phủ màng. Hao hụt khối lượng của mẫu đối chứng tăng nhanh, đạt 27,15%; của mẫu phủ màng P/CS và màng P/AG lần lượt là 8,45% và 8,97% sau 18 ngày bảo quản. Vì chuối được phủ màng nên giảm được tốc độ thoát hơi nước, đồng thời khi được phủ màng thì hạn chế khả năng thấm khí oxy từ bên ngoài vào quả, làm giảm quá trình hô hấp, kết quả là hao hụt khối lượng sẽ giảm. Hao hụt khối lượng của chuối phủ màng P/CS và P/AG có tồn thất khối lượng gần giống nhau là do màng P/AG có độ truyền hơi nước cao hơn so với màng P/CS nhưng độ thấm hơi nước của màng P/AG lại thấp hơn so với màng P/CS.

Hơn nữa, việc phủ màng đã kéo dài thời gian đạt đỉnh hô hấp của quả chuối. Đỉnh hô hấp của mẫu đối chứng là 6 ngày, trong khi đó chuối được phủ màng đạt đỉnh hô hấp sau 12 ngày khi bảo quản ở 25°C, kết quả này được thể hiện ở độ tăng mạnh hao hụt khối lượng của mẫu đối chứng sau 6 ngày và của mẫu phủ màng sau 12 ngày.

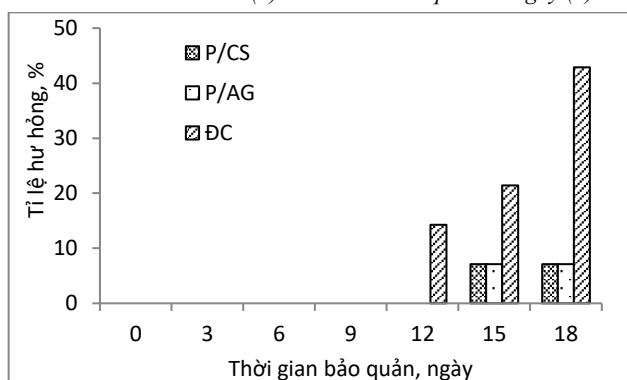
3.3.2. Tỷ lệ hư hỏng của chuối trong thời gian bảo quản

Từ Hình 3 và đồ thị Hình 4 có thể thấy, trong điều kiện bảo quản ở 25°C, chuối được phủ màng vẫn giữ được màu xanh của quả và tươi lâu hơn quả không phủ màng. Đối với quả chuối không phủ màng, sau 12 ngày bảo quản đã bắt đầu hư hỏng, sau 15 ngày bảo quản tỉ lệ hư hỏng gần 35,7%. Quả chuối được phủ màng có thể bảo quản đến 18 ngày và tỉ lệ hư hỏng rất thấp, chuối bảo quản màng P/CS và P/AG có tỉ lệ hư hỏng lần lượt là 7,2 và 14,3% sau 18 ngày. Như vậy, việc phủ màng đã kéo dài được thời gian bảo quản của chuối so với mẫu đối chứng.

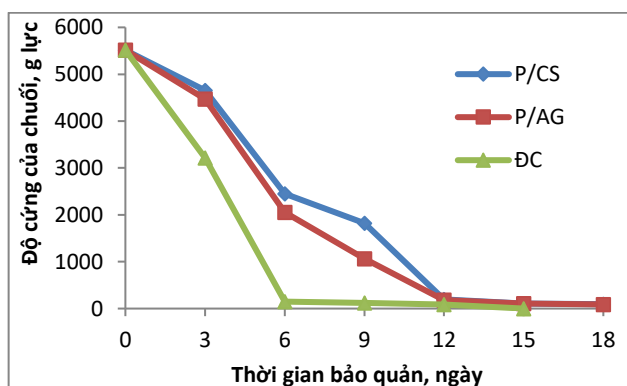


(a)

(b)

Hình 3. Chuối trước (a) và sau khi bảo quản 12 ngày (b)**Hình 4.** Tỷ lệ hư hỏng của chuối trong thời gian bảo quản

3.3.3. Độ cứng của chuối trong thời gian bảo quản

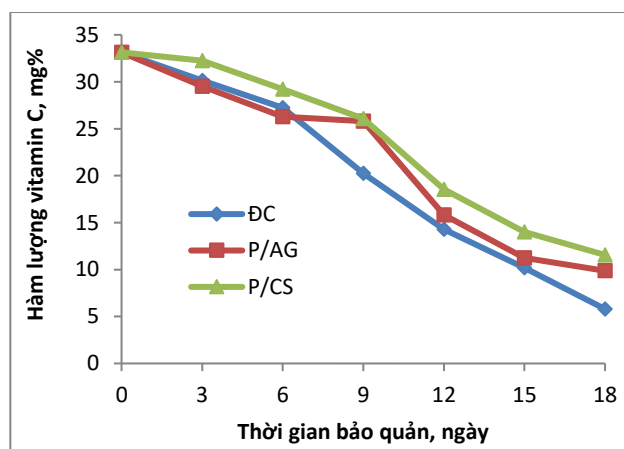
**Hình 5.** Độ cứng của chuối trong thời gian bảo quản

Độ cứng là một trong các chỉ tiêu cơ lý của quả trong quá trình bảo quản. Độ cứng của chuối giảm dần trong quá trình tồn trữ do sự mất nước và sự biến đổi sinh hóa của quả làm cho cấu trúc tế bào trở nên lỏng lẻo, làm cho quả mềm. Độ cứng giảm chậm chứng tỏ quá trình biến đổi càng được kìm hãm và do đó chất lượng quả càng tốt. Kết quả nghiên cứu về độ cứng của chuối trong thời gian bảo quản được thể hiện ở đồ thị Hình 5.

Qua đồ thị Hình 5 ta thấy, độ cứng của tất cả các mẫu đều giảm dần theo thời gian bảo quản, tuy nhiên, mức độ giảm khác nhau. Độ cứng của mẫu đối chứng giảm mạnh sau 6 ngày bảo quản và độ cứng của chuối phủ màng giảm dần đều và giảm mạnh sau 12 ngày bảo quản. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu tại mục 3.3.1 ở trên, cho rằng đỉnh hô hấp của mẫu đối chứng là sau 6 ngày bảo quản và đỉnh hô hấp của chuối phủ màng P/AG, P/CS là sau 12 ngày bảo quản. Việc giảm độ cứng trong quá trình bảo quản là do trong quá trình già chín, hoạt động của các enzyme polygalacturonase và pectinesterase thủy phân pectin không tan trở thành pectin hòa tan, làm liên kết giữa các tế

bào và các mô yếu đi, bên cạnh đó, quá trình mất nước làm rối loạn sinh lý, làm tăng hô hấp, làm cho quả trở nên mềm. Độ cứng của chuối có phủ màng P/CS và P/AG giảm ít hơn so với quả không phủ màng là do tác dụng của màng làm giảm các hoạt động sinh lý, sinh hóa, làm chậm quá trình già hóa của quả, làm giảm quá trình mất nước, do đó độ cứng của quả ít bị biến đổi trong quá trình bảo quản.

3.3.4. Hàm lượng vitamin C của chuối trong thời gian bảo quản

**Hình 6.** Hàm lượng vitamin C của chuối trong thời gian bảo quản

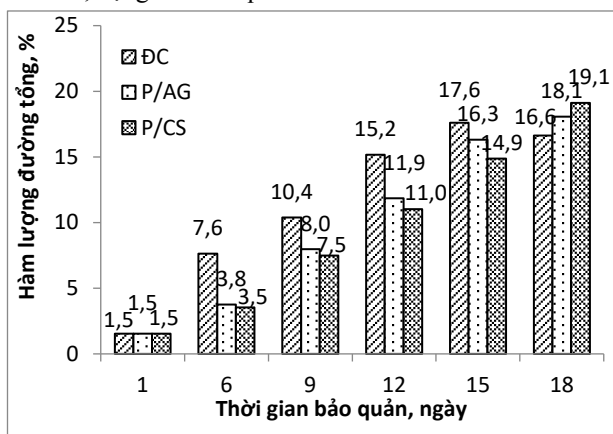
Đồ thị Hình 6 cho thấy, hàm lượng vitamin C trong chuối giảm dần theo thời gian bảo quản. Mẫu được phủ màng giảm chậm hơn so với mẫu đối chứng. Chuối được phủ màng pectin-chitosan có khả năng giữ được hàm lượng vitamin C cao hơn so với chuối được bảo quản bằng màng pectin – alginate. Điều này có thể giải thích như sau: Quả được phủ màng sẽ hạn chế sự tiếp xúc với ánh sáng trực tiếp, giảm độ thấm khí oxy nên hạn chế được quá trình hô hấp tiêu thụ vitamin C, hạn chế quá trình oxy hóa vitamin C. Và theo nghiên cứu về độ thấm khí oxy ở mục 3.1, màng pectin – chitosan có khả năng thấm khí oxy thấp hơn so với màng pectin – alginate nên làm giảm tốc độ hao hụt vitamin của quả chuối.

3.3.5. Hàm lượng đường tổng của chuối trong thời gian bảo quản

Tinh bột là thành phần chính của chuối xanh, có thể đạt đến 25% với một số loại chuối ở Việt Nam. Khi chuối chín, tinh bột dần chuyển thành đường. Sự thay đổi hàm lượng đường khử của quả chuối trong thời gian bảo quản ở 25°C được biểu diễn ở đồ thị Hình 7.

Qua biểu đồ Hình 7, ta thấy, nhìn chung hàm lượng đường tổng ở chuối phủ màng và mẫu đối chứng đều tăng dần theo thời gian bảo quản. Đối với mẫu đối chứng, hàm lượng đường tổng ban đầu là 1,53%, sau 15 ngày bảo quản thì hàm lượng đường tổng tăng lên 17,6%, sau 18 ngày thì giảm xuống 16,6%. Điều này chứng tỏ hàm lượng đường tổng tăng khi chuối chín và giảm khi có quá trình hư hỏng. Đối với mẫu chuối được phủ màng, hàm lượng đường tổng tăng chậm hơn nhưng đạt được giá trị cao hơn so với mẫu đối chứng, sau 15 ngày bảo quản, chuối phủ màng P/AG, P/CS có hàm lượng đường tổng lần lượt là 16,3% và 14,9%; sau 18 ngày bảo quản, hàm lượng đường tổng lần lượt là 18,1% và 19,1%. Có thể giải thích, vì chuối được phủ màng có độ thấm khí oxy vào bên trong quả ít hơn nên quá trình hô hấp (làm tiêu tốn hàm lượng chất khô, đặc biệt là đường) xảy ra chậm hơn, dẫn đến

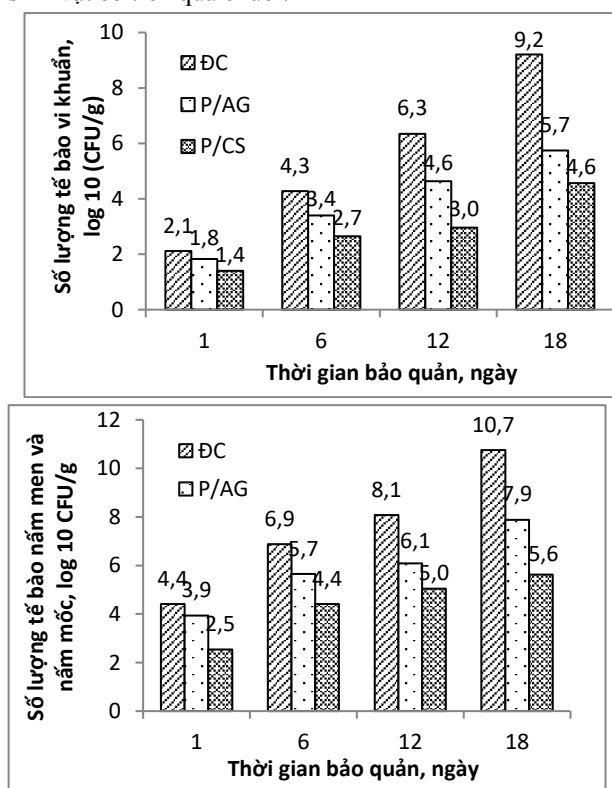
hàm lượng đường tổng đạt được cao hơn so với mẫu đối chứng. Hơn nữa, màng P/CS và P/AG có khả năng làm rào cản khí CO₂ tạo thành trong quá trình hô hấp, chúng ức chế quá trình sinh etylen, là tác nhân gây chín quả, do đó, làm cho quả lâu chín hơn, kết quả là hàm lượng đường tổng tăng chậm hơn so với mẫu đối chứng. Vì vậy, việc phủ màng cho quả chuối sẽ kéo dài được thời gian bảo quản, đồng thời giữ được màu sắc, trạng thái của quả tốt hơn.



Hình 7. Hàm lượng đường tổng của chuối trong thời gian bảo quản

3.3.6. Hàm lượng vi khuẩn hiếu khí và lượng nấm men, nấm mốc của các mẫu

Sự tăng trưởng của vi sinh vật bề mặt là nguyên nhân chính gây hư hỏng cho sản phẩm thực phẩm. Các vi sinh vật phát triển trên chuối chủ yếu là nấm men, nấm mốc và vi khuẩn lên men đường. Kết quả ở đồ thị Hình 8 cho thấy ảnh hưởng của việc phủ màng phủ đến số lượng tế bào vi sinh vật có trên quả chuối.



Hình 8. Số lượng tế bào vi khuẩn và nấm men, nấm mốc trên quả chuối trong thời gian bảo quản

Kết quả ở Hình 8 cho thấy, việc phủ màng cho quả chuối đã làm giảm lượng vi khuẩn, nấm men, nấm mốc trên chuối trong thời gian bảo quản. Màng P/CS có hiệu quả cao hơn trong việc hạn chế số lượng tế bào vi sinh vật. Điều này có thể được giải thích, khi chuối được phủ màng đã tạo một rào cản ngăn cản sự xâm nhiễm vi sinh vật từ bên ngoài, hơn nữa, những loại nấm mốc hô hấp hiếu khí, nấm men sẽ hạn chế phát triển do không được cung cấp oxy đầy đủ. Theo kết quả nghiên cứu về khả năng kháng khuẩn của dung dịch tạo màng P/CS và P/AG ở trên, ta thấy màng P/CS có khả năng kháng nấm mốc *A.niger*, nấm men *S.cerevisiae* và vi khuẩn *E.Coli*, do vậy, chuối được bảo quản bằng màng P/CS có số lượng tế bào tăng chậm nhất, sau 18 ngày bảo quản thì số lượng tế bào vi khuẩn và tế bào nấm men, nấm mốc nhỏ hơn 10⁶ CFU/g chuối, đây cũng là điều kiện cần cho việc bảo quản thực phẩm ở chỉ tiêu vi sinh. Theo kết quả khảo sát ở mục 3.1, màng P/AG hầu như không thể hiện rõ khả năng kháng vi sinh vật nhưng chuối bảo quản bằng màng P/AG cũng có số lượng tế bào vi khuẩn thấp hơn nhiều so với mẫu chuối đối chứng, số lượng tế bào vi khuẩn sau 18 ngày bảo quản cũng nhỏ hơn 10⁶ CFU/ml, điều này có thể giải thích là do pectin trong nghiên cứu này được chiết bằng axit xitric nên nó cũng có vai trò kháng vi khuẩn, nhưng khả năng kháng không mạnh.

Qua các kết quả trên, ta thấy có thể sử dụng cả hai màng P/CS và P/AG để bảo quản chuối. Nhưng xem xét trên tất cả các chỉ tiêu hóa sinh học, chỉ tiêu vi sinh vật của quả chuối trong thời gian bảo quản thì màng P/CS có khả năng bảo quản tốt hơn, vì màng này có khả năng giữ được hàm lượng vitamin C của chuối cao, tỉ lệ hư hỏng của chuối thấp và lượng tế bào vi sinh vật thấp sau 18 ngày bảo quản.

4. Kết luận

Đã nghiên cứu một số tính chất cơ bản của màng pectin-chitosan và pectin-alginate như độ dày, độ bền cơ học, độ hòa tan, độ thấm hơi nước, độ truyền hơi nước, độ thấm khí oxy và khả năng kháng một số chủng vi sinh vật, nhận thấy cả hai loại màng này đều phù hợp cho ứng dụng làm màng film hoặc tạo màng phủ để bảo quản trái cây.

Đã nghiên cứu ứng dụng tạo màng phủ P/CS và P/AG để bảo quản chuối, kết quả cho thấy, bảo quản bằng 2 loại màng này giúp giảm hao hụt khối lượng của chuối, giữ được hàm lượng vitamin C và hàm lượng đường tổng cao, đảm bảo độ cứng của quả tốt, hàm lượng tế bào vi sinh vật thấp và kết quả là kéo dài được thời gian bảo quản chuối. Đặc biệt, chuối được phủ màng P/CS có ưu thế cao hơn so với màng P/AG về khả năng kháng vi sinh vật, đảm bảo số lượng tế bào vi khuẩn, số lượng tổng tế bào nấm men, nấm mốc đều nhỏ hơn 10⁶ CFU/g chuối sau 18 ngày bảo quản. Hơn nữa, các màng P/CS và P/AG là những màng được tạo thành từ những nguyên liệu ăn được nên không gây ảnh hưởng đến sức khỏe người tiêu dùng. Do vậy, đây có thể là cách tiếp cận để ứng dụng trong lĩnh vực công nghệ sau thu hoạch nói chung và có thể ứng dụng cho một số loại trái cây khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Johannes Frueh et al., *Structure and Thermodynamics of Polyelectrolyte Complexes*, Springer International Publishing Switzerland, 2014.

- [2] Le Pham Tan Quoc*, Truong Hoang Duy, "Effect of Nopal Gel Solution on the Preservation of Banana (*Musa Paradisiaca*)", *Agricultural and Biological Sciences Journal*, 1(3), 2015, pp. 95-99.
- [3] Ngô Thị Minh Phương, Lê Thị Thu Thủy, Trần Thị Xô, "Tối ưu hóa quá trình chiết xuất pectin từ vỏ bưởi và nghiên cứu tạo màng pectin – chitosan", *Tạp chí Công nghệ Sinh học*, 2A(13), 2015, pp. 673-68.
- [4] Theo Guenter Kieckbusch*, Andréa Cristiane Krause Bierhalz, Mariana Altenhofen da Silva, "Natamycin release from alginate/pectin films for food packaging applications", *Journal of Food Engineering*, 110, 2012, pp. 18–25.
- [5] Sabina Galus et al., "Colour, mechanical properties and water vapour permeability of pectin films", *Acta Agrophysica*, 20(3), 2013, pp. 375-384.
- [6] Zhi-Wei Wang et al., "Properties of low methoxyl pectin-carboxymethyl cellulose based on montmorillonite nanocomposite films", *International Journal of Food Science and Technology*, 49, 2014, pp. 2592–2601.
- [7] Fernanda L. Seixas et al., "Biofilms Composed of Alginate and Pectin: Effect of Concentration of Crosslinker and Plasticizer Agents", *Chemical Engineering Transaction*, 32, 2013, pp. 1693-1698.
- [8] Annual book of ASTM standards - Plastic. an American National standard, 1995. 08.01.
- [9] Mitra Moalemiyan et al., "Pectin-based coating for shelf-life extension of atauflo mango", *Journal of Food Engineering*, 35, 2012, pp. 572–600.
- [10] Nadeem Akhtar Abbasi et al., "Posharvest quality of mango (*Mangifera indica* L.) fruit as affected by chitosan coating", *Pak. J. Bot.*, 41(1), 2009, pp. 343-357.

(BBT nhận bài: 26/09/2017, hoàn tất thủ tục phản biện: 24/10/2017)