

KÉO DÀI THỜI GIAN BẢO QUẢN TRÁI BƠ (*Persea americana*) BẰNG BAO MÀNG PHỨC HỢP CHITOSAN-SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE

NGUYỄN ĐỨC VƯỢNG, LÊ THỊ HỒNG TRANG, LÊ THỊ NHỊ, ĐINH THỊ HỒNG NHUNG, TRẦN THỊ DIỄM PHƯƠNG, NGUYỄN HUỖNH ĐÌNH THUẦN

*Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh
nguyenducvuong@iuh.edu.vn*

Tóm tắt. Nghiên cứu này đánh giá ảnh hưởng của việc bao màng chitosan (CH) ở các nồng độ khác nhau, kết hợp 0,01% sodium tripolyphosphate (TPP) đến chất lượng trái bơ booth. Trái bơ booth được nhúng trong nước ấm (~55°C) trong 30 giây, rồi được nhúng trong dung dịch axit axetic 1% (mẫu đối chứng), CH 2, 2,5, và 3% kết hợp TPP 0,01% trong 1 phút. Sau khi được để khô tự nhiên, các mẫu được nhúng lần 2 trong 10 giây. Mẫu được để khô tự nhiên, và được bảo quản ở 10±2°C. Kết quả cho thấy, tỷ lệ CO₂ sinh ra của mẫu đối chứng đạt cực đại ở ngày 11, trong khi của các mẫu bơ được bao màng bởi 2, 2,5, 3% chitosan đạt tương ứng ở các ngày 17, 21, và 19. Kết quả tương tự được quan sát thấy ở tỷ lệ ethylen sinh ra ở các ngày bảo quản tương ứng. Tại đỉnh hô hấp, tỷ lệ hao hụt khối lượng của mẫu đối chứng khoảng 20%; cao hơn 3-5 lần so với tỷ lệ này ở các mẫu bơ được bao màng bởi dung dịch CH 2, 2,5, 3% (tương ứng khoảng 6,6, 3,8, và 4%). Đồng thời, hao hụt hàm lượng vitamin C thấp nhất ghi nhận được trong mẫu bơ bao màng bởi CH 2,5%. Dung dịch CH 2,5% và TPP 0,01% thể hiện khả năng phù hợp bảo quản trái bơ.

Từ khóa. Bao màng, bảo quản, chitosan, trái bơ, tripolyphosphate.

SHELF-LIFE EXTENSION OF AVOCADO FRUIT (*PERSEA AMERICANA*) WITH CHITOSAN-SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE COMPLEX BASED COATING

Abstract. The aim of this study was to evaluate the effect of chitosan (CH) combined 0.01% sodium tripolyphosphate based coating at different concentrations on booth avocado quality. Avocado fruits were washed with warm water (~ 55°C) for 30 seconds, then dipped in acetic acid 1% (control sample), CH 2.0, 2.5, 3.0% combined TPP 0.01% solutions for 60 seconds. The fruits were dried naturally, and dipped 2nd time for 10 seconds. After natural dry, avocado fruit were stored at 10±2°C. The ethylene and CO₂ generation percentage, weight loss was determined every day during the storage period; total sugar and vitamin C contents were determined at the beginning and end points. The results illustrated that, CH and TPP based coating extended the possible storage period of avocado fruit. The CO₂ generation reached maximum at day-11 of control sample, while this peak of avocado coated with CH 2, 2.5 and 3% and TPP 0.01% got at day of 17, 21, and 19, respectively. The similar trend and result were observed on ethylene generation of these samples, respectively. Furthermore, the control sample showed almost 20% in weight loss at the climacteric peak. It was 3-5 fold when compared to that of avocado fruit coated with CH 2, 2.5 and 3% and TPP 0.01% (about 6.6, 3.8 and 4%, respectively). In addition, the lowest vitamin C content loss was observed in CH 2.5% based coated avocado fruit. The chitosan 2.5% and TPP 0.01% showed the higher potential for prolonging the storage-time of avocado compared to the others.

Keywords. Avocado, coating, chitosan, postharvest, tripolyphosphate.

1. GIỚI THIỆU

Bơ (*Persea americana*) được trồng ở các vùng có khí hậu nhiệt đới và ôn đới. Ở Việt Nam, bơ được trồng chủ yếu ở các tỉnh Dak lak, Lâm Đồng, Gia Lai, Đồng Nai, Bà Rịa, v.v. Bơ booth, một loại bơ có giá trị cao và phổ biến ở Việt nam, có cơm dày, màu vàng, cơm có độ dẻo, độ chắc cao và vị thơm đặc trưng. Bơ chứa nhiều thành phần dinh dưỡng, axit béo – đặc biệt là axit béo chưa bão hòa, vitamins và khoáng. Việc chuyển hóa và vai trò của các chất này trong cơ thể đã được nghiên cứu và công bố. Bơ, bên cạnh việc cung cấp năng lượng, có khả năng hỗ trợ sức khỏe người tiêu dùng như giúp ổn định cholesterol, kiểm soát cân nặng, tiểu đường và phòng chống ung thư, v.v. [1]. Các nghiên cứu chứng minh rằng các công dụng này được chủ yếu hỗ trợ bởi sự có mặt của các axit béo, xơ tinh, D-mannoheptulose và perseitol, kali, magie, vitamins C, E, K và B, carotenoids, phenolics, phytosterols hoặc terpenoids trong trái bơ [2].

Bơ là trái cây hô hấp đột biến, có thời gian bảo quản ngắn [3]. Ở điều kiện thường, bơ sẽ chín sau 4-7 ngày từ khi thu hoạch, tùy vào độ trưởng thành của trái bơ. Có 2 nguyên nhân chính gây nên việc này là quá trình hô hấp của trái diễn ra mạnh và nấm *Colletotrichum gloeosporioides*. Nấm *C. gloeosporioides* gây hư hỏng và làm mềm trái bơ. Quá trình chín cùng với sự chuyển hóa thành phần trong trái bơ liên quan đến nhiệt độ và ethylene trong quá trình bảo quản [4, 5]. Bảo quản ở nhiệt độ thấp làm chậm quá trình hô hấp của trái trong quá trình chín [5, 6]. Khi ethylene sản sinh đạt giá trị lớn nhất, cũng là lúc tốc độ hô hấp, tương ứng với lượng CO₂ đạt cực đại. [7]

Nghiên cứu về việc bảo quản trái bơ vẫn còn hạn chế. Các nghiên cứu, đã công bố, tập trung vào hai kỹ thuật chính là sử dụng chất ức chế hoạt động của ethylene trong quá trình chín của trái bơ sau khi thu hoạch 1-Methylcyclopropene (1-MCP) [8, 9], và bao màng bằng vật liệu thiên nhiên ăn được như sáp [10], sáp cọ tổng hợp candelilla wax [11, 12], pectin [11], chitosan và carboxymethyl cellulose [13]. Bên cạnh đó, có một số nghiên cứu kết hợp vật liệu bao màng thiên nhiên với các hợp chất thiên nhiên có hoạt tính sinh học như candelilla wax và pectin với dịch nha đam và polyphenol [11], chitosan và carboxymethyl cellulose với dịch chiết lá chùm ngây [13]. Kết quả cho thấy, 1-MCP thể hiện hiệu quả nhất định trong việc làm chậm quá trình chín, kéo dài thời gian và tăng chất lượng của bơ sau bảo quản [9, 14]. Tuy nhiên, 1-MCP không thật sự hiệu quả trong việc bảo quản những trái cây có nguy cơ bị hư hỏng do nấm bệnh, bởi vì 1-MCP không có tác dụng diệt nấm bệnh như *Botrytis cinerea* trên trái dâu tây [15], hoặc *C. gloeosporioides* trên trái bơ [14]. Jeong J. và cộng sự (2003) [10] nghiên cứu kết hợp giữa 1-MCP và sáp trong bảo quản trái bơ. Sự kết hợp này giúp làm chậm quá trình chín, giữ màu xanh của vỏ và cấu trúc của trái bơ. Xử lý với sáp và không kết hợp 1-MCP giúp trái bơ giảm hao hụt khối lượng và làm chậm quá trình mềm hóa, nhưng không làm chậm quá trình sản sinh ethylene cũng như quá trình chín.

Nghiên cứu sử dụng kỹ thuật bao màng trái bơ bằng methyl cellulose và glycerol, và bảo quản ở 20°C của Maftoonazad và Ramaswamy (2004) cho thấy, thời gian bảo quản của mẫu bao màng là 10 ngày và tỷ lệ hao hụt khối lượng là 4% so với mẫu đối chứng tương ứng là 6 ngày và 8% [16]. Tuy nhiên, nghiên cứu này chỉ dừng lại ở so sánh ảnh hưởng của bao màng, chưa xác định sự biến đổi dinh dưỡng của trái bơ [17]. Sáp candelilla cũng được nghiên cứu để bảo quản trái bơ, kết quả chỉ ra rằng khi kết hợp sáp với polyphenol có thể tăng thời gian bảo quản bơ Hass lên 21 ngày trong điều kiện lạnh (so với mẫu đối chứng là 8 ngày), đồng thời hạn chế được sự hao hụt khối lượng. Saul Saucedo-Pompa và cộng sự (2009) công bố rằng, kết hợp sáp và axit ellagic sử dụng kỹ thuật bao màng, giúp kéo dài thời gian bảo quản trái bơ [12]. Việc sử dụng các polymer tự nhiên trong bảo quản trái bơ khi kết hợp với các hợp chất tự nhiên có hoạt tính sinh học thể hiện nhiều hứa hẹn trong việc bảo quản trái bơ [11]. Aguirre-Joya và cộng sự (2017) khi nghiên cứu kết hợp sáp candelilla, pectin với dịch lô hội và polyphenol bảo quản trái bơ, kết luận màng hoạt tính sinh học giúp giảm hao hụt khối lượng (58%) và cấu trúc (9 lần), và giữ được màu sáng (50%), đồng thời ức chế sự hóa nâu của thịt quả bơ (100%) so với mẫu đối chứng. Ngoài ra, nghiên cứu của Tesfay và Magwaza (2009) kết luận rằng khi kết hợp dịch chiết lá chùm ngây với chitosan và carboxymethyl cellulose giúp giảm hao hụt khối lượng, làm chậm quá trình chín, cải thiện chất lượng trái bơ sau bảo quản so với mẫu đối chứng [13].

Chitosan (CH) là một polymer tự nhiên, có khả năng phân hủy sinh học cao và an toàn cho người. Với tính chất kháng vi sinh vật tốt, CH được coi là polymer hấp dẫn trong nghiên cứu và ứng dụng bảo quản trái cây. Thêm vào đó, với đặc tính tạo màng ăn được, màng CH hoạt động như một hàng rào giúp ngăn cản sự bay hơi nước và sự trao đổi khí (Dhall 2013). Trong số các vật liệu bao màng ăn được, CH được coi là một vật liệu có thể triển khai áp dụng trong thực phẩm ở quy mô công nghiệp, thể hiện qua các công bố về nghiên cứu ứng dụng CH trong bảo quản trái cây. Màng CH giảm hao hụt khối lượng và kéo dài thời gian bảo quản trái vải (Dong và cộng sự, 2004); làm chậm quá trình chín của trái đào [18]. Salvador và cộng sự (1999) [19] quan sát được thời gian bảo quản của trái bơ kéo dài tới 24 ngày ở 3–10°C khi bao màng chitosan. Trong nghiên cứu gần đây của Tesfay và Magwaza (2017) chứng minh màng bao CH kết hợp dịch chiết lá chùm ngây cải thiện chất lượng và thời gian bảo quản trái bơ so với mẫu đối chứng.

Sodium Tripolyphosphate (TPP) là tác nhân tạo liên kết liên kết trong dung dịch CH, và được sử dụng để tạo gel CH. Sodium TPP có thể nâng cao tính bền cơ học của gel được tạo thành do nó có mật độ điện tích âm lớn để tương tác với các nhóm tích điện dương, nhóm amino, của phân tử CH [20].

Việc bao màng CH thể hiện tiềm năng trong ứng dụng bảo quản trái bơ. Nghiên cứu này khảo sát ảnh hưởng của màng phức hợp chitosan – sodium tripolyphosphate trong bảo quản trái bơ booth ở $10\pm 2^{\circ}\text{C}$.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Vật liệu nghiên cứu

Trái bơ booth được thu hoạch từ rẫy bơ của ông Trịnh Xuân Mười, Xã Eakao, Buôn Ma Thuột, Đắk Lắk. Bơ sau khi tới phòng thí nghiệm, được lựa chọn theo các tiêu chí: kích thước tương đồng, vỏ màu xanh đậm và láng, không bị bệnh, không bị tổn thương vật lý.

Chitosan được cung cấp bởi công ty cổ phần đầu tư thương mại dịch vụ Tin Cây, địa chỉ số 4, đường số 3, khu dân cư Vạn Phúc, Phường Hiệp Bình Phước, Quận Thủ Đức, Thành phố Hồ Chí Minh. Chitosan dạng bột (TCVN 5251:2015), độ deacetyl hóa 99,24% (ISN 1810-03030), độ hòa tan 99,86% (ISN 1810-03030).

Các hóa chất khác là các hóa chất tiêu chuẩn phân tích.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Chuẩn bị dịch chitosan

Dung dịch chitosan ở các nồng độ 2; 2,5 và 3% (w/v): Chitosan được hòa tan từ từ trong dung dịch axit axetic 1% (v/v). Sau đó, 0.01% TPP được bổ sung để tăng tính ổn định của màng. Hỗn hợp được khuấy nhẹ trong 5 phút, và để yên trong 4 giờ để tạo sự đồng nhất.

2.2.2. Quy trình xử lý mẫu trước bảo quản

Mỗi thí nghiệm, 6 trái bơ booth được rửa qua nước ấm ($\sim 55^{\circ}\text{C}$) trong 30 giây, rồi được nhúng trong các dung dịch axit axetic 1%, chitosan 2; 2,5 và 3% trong 1 phút. Sau đó, các mẫu được để khô tự nhiên ở nhiệt độ phòng, và tiếp tục nhúng lần 2 trong 10 giây nhằm vá các vị trí màng bao chưa tốt. Sau khi các mẫu khô tự nhiên, được bảo quản ở tủ mát ở $10\pm 2^{\circ}\text{C}$.

2.2.3. Phương pháp xác định và phân tích.

Xác định độ hao hụt khối lượng

Độ hao hụt khối lượng của trái bơ được tính theo tỷ lệ phần trăm giữa sự suy giảm khối lượng của mẫu bơ ở thời điểm phân tích so với khối lượng ở thời điểm ban đầu của quá trình bảo quản.

Xác định cường độ hô hấp

Cường độ hô hấp của quả là số μL khí (CO_2) tạo ra do trái hô hấp trong một đơn vị thời gian trên một đơn vị khối lượng của trái bơ [9]. Sử dụng thiết bị đo nồng độ khí CO_2 (Model 907 O_2/CO_2 Analyzer), Nhật Bản sản xuất. Kết quả được tính theo công thức (2).

$$R = \frac{V * \% \text{CO}_2 * 10}{m * t} \quad (2)$$

Trong đó:

- R : cường độ hô hấp của quả, $\mu\text{L CO}_2.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$
- V : thể tích tự do của hộp, L
- $\% \text{CO}_2$: nồng độ của CO_2 đo được trên máy, %
- m : khối lượng trái đem đo, kg
- t : thời gian từ lúc đặt mẫu đến lúc đo, h.

Xác định hàm lượng ethylen

Hàm lượng ethylene được xác định trên máy đo ethylene ICA 56, Nhật Bản sản xuất. Kết quả được tính theo công thức (3) [9].

$$E = \frac{e * V}{m * t} \quad (3)$$

Trong đó:

- E : tốc độ sản sinh ethylene, $\mu\text{L C}_2\text{H}_4.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$
- V : thể tích tự do của hộp, L
- e : nồng độ của C_2H_4 đo được trên máy, ppm
- m : khối lượng công thức đem đo, kg
- t : thời gian từ lúc đặt mẫu đến lúc đo, h

Xác định hàm lượng vitamin C

Hàm lượng vitamin C trong trái bơ được xác định theo phương pháp chuẩn độ iot theo TCVN 11168:2015. Mỗi ml dung dịch iot 0,01 N tương ứng với 0,8806 mg axit ascorbic [21].

Xử lý kết quả

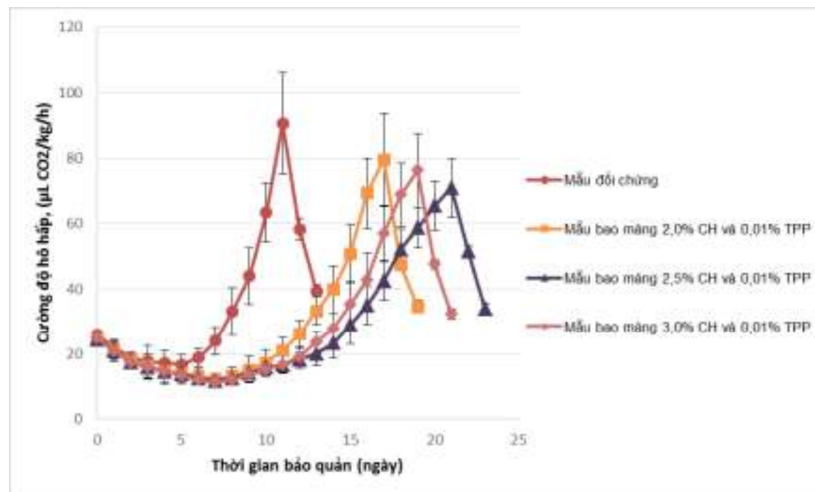
Kết quả được xử lý bằng phần mềm mã nguồn mở R 3.6.0 và R-studio. Phân tích phương sai ANOVA kết hợp kiểm định hậu nghiệm TukeyHSD với mức ý nghĩa $p < 0,05$. Kết quả được biểu diễn ở dạng trung bình kèm độ lệch chuẩn của các lần lặp.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Cường độ hô hấp của trái bơ trong quá trình bảo quản

Kết quả, được biểu diễn trong **Hình 1**, cho thấy cường độ hô hấp của các mẫu đều giảm ở thời gian đầu của quá trình bảo quản. Nguyên nhân có thể được giải thích bởi sự thay đổi nhiệt độ môi trường xung quanh trái: từ nhiệt độ môi trường xuống nhiệt độ bảo quản ($10 \pm 2^\circ\text{C}$). Điều này phù hợp với các loại trái cây thuộc loại hô hấp đột biến. Sau đó, hàm lượng CO_2 sinh ra tăng nhanh ở cả 4 mẫu. Mẫu đối chứng có tỷ lệ tăng cường độ hô hấp lớn nhất, và đạt đỉnh hô hấp ở ngày 11. Ở thời điểm đó, cường độ hô hấp của các mẫu được bao màng với vật liệu khác nhau có độ hô hấp ở mức thấp, dao động xung quanh giá trị ban đầu (**Hình 1**).

Đồng thời, trong khoảng 10 ngày đầu bảo quản, cường độ hô hấp của 3 mẫu bao màng với nồng độ CH khác nhau không khác biệt có ý nghĩa thống kê. Tiếp theo, cường độ hô hấp của các mẫu bao màng bởi dung dịch 2, 2,5, và 3% chitosan kết hợp 0,01% TPP tăng dần và đạt đỉnh hô hấp ở các ngày 17, 21, và 19, theo thứ tự. Có thể giải thích việc bao màng chitosan giúp kéo dài thời gian đạt đỉnh hô hấp của trái bơ khoảng 2 lần là do khi bao màng với CH, phân tử CH có thể cạnh tranh tốt hơn các phân tử ethylene để gắn kết vào các thụ thể trên mô quả, nhờ vậy mà ức chế tốt hơn tác động của ethylene, dẫn đến hạn chế cường độ hô hấp và kéo dài thời hạn bảo quản quả sau thu hoạch tốt hơn. Ngoài ra, việc bao màng CH giúp điều chỉnh khí xung quanh trái, cũng có công dụng tương tự như kỹ thuật thay đổi thành phần không khí trong bao gói, và do đó, giúp kìm hãm quá trình hô hấp và kéo dài thời gian bảo quản trái bơ [22]. Cũng theo Zhu và cộng sự (2008), việc bao màng CH không gây ảnh hưởng đến hô hấp kỵ khí, và do đó không ảnh hưởng đến chất lượng của trái cây, có thể được giải thích với màng CH cho O_2 đi qua chọn lọc hơn CO_2 [23].

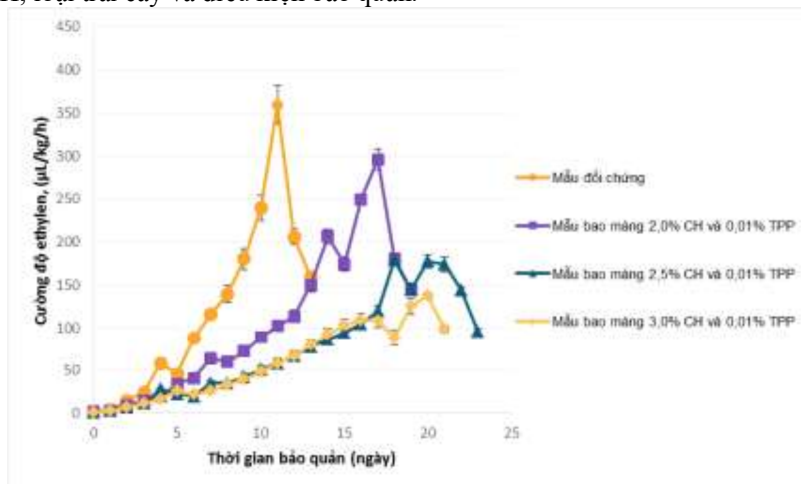


Hình 1. Cường độ hô hấp của trái bơ theo thời gian bảo quản

3.2. Hàm lượng của ethylen sinh ra trong quá trình bảo quản

Kết quả thực nghiệm thu được (**Hình 2**) cho thấy, nồng độ dung dịch CH ảnh hưởng lớn đến cường độ sản sinh ethylene của trái bơ trong quá trình bảo quản. Sự biến thiên cường độ sản sinh ethylene tương đồng với cường độ sản sinh CO_2 theo thời gian bảo quản. Thời điểm cường độ sản sinh ethylene của các mẫu bơ đạt cực đại trùng với thời điểm của các đỉnh hô hấp của các mẫu tương ứng. Cường độ sản sinh ethylene của tất cả các mẫu có xu hướng tăng chậm trong những ngày đầu bảo quản, sau đó đạt giá trị cực đại tại các thời điểm khác nhau rồi giảm đi một cách nhanh chóng sau khi đạt đỉnh hô hấp đột biến. Kết

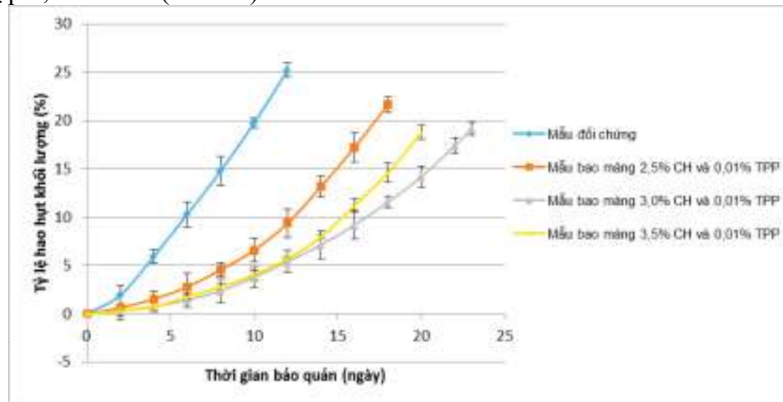
quả này phù hợp vì quá trình chín, tốc độ sản sinh CO_2 được làm chậm lại khi mẫu được bao màng, lượng ethylene nội sinh cũng sẽ biến thiên chậm lại tương ứng. Theo Zhu và cộng sự (2008), ảnh hưởng của CH đến chất lượng trái cây trong quá trình bảo quản liên quan tới nguồn gốc, đặc tính và nồng độ của CH, kỹ thuật sử dụng CH, loại trái cây và điều kiện bảo quản.



Hình 2. Tỷ lệ ethylen sản sinh của trái bơ trong quá trình bảo quản

3.3. Sự hao hụt khối lượng trái bơ trong quá trình bảo quản

Kết quả bảo quản cho thấy, việc bao màng chitosan có ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) đến sự thay đổi hao hụt khối lượng trái bơ trong quá trình bảo quản. Cụ thể, sau 11 ngày bảo quản, mẫu trái bơ không bao màng có phần trăm hao hụt khối lượng cao nhất (khoảng 25%), so với gần 10% của mẫu được bao màng bởi dung dịch 2% CH kết hợp 0,01% TPP, và khoảng 5% đối với mẫu được bao màng bởi 2,5 và 3% CH kết hợp 0,01% TPP (Hình 3).



Hình 3. Tỷ lệ hao hụt khối lượng trái bơ trong thời gian bảo quản

Điều này có thể được giải thích bởi khả năng ngăn cản sự mất nước và tiêu hao chất khô do quá trình hô hấp trong khi bảo quản bởi màng CH. Theo Hà Văn Thuyết và cộng sự (2000), trong quá trình bảo quản, sự giảm khối lượng chủ yếu do mất nước (75 - 85%), tiếp đó là do tiêu hao chất khô trong quá trình hô hấp duy trì sự sống cho tế bào (15 - 25%). Do khảo sát ở cùng điều kiện nhiệt độ và độ ẩm, nên nhân tố chính giúp hạn chế sự hao hụt khối lượng của bơ là do nồng độ chitosan. Kết quả cho thấy, nếu không bảo quản hoặc bảo quản với nồng độ chitosan thấp bơ vẫn có thể hô hấp tốt nên dẫn đến quá trình mất nước và tiêu hao hàm lượng chất khô nhanh chóng dẫn đến sự hao hụt khối lượng lớn trong quá trình bảo quản. Ngược lại, nếu bảo quản ở nồng độ CH quá cao, màng hình thành quá dày làm ức chế quá trình hô hấp của bơ có thể sẽ dẫn đến quá trình thối hỏng. Quá trình thối hỏng của trái sẽ làm tiêu hao một lượng lớn hàm lượng chất khô của trái, gây nên sự hao hụt khối lượng của trái. Kết quả này cũng phù hợp với nhận định của Ghaouth và cộng sự (2012) [17]. Hao hụt khối lượng trong quá trình bảo quản có sự khác nhau giữa các loại trái cây phụ thuộc vào đặc tính vốn có của chúng chẳng hạn như cấu trúc hay thành phần hóa học của lớp biểu bì và đồng thời còn phụ thuộc vào phương pháp bảo quản. Đối với bảo quản

bơ bằng phương pháp nhúng tạo màng từ dung dịch chitosan, sự hao hụt khối lượng còn phụ thuộc vào nồng độ chitosan, nhiệt độ và độ ẩm của môi trường bảo quản. Kết quả này phù hợp với công bố của Tesfay và cộng sự (2017) màng chitosan, carboxymethyl cellulose và dịch chiết lá chùm ngây làm chậm quá trình hao hụt khối lượng của trái bơ so với mẫu đối chứng, không bao màng [13].

3.4. Hàm lượng vitamin C

Hàm lượng vitamin C của các mẫu được xác định ở thời điểm bắt đầu và thời điểm kết thúc thí nghiệm. Mẫu bơ được bao màng bởi dung dịch CH 2,5% kết hợp 0,01% TPP có độ hao hụt vitamin C khoảng 14% sau 20 ngày bảo quản, thấp hơn so các mẫu bơ được bao màng bởi dung dịch CH 2 và 3,5% kết hợp 0,01% TPP. Đồng thời, sự hao hụt của các mẫu trái bơ bao màng thấp hơn khi so sánh với mẫu bơ đối chứng sau 13 ngày bảo quản ở cùng điều kiện nhiệt độ và độ ẩm. Kết quả này tương đồng với sự thay đổi trong cường độ hô hấp, lượng ethylene sản sinh, thời gian bảo quản của các mẫu ở những điều kiện bảo quản khác nhau đã trình bày ở trên.

4. KẾT LUẬN

Kỹ thuật bao màng sử dụng chitosan có hỗ trợ của sodium tripolyphosphate có tác dụng tích cực trong việc làm chậm quá trình chín của trái bơ khoảng 2 lần so với mẫu đối chứng ở nhiệt độ $10\pm 2^{\circ}\text{C}$. Nồng độ chitosan thay đổi tác động khác biệt tới quá trình hô hấp sau thu hoạch của trái bơ, nồng độ 2,5% được đánh giá là phù hợp hơn khi so sánh với các nồng độ khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hurtado-Fernández, E., Fernández-Gutiérrez, A., and Carrasco-Pancorbo, A., Avocado fruit— *Persea americana*. 2018. 10.1016/b978-0-12-803138-4.00001-0: p. 37-48, DOI: 10.1016/b978-0-12-803138-4.00001-0
2. Dreher, M.L. and Davenport, A.J., Hass avocado composition and potential health effects. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2013. 53(7): p. 738-50, DOI: 10.1080/10408398.2011.556759
3. Yahia, E.M. and Woolf, A.B., Avocado (*Persea americana* Mill.). 2011. 10.1533/9780857092762.125: p. 125-186e, DOI: 10.1533/9780857092762.125
4. Gwanpua, S.G., Qian, Z., and East, A.R., Modelling ethylene regulated changes in ‘Hass’ avocado quality. *Postharvest Biology and Technology*, 2018. 136: p. 12-22, DOI: 10.1016/j.postharvbio.2017.10.002
5. Arpaia, M.L., Collin, S., Sievert, J., and Obenland, D., ‘Hass’ avocado quality as influenced by temperature and ethylene prior to and during final ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 2018. 140: p. 76-84, DOI: 10.1016/j.postharvbio.2018.02.015
6. Arpaia, M.L., Collin, S., Sievert, J., and Obenland, D., Influence of cold storage prior to and after ripening on quality factors and sensory attributes of ‘Hass’ avocados. *Postharvest Biology and Technology*, 2015. 110: p. 149-157, DOI: 10.1016/j.postharvbio.2015.07.016
7. Cowan, A.K. and Wolstenholme, B.N., Avocado. 2016. 10.1016/b978-0-12-384947-2.00049-0: p. 294-300, DOI: 10.1016/b978-0-12-384947-2.00049-0
8. Wang, X., Kobiler, I., Lichter, A., Leikin-Frenkel, A., Pesis, E., and Prusky, D., 1-MCP prevents ethylene-induced accumulation of antifungal diene in avocado fruit. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 2005. 67(3-5): p. 261-267, DOI: 10.1016/j.pmpp.2006.03.002
9. Toàn, N.V., Chi, P.T.K., Hoàng, N.T.D., Thảo, Đ.T.T., and Tân, L.V., Nghiên cứu ảnh hưởng của 1-Methycyclopropene đến quá trình sinh tổng hợp ethylene của quả bơ (*Persea americana*) sau thu hoạch. *Gazi University Journal of Science*, 2016.
10. Jeong, J., Huber, D.J., and Sargent, S.A., Delay of avocado (*Persea americana*) fruit ripening by 1-methylcyclopropene and wax treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 2003. 28(2): p. 247-257, DOI: 10.1016/s0925-5214(02)00176-x
11. Aguirre-Joya, J.A., Ventura-Sobrevilla, J., Martínez-Vazquez, G., Ruelas-Chacón, X., Rojas, R., Rodríguez-Herrera, R., and Aguilar, C.N., Effects of a natural bioactive coating on the quality and shelf life prolongation at

- different storage conditions of avocado (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. *Food Packaging and Shelf Life*, 2017. 14: p. 102-107, DOI: 10.1016/j.fpsl.2017.09.003
12. Saucedo-Pompa, S., Rojas-Molina, R., Aguilera-Carbó, A.F., Saenz-Galindo, A., Garza, H.d.L., Jasso-Cantú, D., and Aguilar, C.N., Edible film based on candelilla wax to improve the shelf life and quality of avocado. *Food Research International*, 2009. 42(4): p. 511-515, DOI: 10.1016/j.foodres.2009.02.017
 13. Tesfay, S.Z. and Magwaza, L.S., Evaluating the efficacy of moringa leaf extract, chitosan and carboxymethyl cellulose as edible coatings for enhancing quality and extending postharvest life of avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. *Food Packaging and Shelf Life*, 2017. 11: p. 40-48, DOI: 10.1016/j.fpsl.2016.12.001
 14. Adkins, M.F., Hofman, P.J., Stubbings, B.A., and Macnish, A.J., Manipulating avocado fruit ripening with 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*, 2005. 35(1): p. 33-42, DOI: 10.1016/j.postharvbio.2004.05.021
 15. Ku, V.V.V., Wills, R.B.H., and Ben-Yehoshua, S., 1-Methylcyclopropene Can Differentially Affect the Postharvest Life of Strawberries Exposed to Ethylene. 1999. 34(1): p. 119, DOI: 10.21273/hortsci.34.1.119
 16. Maftoonazad, N. and Ramaswamy, H.S., Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose-based coating. *LWT - Food Science and Technology*, 2005. 38(6): p. 617-624, DOI: 10.1016/j.lwt.2004.08.007
 17. Toàn, N.V., Điều tiết quá trình sinh tổng hợp ethylene nhằm kéo dài thời gian chín sau thu hoạch của quả chuối tiêu, in *Food Technology*. 2012, Da Nang University
 18. Li, H. and Yu, T., Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2001. 81: p. 269-274, DOI: 10.1002/1097-0010(20010115)81:2<269::AID-JSFA806>3.0.CO;2-F
 19. Salvador, L., Miranda, S., Aragon, N., and Lara Sagahon, A.V., Chitosan coating on avocado fruit. *The Revista de la Sociedad Química de Mexico*, 1999. 43: p. 18-23.
 20. Bangun, H., Tandiono, S., and Arianto, A., Preparation and evaluation of chitosan-tripolyphosphate nanoparticles suspension as an antibacterial agent. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2018. 8(12): p. 147-156, DOI: 10.7324/japs.2018.8.1217
 21. Suntornsuk, L., Gritsanapun, W., Nilkamhank, S., and Paochom, A., Quantitation of vitamin C content in herbal juice using direct titration. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 2002. 28(5): p. 849-855, DOI: [https://doi.org/10.1016/S0731-7085\(01\)00661-6](https://doi.org/10.1016/S0731-7085(01)00661-6)
 22. Zhu, Effects of chitosan coating on postharvest quality of mango (*mangifera indica* l. cv. tainong) fruits. 2008.
 23. Bai, R.-K., Huang, M.-Y., and Jiang, Y.-Y., Selective permeabilities of chitosan-acetic acid complex membrane and chitosan-polymer complex membranes for oxygen and carbon dioxide. *Polymer Bulletin*, 1988. 20(1): p. 83-88, DOI: 10.1007/BF00262253

Ngày nhận bài: 27/11/2019

Ngày chấp nhận đăng: 25/03/2020