

Nghiên cứu bảo quản quả thanh long ruột đỏ bằng màng bao gói kháng khuẩn chứa Polyguanidine

Đặng Thảo Yên Linh^{1*}, Trương Thị Nguyệt Ánh, Chu Xuân Quang, Trần Hùng Thuận

Trung tâm Công nghệ Vật liệu, Viện Ứng dụng Công nghệ

Ngày nhận bài 1/7/2022; ngày chuyển phản biện 5/7/2022; ngày nhận phản biện 25/7/2022; ngày chấp nhận đăng 29/7/2022

Tóm tắt:

Phương pháp bảo quản quả thanh long bằng các loại màng bao gói thông minh (đã được cải thiện về khả năng thấm nước, thấm khí) để cải tạo môi trường vi khí hậu trong bao gói được đánh giá là phương pháp phù hợp với điều kiện cơ sở vật chất tại Việt Nam và cho hiệu quả tốt nhất. Trong nghiên cứu này, quả thanh long ruột đỏ được bảo quản bằng màng bao gói kháng khuẩn (LLDPE-G) chế tạo trên cơ sở nhựa polyethylene mạch thẳng tỷ trọng thấp (LLDPE) kết hợp chất kháng khuẩn là polyme gốc guanidine (polyhexamethylen guanidine - PHMG). Mục tiêu của nghiên cứu là xác định được ảnh hưởng của tỷ lệ diện tích màng bao gói LLDPE-G/khối lượng nông sản (cm^2/g); nhiệt độ bảo quản ($^{\circ}\text{C}$) đến điều kiện cân bằng khí O_2 , CO_2 trong bao gói và chất lượng dinh dưỡng, cảm quan của quả thanh long ruột đỏ trong quá trình tồn trữ. Kết quả thực nghiệm đã xác định được tỷ lệ diện tích màng bao gói/khối lượng quả là $2,00 \text{ cm}^2/\text{g}$ và nhiệt độ bảo quản thích hợp là 6°C , tương ứng với trạng thái cân bằng môi trường vi khí hậu ở nồng độ khí O_2 khoảng 3,77% và CO_2 là 5,84%. Chất lượng quả thanh long ruột đỏ bảo quản ở điều kiện này được đánh giá sau 20 ngày tồn trữ, hao hụt khối lượng tự nhiên đạt 7,86%, quả vẫn giữ được màu đỏ đặc trưng (chỉ số a 50,55), chất khô hòa tan tổng số (TSS) đạt 14,56°Brix, hàm lượng vitamin C đạt 9,72 mg/100 g và đạt tiêu chuẩn vệ sinh an toàn thực phẩm về vi sinh theo quy định thực hành sản xuất nông nghiệp tốt (GAP).

Từ khóa: bảo quản, màng kháng khuẩn, polyme gốc guanidine, thanh long ruột đỏ.

Chỉ số phân loại: 4.1

Đặt vấn đề

Việt Nam là nước có diện tích và sản lượng thanh long lớn nhất châu Á và cũng là nước xuất khẩu thanh long hàng đầu thế giới. Sản lượng thanh long ở Việt Nam đạt khoảng 1,2 triệu tấn vào năm 2019 và dự kiến sẽ đạt 1,7 triệu tấn vào năm 2025. Năng suất trung bình hàng năm khoảng 22,7 tấn/ha. Hiện nay, lượng thanh long Việt Nam xuất khẩu lớn hơn rất nhiều so với tiêu thụ trong nước. Thanh long được xuất khẩu sang khoảng 40 quốc gia và vùng lãnh thổ khác nhau. Ngoài các thị trường truyền thống xuất khẩu thanh long như Trung Quốc, Thái Lan, Indonesia, Malaysia, Hà Lan và Đài Loan (Trung Quốc). Thanh long còn được xuất sang các thị trường khó tính như Mỹ, Ý, Nhật Bản, Singapore và đang xâm nhập một số thị trường mới như Ấn Độ, New Zealand, Úc và Chi Lê. Sản lượng quả tươi ước đạt 222,3 nghìn tấn. Qua đó có thể thấy rằng, thanh long là một loại trái cây chủ lực có năng suất sản lượng tốt, thị trường xuất khẩu cũng rất rộng mở [1]. Tuy nhiên, đặc trưng trái cây Việt Nam thuộc loại nhiệt đới, thêm vào đó thanh long cũng là loại quả có giá trị dinh dưỡng cao tạo điều kiện cho các vi sinh vật, côn trùng, sâu bọ phát triển gây hư hỏng. Do đó thời gian bảo quản sẽ rất ngắn, nếu không sử dụng chất bảo quản sinh học, hoặc bảo quản bằng những chất mà tiêu chuẩn cho phép, thời gian giữ trái tươi cũng chỉ được 4-5 ngày, còn khi sử dụng công nghệ, thời gian tối đa cũng chỉ gần 2 tuần. Theo như đánh giá đối với những phương pháp bảo quản đã được nghiên cứu và áp dụng cho bảo quản thanh long thì phương pháp bảo quản bằng các loại màng bao gói thông minh (đã được cải thiện về khả năng

thấm nước, thấm khí) để cải tạo môi trường vi khí hậu trong bao gói được đánh giá là phương pháp phù hợp với điều kiện cơ sở vật chất tại nước ta và cho hiệu quả tốt nhất. Vì vậy, việc tiếp tục nghiên cứu phát triển bảo quản thanh long bằng các loại màng bao gói này với các tính năng mới đã được phát triển là một hướng đi phù hợp trong giai đoạn hiện nay.

Gần đây, LLDPE-G trên cơ sở LLDPE kết hợp chất kháng khuẩn là polyme gốc guanidine PHMG có khả năng kháng khuẩn sử dụng cho bảo quản nông sản thực phẩm đã được chế tạo thành công. Qua đánh giá, nhận thấy đây là một loại bao bì phù hợp sử dụng cho bảo quản quả thanh long, bởi ngoài khả năng tạo môi trường vi khí hậu trong bao gói, loại màng này còn có thêm tính năng kháng khuẩn, thích hợp cho bảo quản các loại rau củ có giá trị dinh dưỡng cao. Tuy nhiên, do mỗi loại nông sản sẽ có cường độ hô hấp khác nhau, mỗi một loại màng bao gói khác nhau lại có độ thấm khí và thấm nước khác nhau, chính vì vậy, để có hiệu quả bảo quản tốt nhất thì các yếu tố về tỷ lệ diện tích màng bao gói/khối lượng nông sản và nhiệt độ bảo quản là những yếu tố cần được quan tâm nghiên cứu.

Nghiên cứu này góp phần đánh giá được hiệu quả bảo quản của một loại màng bao gói mới có khả năng kháng khuẩn đã được chế tạo thành công tại Trung tâm Công nghệ Vật liệu, đồng thời góp phần kéo dài thời gian bảo quản và đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm cho quả thanh long phục vụ tiêu dùng trong nước và xuất khẩu.

*Tác giả liên hệ: Email: dangthaoyenlinh@gmail.com

Research on preserving red flesh dragon fruit by antimicrobial packaging containing polyguanidin

Thao Yen Linh Dang*, Thi Nguyet Anh Tuong,
Xuan Quang Chu, Hung Thuan Tran

Center for Advanced Materials Technology,
National Center for Technological Progress

Received 1 July 2022; accepted 29 July 2022

Abstract:

The method of preserving dragon fruit with smart packaging films (improved in terms of water permeability and air permeability) to improve the microclimate in the packaging is evaluated as a suitable method for these condition facilities in Vietnam and gives the best efficiency. In this study, red flesh dragon fruit was packaged in antibacterial packaging film (LLDPE-G) made based on linear low-density polyethylene (LLDPE) combined with polyhexamethylene guanidine (PHMG). The objective of this study was to determine the effect of the ratio of LLDPE-G packaging film area/agricultural products' mass (cm^2/g), storage temperature ($^{\circ}\text{C}$) to oxygen and carbon dioxide balance in the package, and nutritional and sensory quality of red-flesh dragon fruit during storage. Experimental results showed that the packaging film area/fruit mass ratio is $2.00 \text{ cm}^2/\text{g}$, and the appropriate storage temperature is 6°C , corresponding to the equilibrium of the microclimate at $3.77\% \text{ O}_2$ gas concentration and $5.84\% \text{ CO}_2$ concentration. After 20 days of storage, the natural weight loss reached 7.86% , the fruit still retained its characteristics (with index a 50.55), total soluble solids (TSS) reached 14.56°Brix , vitamin C content reached $9.72 \text{ mg}/100 \text{ g}$. These indicators met the food hygiene and safety standards on microbiology according to regulations of good agricultural practices (GAP).

Keywords: antibacterial film, guanidine-based polymer, preservation, red flesh dragon fruit.

Classification number: 4.1

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Nguyên vật liệu

- LLDPE-G có khả năng kháng khuẩn $\geq 99\%$, độ dày $0,04 \text{ mm}$; kích thước $400 \times 300 \text{ mm}$ (chế tạo tại Trung tâm Công nghệ Vật liệu, Viện Ứng dụng Công nghệ).

- Quả thanh long sử dụng trong nghiên cứu là thanh long ruột đỏ được thu mua tại xã Cẩm Lĩnh, huyện Ba Vì, TP Hà Nội. Thời gian thu hoạch quả là 31-35 ngày sau khi nở hoa (khoảng 80% diện tích quả có màu hồng đặc trưng). Sau thu hoạch, quả được sơ chế và lựa chọn sao cho có kích thước và ngoại hình đồng đều với trọng lượng $600 \pm 10 \text{ g}/\text{quả}$. Sau đó được vận chuyển ngay về phòng thí nghiệm trong vòng 2 giờ, rửa sạch bằng nước, làm khô tự nhiên chuẩn bị cho thí nghiệm.

Thiết bị và cơ sở nghiên cứu

- Thiết bị chính sử dụng trong nghiên cứu bao gồm: cân phân tích Ohaus (Mỹ); chiết quang kế Digital Refractometer PR-101 (Nhật Bản); máy đo O_2 , CO_2 ICA 250 (Úc); tủ sấy Binder (Đức); tủ cấy vi sinh vật cấp II (Nhật Bản); nồi hấp vô trùng (Nhật Bản); máy khuấy từ; bình tam giác 100 ml ; pipetman AHN (Đức) $100-1.000 \mu\text{l}$; 1, 2 và 5 ml ; bình định mức $10, 50, 100, 250$ và 500 ml ; ống nghiệm; ống định mức 50 ml ; giá để ống nghiệm; một số dụng cụ khác...

- Cơ sở nghiên cứu: Phòng thí nghiệm Trung tâm Công nghệ Vật liệu, Viện Ứng dụng Công nghệ.

Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm 1: Xác định tỷ lệ diện tích màng bao gói/ khối lượng nông sản và nhiệt độ bảo quản thích hợp cho bảo quản quả thanh long ruột đỏ:

- Yếu tố phi thí nghiệm: độ dày màng bao gói $0,04 \text{ mm}$, độ ẩm 95% .

- Yếu tố thí nghiệm: Từ các thí nghiệm khảo sát, chúng tôi lựa chọn được các giá trị tỷ lệ diện tích/khối lượng nông sản là 2 và $4 \text{ cm}^2/\text{g}$; nhiệt độ bảo quản 2, 4 và 6°C .

- Các chỉ tiêu theo dõi: nồng độ khí O_2 , CO_2 trong bao gói, hao hụt khối lượng tự nhiên, màu sắc, TSS, vitamin C.

Thí nghiệm 2: So sánh chất lượng thanh long ruột đỏ khi bảo quản trong điều kiện thích hợp và điều kiện thông thường: thanh long ruột đỏ được bảo quản trong điều kiện thích hợp đã xác định được từ thí nghiệm 1 và so sánh với phương pháp bảo quản thông thường ở nhiệt độ 10°C .

Phương pháp phân tích

- Xác định thành phần khí O_2 , CO_2 sinh ra trong bao gói bằng máy đo O_2 , CO_2 ICA 250 (Úc) theo phương pháp tĩnh.

- Xác định tỷ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên bằng phương pháp cân, sử dụng cân phân tích có độ chính xác cao ($\pm 0,01 \text{ g}$).

- Xác định màu sắc bằng máy đo màu Konica Minolta (Nhật Bản).

- Xác định hàm lượng TSS bằng máy Digital Refractometer PR-101 của Hãng Atago (Nhật Bản) có dải giới hạn 0- 50°Brix , độ chính xác 0,1 (theo TCVN 7771:2007) [2].

- Xác định hàm lượng vitamin C theo TCVN 6427-2: 1998 (ISO 6557/2:1984) [3].

- Định lượng *Coliforms* theo TCVN 6848:2007 [4].

- Định lượng *E. coli* theo TCVN 7924-2:2008 [5].

Phương pháp xử lý số liệu

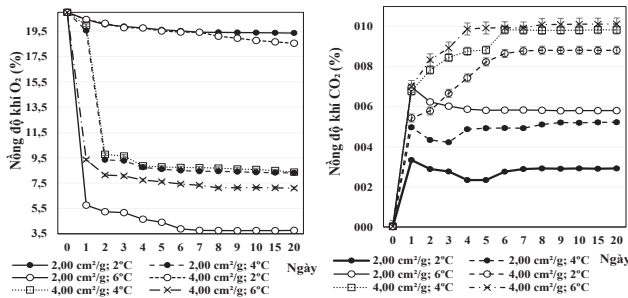
Kết quả thí nghiệm được phân tích ANOVA để so sánh sự khác biệt trung bình giữa các lần lặp lại trong cùng thí nghiệm $p < 0,05$.

Kết quả và bàn luận

Sự thay đổi nồng độ khí O_2 và CO_2 trong quá trình bảo quản

Mỗi loại rau quả khác nhau đều có cường độ hô hấp khác nhau và mỗi loại màng khác nhau cũng có những đặc tính thẩm khí khác nhau. Vì vậy, khi sử dụng màng LLDPE-G cho bảo quản quả thanh

long ruột đỏ cần phải tìm ra được tỷ lệ diện tích màng bao gói/khối lượng nông sản và độ dày màng thích hợp để tạo được môi trường vi khí hậu trong bao gói, giúp giảm cường độ hô hấp của quả cũng như ức chế vi sinh vật phát triển gây hư hỏng dẫn đến tổn thất trong quá trình bảo quản. Nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng, với nồng độ khí O₂ 3,77% và CO₂ 5,84% là điều kiện CA (khí quyển điều chỉnh) tối ưu cho bảo quản quả thanh long ruột đỏ [6]. Mục tiêu của nghiên cứu này là xác định được tỷ lệ diện tích màng bao gói/khối lượng nông sản và nhiệt độ bảo quản thích hợp để nồng độ khí trong bao gói đạt gần với giá trị mong muốn nhất. Kết quả theo dõi sự thay đổi nồng độ khí O₂, CO₂ trong quá trình bảo quản ở các công thức khác nhau được thể hiện ở hình 1.

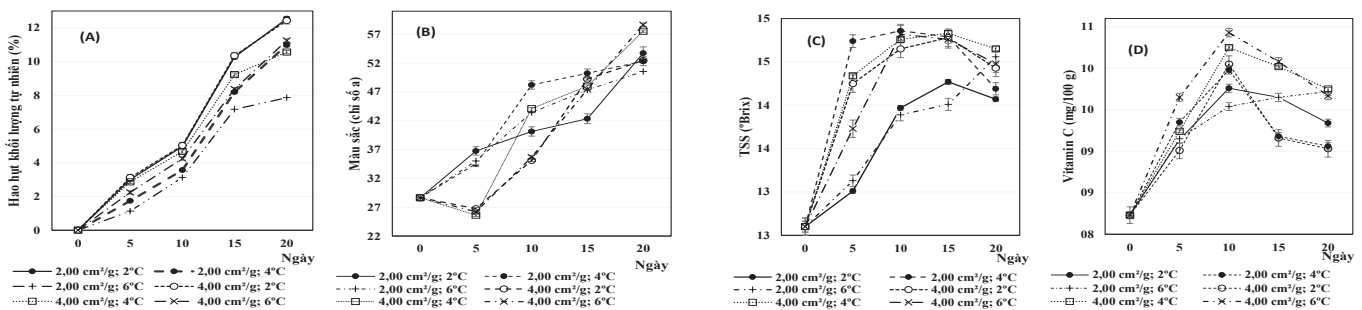


Hình 1. Sự thay đổi nồng độ khí O₂, CO₂ trong quá trình bảo quản quả thanh long ruột đỏ ở các công thức khác nhau.

Kết quả hình 1 cho thấy, xu hướng chung ở tất cả các công thức là nồng độ khí O₂ giảm dần và CO₂ tăng dần trong bao gói. Điều này là do trong quá trình bảo quản, quả hô hấp tiêu thụ khí O₂ và thải ra CO₂. Do mỗi công thức có tỷ lệ bao gói/khối lượng nông sản và nhiệt độ bảo quản khác nhau nên nồng độ khí O₂ và CO₂ có trạng thái cân bằng khác nhau. Trạng thái cân bằng bắt đầu đạt được ở ngày thứ 6-7 của quá trình bảo quản. Trong đó, công thức bảo quản quả thanh long ruột đỏ với tỷ lệ diện tích màng bao gói/khối lượng nông sản là 2,00 cm²/g và nhiệt độ bảo quản là 6°C cho nồng độ khí trong bao gói đạt gần giá trị mong muốn nhất, tương ứng với nồng độ khí O₂ là 3,77% và CO₂ là 5,84%.

Sự thay đổi chất lượng của quả thanh long ruột đỏ trong quá trình bảo quản

Để tìm ra được tỷ lệ diện tích màng bao gói/khối lượng nông sản cũng như nhiệt độ bảo quản thích hợp một số chỉ tiêu bao gồm: hao hụt khối lượng tự nhiên, màu sắc quả, TSS và vitamin C là những chỉ tiêu được quan tâm theo dõi. Kết quả được trình bày ở hình 2.



Hình 2. Sự thay đổi chất lượng quả thanh long ruột đỏ trong quá trình bảo quản ở các công thức khác nhau.

Kết quả ở hình 2 cho thấy:

- Hao hụt khối lượng tự nhiên (hình 2A): Tổn thất sau thu hoạch của rau quả nói chung và quả thanh long ruột đỏ nói riêng là do sự hao hụt khối lượng và chất lượng. Vì khó xác định chính xác sự hao hụt khối lượng do hô hấp của quả, nên hao hụt khối lượng tự nhiên thường được sử dụng để đánh giá gián tiếp sự tổn thất của rau quả sau thu hoạch. Kết quả hình 2A cho thấy, tỷ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên của quả thanh long ruột đỏ tăng dần theo thời gian bảo quản ở tất cả các công thức. Tuy nhiên, ở cùng một nhiệt độ bảo quản, nếu tỷ lệ diện tích màng bao gói/khối lượng nông sản tăng thì hao hụt khối lượng tự nhiên của quả tăng. Cụ thể, quả thanh long ruột đỏ được bảo quản ở cùng nhiệt độ là 6°C với tỷ lệ diện tích màng bao gói/khối lượng nông sản là 2,00 cm²/g có hao hụt khối lượng tự nhiên sau 20 ngày bảo quản đạt 7,86%. Tuy nhiên ở cùng nhiệt độ bảo quản, nếu tăng tỷ lệ diện tích màng bao gói/khối lượng nông sản lên 4,00 cm²/g thì hao hụt khối lượng của quả là 11,25% sau 20 ngày bảo quản.

- Màu sắc của quả (hình 2B): Quả thanh long ruột đỏ sau thu hoạch màu sắc sẽ tiếp tục biến đổi do vẫn còn diễn ra hoạt động sống. Trong 3 chỉ số màu sắc (L, a, b) chỉ số a trực tiếp thể hiện màu đỏ của quả thanh long ruột đỏ, giá trị của chỉ số a trên trục tọa độ là từ -60 đến +60, chỉ số này đạt giá trị càng lớn thì quả càng có màu thiên về đỏ. Kết quả thí nghiệm cho thấy, tỷ lệ diện tích màng bao gói/khối lượng nông sản và nhiệt độ bảo quản ảnh hưởng đến sự thay đổi màu sắc của quả thanh long ruột đỏ trong quá trình bảo quản. Ở tất cả các công thức, chỉ số a của quả tăng dần, chứng tỏ màu đỏ của quả tăng dần trong quá trình bảo quản, điều này có thể giải thích là do trong quá trình bảo quản quả tiếp tục chín do còn hoạt động hô hấp và lượng betacyanin (chất tạo màu đỏ đặc trưng của quả thanh long) đã được chứng minh là tăng theo mức độ chín của quả nên chỉ số a của quả tăng lên [7]. Quả được bảo quản tại công thức với tỷ lệ diện tích màng bao gói/khối lượng nông sản là 2,00 cm²/g và nhiệt độ 6°C cho sự biến đổi màu sắc diễn ra chậm nhất, sau 20 ngày bảo quản chỉ số a của quả vẫn đạt 50,55. Trong khi tại công thức tỷ lệ diện tích màng bao gói/khối lượng nông sản là 4,00 cm²/g và nhiệt độ bảo quản là 6°C chỉ số a của quả sau 20 ngày bảo quản là 58,65.

- TSS: Cùng với sự thay đổi màu sắc bên ngoài chất lượng dinh dưỡng của quả thanh long ruột đỏ cũng thay đổi trong thời gian bảo quản. Kết quả hình 2C cho thấy, TSS của quả cũng biến động khác nhau tùy vào từng công thức bảo quản. TSS ở các công thức đều tăng lên từ ngày bảo quản đầu tiên đến ngày thứ 15 do quả vẫn

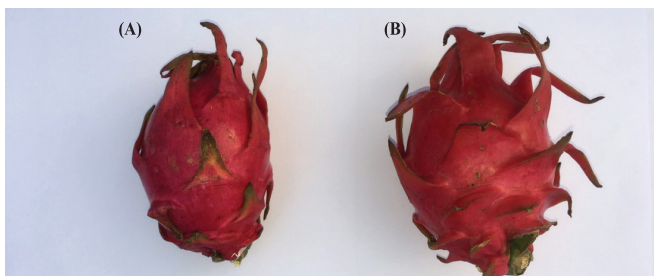
tiếp tục hô hấp trong quá trình bảo quản, đường được tích tụ do sự phân giải tinh bột và thủy phân hemicellulose tạo thành các đường xilose, manose... [8]. Đến ngày thứ 20 thì TSS ở các công thức đều giảm, duy chỉ có công thức bảo quản quả với tỷ lệ diện tích màng bao gói/khối lượng nông sản là 2,00 cm²/g và nhiệt độ bảo quản là 6°C là TSS vẫn tăng đạt 14,56° Brix. Sự biến động về TSS của quả có liên quan chặt chẽ với quá trình hô hấp của quả, có thể nói rằng, với diện tích bao gói và nhiệt độ bảo quản thích hợp đã giúp hô hấp của quả được duy trì ở mức tốt nhất hạn chế sự chuyển hóa gây mất các chất dinh dưỡng trong quả.

- Vitamin C: Hàm lượng vitamin C của quả thanh long ruột đỏ cũng thay đổi trong quá trình bảo quản. Trong khi hàm lượng vitamin C trong quả ở các công thức đều có xu hướng giảm vào ngày thứ 15 của quá trình bảo quản thì hàm lượng vitamin C trong quả ở công thức tỷ lệ diện tích màng bao gói/khối lượng nông sản là 2,00 cm²/g và nhiệt độ bảo quản là 6°C vẫn được duy trì và chưa có dấu hiệu giảm (hình 2D). Do đó có thể thấy rằng, xu hướng biến đổi hàm lượng vitamin C của quả thanh long ruột đỏ ở công thức này cũng chậm hơn ở các công thức còn lại.

Tổng hợp các kết quả thu được có thể kết luận rằng, tỷ lệ diện tích màng bao gói/khối lượng nông sản là 2,00 cm²/g và nhiệt độ bảo quản 6°C là phù hợp cho bảo quản quả thanh long ruột đỏ. Với điều kiện bao gói này, nồng độ khí O₂ và CO₂ trong bao gói có thể duy trì được trạng thái cân bằng gần nhất với điều kiện tối ưu mong muốn, tương ứng với nồng độ khí O₂ khoảng 3,77% và CO₂ là 5,84%. Nồng độ khí được duy trì ở mức thích hợp đã làm chậm hô hấp của quả, giúp duy trì được chất lượng dinh dưỡng của quả trong quá trình bảo quản.

Xác định được chất lượng vi sinh của quả thanh long ruột đỏ khi bảo quản trong điều kiện thích hợp

Nhận thấy rằng, bảo quản quả thanh long ruột đỏ bằng LLDPE-G ứng dụng kỹ thuật MAP ở điều kiện thích hợp với tỷ lệ diện tích màng bao gói/khối lượng nông sản là 2,00 cm²/g và nhiệt độ bảo quản ở 6°C đã tạo được ra trong bao gói môi trường vi khí hậu thích hợp để ức chế quá trình hô hấp của quả thanh long ruột đỏ khiến hàm lượng một số chất dinh dưỡng không bị mất đi quá nhiều cho hoạt động hô hấp, đồng thời việc duy trì nồng độ khí CO₂ phù hợp cũng đã tránh được việc xảy ra tình trạng hô hấp yếm khí làm biến đổi nhanh chóng các chất dinh dưỡng giúp chất lượng dinh dưỡng của quả được duy trì tốt hơn so với phương pháp bảo quản thông thường với độ dày bao gói và diện tích không được tính toán điều chỉnh phù hợp. Thêm vào đó, một đặc tính quan trọng của LLDPE-G chính là đặc tính kháng khuẩn, đặc biệt là khả năng giữ thực phẩm được bao gói không bị nhiễm các vi sinh vật gây bệnh. Quả thanh long ruột đỏ là một loại quả tươi giàu dinh dưỡng, chính đặc điểm này



Hình 3. Quả thanh long ruột đỏ sau 20 ngày bảo quản trong điều kiện thường (A) và điều kiện thích hợp đã xác định (B).

là một trong các nguyên nhân làm cho chúng mau biến đổi hư hỏng do hoạt động của vi sinh vật. Vì vậy, bên cạnh giá trị về dinh dưỡng của quả sau bảo quản, chất lượng vi sinh của quả thanh long ruột đỏ sau 20 ngày bảo quản tiếp tục được kiểm nghiệm để đánh giá hiệu quả kháng khuẩn của màng sử dụng trong bao gói. Kết quả được trình bày ở hình 3 và bảng 1.

Bảng 1. Chi tiêu vi sinh của quả thanh long ruột đỏ sau 20 ngày bảo quản.

Điều kiện bảo quản	Chỉ tiêu vi sinh vật	Đơn vị	Kết quả	Giới hạn cho phép (GAP)	Đánh giá
Thích hợp đã xác định	<i>E. coli</i>	CFU/g	1	200	Đạt
	<i>Coliforms</i>	CFU/g	5	10	Đạt
Thường	<i>E. coli</i>	CFU/g	53	200	Đạt
	<i>Coliforms</i>	CFU/g	78	10	Không đạt

Vi khuẩn *Coliforms* và *E. coli* là một trong những chỉ tiêu được sử dụng để đánh giá chất lượng nước và thực phẩm. Kết quả bảng 1 cho thấy, quả thanh long ruột đỏ được bao gói bằng LLDPE-G duy trì được chất lượng vi sinh đối với 2 chủng vi khuẩn này sau 20 ngày bảo quản. Kết quả kiểm nghiệm cũng cho thấy chất lượng vi sinh của quả thanh long ruột đỏ đáp ứng được theo tiêu chuẩn vệ sinh an toàn thực phẩm quy định tại thực hành sản xuất nông nghiệp tốt (GAP). Trong khi đó, quả thanh long ruột đỏ được bảo quản bằng màng bao gói thông thường có chất lượng *Coliform* không đạt tiêu chuẩn vệ sinh an toàn thực phẩm theo quy định GAP khi lượng *E. coli* sau bảo quản là 53 CFU/g còn *Coliforms* là 78 CFU/g.

Kết luận

Kết quả đã bước đầu chứng minh được hiệu quả bảo quản của màng kháng khuẩn LLDPE-G trong bảo quản nông sản tươi, cụ thể là quả thanh long ruột đỏ. Sử dụng LLDPE-G với tỷ lệ diện tích màng bao gói/khối lượng nông sản là 2 cm²/g và nhiệt độ bảo quản ở 6°C giúp giảm tỷ lệ thối hỏng, duy trì giá trị dinh dưỡng, tiêu diệt các vi sinh vật gây bệnh thực phẩm và kéo dài thời gian bảo quản của quả thanh long ruột đỏ được 20 ngày (hơn 5 ngày so với phương pháp bảo quản lạnh thông thường ở 10°C).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Trần Minh Phúc (2020), “Hướng đi mới cho thanh long ruột đỏ tỉnh Vĩnh Long”, *Bản tin Khoa học và Công nghệ Vĩnh Long*, 1, tr.37-38.
 [2] TCVN 7771:2007 (ISO 2173:2003) - Sản phẩm rau, quả - Xác định chất rắn hoà tan - Phương pháp khúc xạ.
 [3] TCVN 6427-2:1998 (ISO 6557/2:1984) - Rau quả và các sản phẩm rau quả - Xác định hàm lượng axit ascorbic - Phần 2: Phương pháp thông dụng.
 [4] TCVN 6848:2007 (ISO 4832:2007) - Vi sinh vật trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi - Phương pháp định lượng *Coliforms* - Kỹ thuật đếm khuẩn lạc.
 [5] TCVN 6846:2007 (ISO 7251:2005) - Vi sinh vật trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi - Phương pháp phát hiện và định lượng *Escherichia coli* giả định - Kỹ thuật đếm số có xác suất lớn nhất.
 [6] Phạm Anh Tuấn, Vũ Thị Nga (2016), “Tối ưu hóa một số thông số công nghệ bảo quản quả thanh long bằng kỹ thuật bao gói khí điều biến”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 54(4A), tr.314-322.
 [7] W. Liaotrakoon (2013), *Characterization of Dragon fruit (Hylocereus spp.) Components with Valorization Potential*, PhD thesis, Ghent University, Belgium, 32pp.
 [8] H.D. Belitz, W. Grosch (1992), *Food Chemistry*, Springer.