

ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ LOẠI VẬT LIỆU BAO BÌ ĐẾN KHẢ NĂNG BẢO QUẢN QUẢ XOÀI GIỐNG GL4 TRỒNG TẠI TỈNH SƠN LA

Nguyễn Thị Thu Hương¹*, Hoàng Thị Lệ Hằng¹, Nguyễn Thị Thuý Linh¹

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng của một số loại vật liệu bao bì đến khả năng bảo quản cho quả xoài GL4, từ đó lựa chọn được loại bao bì thích hợp nhất. Quả xoài giống GL4 được thu hái tại thời điểm 100 - 105 ngày tính từ khi đậu quả được phân loại làm sạch và xử lý bằng nước nóng ở nhiệt độ $51\pm 1^\circ\text{C}$ trong thời gian 5 phút rồi được đóng trong các loại bao bì: màng Wax, túi LDPE, Green MAP, túi giấy và không bao gói. Các mẫu được đưa vào bảo quản ở nhiệt độ $12\pm 1^\circ\text{C}$, tiến hành theo dõi sự biến đổi chất lượng trong thời gian bảo quản của quả xoài ở các mẫu thí nghiệm. Kết quả cho thấy, bao bì Green MAP có khả năng ổn định chất lượng của quả xoài GL4 tốt nhất so với các loại bao bì khảo sát. Khi sử dụng loại bao bì này, có thể kéo dài thời gian bảo quản đối với quả xoài GL4 tới 30 ngày ở điều kiện nhiệt độ $12\pm 1^\circ\text{C}$ với chất lượng (bao gồm các chỉ tiêu dinh dưỡng và cảm quan) ổn định, tỉ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên 4,87%, tỉ lệ thối hỏng 7,51%.

Từ khóa: Bao gói, bảo quản, Green MAP, xoài GL4.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xoài là cây ăn quả quan trọng với diện tích sản xuất năm 2017 khoảng 92,746 nghìn ha [1], xếp thứ hai về diện tích gieo trồng trong nhóm các loại cây ăn quả của nước ta. Tại một số tỉnh khu vực phía Bắc như Hà Giang, Thái Nguyên, Phú Thọ, Sơn La,... diện tích trồng xoài đang được mở rộng thay thế cho các cây trồng kém hiệu quả khác. Trong đó, Sơn La được biết đến là địa danh trồng xoài với diện tích lớn và có chất lượng tốt, diện tích trồng xoài toàn tỉnh năm 2019 đạt 15,176 nghìn ha, năng suất bình quân đạt 57,01 tạ/ha, sản lượng thu hoạch 33,09 nghìn tấn. Trong các giống xoài sản xuất thương mại, giống xoài GL4 (*Mangifera indica* L.) được Bộ Nông nghiệp và PTNT cho phép đưa vào trồng trên diện rộng ở các tỉnh phía Bắc và đang được chú trọng phát triển vì cho hiệu quả kinh tế cao. Ưu điểm của giống xoài GL4 là khả năng thích ứng tốt, năng suất cao, được người tiêu dùng ưa thích vì tỉ lệ thịt quả cao, hương vị thơm ngon và có thể sử dụng ở cả hai dạng quả xanh và chín. Đây là giống xoài có tiềm năng xuất khẩu rất tốt và hiện nay đã được xuất khẩu sang các thị trường Anh, Nga, Mỹ... nhưng với số lượng còn khá khiêm tốn do thời gian bảo quản ngắn nên phải vận chuyển bằng đường hàng không với chi

phí và tỉ lệ hư hỏng cao. Vì vậy, với mục tiêu mở rộng thị trường xuất khẩu, nâng cao hiệu quả kinh tế với phương thức vận chuyển bằng đường biển nhằm hạ thấp chi phí, thì yêu cầu đặt ra là cần duy trì chất lượng thương phẩm, kéo dài thời gian bảo quản hơn nữa cho quả xoài giống GL4

Một số phương pháp bảo quản xoài đạt hiệu quả cao được ứng dụng hiện nay như: phương pháp MAP (Modified Atmosphere Packaging), CA (Controlled Atmosphere), tồn trữ ở nhiệt độ thấp, xử lý hoá chất,... Trong đó MAP là phương pháp tương đối dễ thực hiện, ít tốn kém và có hiệu quả trong việc duy trì chất lượng cũng như hạn chế được sự tổn thất sau thu hoạch [2]. Các nghiên cứu gần đây cho thấy việc xử lý xoài bằng calcium kết hợp bao gói và tồn trữ nhiệt độ 14°C có thể giữ được chất lượng xoài đến 30 ngày [3]. Tuy nhiên, phương pháp xử lý bằng hoá chất thường phức tạp, tốn kém và không đáp ứng chỉ tiêu an toàn thực phẩm, nên gần đây xu hướng không sử dụng hoá chất được quan tâm hơn. Công nghệ bao gói quả được chú trọng hiện nay là sử dụng các loại màng bán thấm chọn lọc như LDPE, HDPE, PVC... nhằm ngăn cản sự bay hơi nước, khuếch tán có chọn lọc khí oxy và cacbonic, làm giảm cường độ hô hấp và các hoạt động trao đổi chất; do đó, nâng cao chất lượng sản phẩm và kéo dài thời gian bảo quản các loại quả sau thu hoạch [4]. Tuy nhiên, ở Việt Nam các nghiên cứu về tác động của các loại

¹ Viện Nghiên cứu Rau quả

* Email: thuhuong021@gmail.com

bao bì bao gói quả xoài còn hạn chế và chưa được công bố. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là tìm ra phương thức bao gói phù hợp nhất trong bảo quản quả xoài GL4.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và vật liệu nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu: Quả xoài thuộc giống GL4 được trồng tại huyện Mai Sơn, tỉnh Sơn La. Quả được thu hái khi đạt độ chín kỹ thuật tại thời điểm 100 - 105 ngày tính từ khi đậu quả và vận chuyển về điểm thí nghiệm trong vòng 24 giờ.

- Vật liệu nghiên cứu: các loại vật liệu bao gói như Green MAP, màng wax sản xuất tại Viện Hoá học Công nghiệp Việt Nam; túi LDPE, túi giấy Kraft sản xuất tại Việt Nam.

+ Túi Green MAP (kích thước: 30 x 35 cm, độ dày: 35 μ m) được làm từ nhựa polyetylen tỷ trọng thấp (LDPE) kết hợp với một số chất phụ gia vô cơ như silica, zeolit, bentonit. Màng có tính chất thấm thấu chọn lọc đối với các loại khí nhằm thay đổi thành phần khí quyển xung quanh rau quả, hạn chế hô hấp và hoạt động của vi sinh vật.

+ Màng Wax có dạng nhũ tương với thành phần chính là sáp carnauba và chất nhũ hoá có tác dụng tạo độ bóng cho vỏ quả, hạn chế sự hô hấp, sự thoát hơi nước, ngăn cản sự xâm nhập của vi sinh vật.

+ Túi LDPE (kích thước: 30 x 35 cm, độ dày: 25 μ m): Màng LDPE có khả năng thấm hút khí và nước giúp điều chỉnh môi trường bảo quản, kiểm soát quá trình hô hấp của quả, giúp quả có thể duy trì được chất lượng, ít biến đổi về độ cứng, hương vị trong bảo quản.

+ Túi giấy Kraft (kích thước: 25 x 30 cm, độ dày: 40 μ m): Được làm từ bột giấy hóa học của gỗ mềm. Giấy kraft bền, dẻo dai, tương đối thô, khả năng thấm hút ẩm và thấm dầu tốt. Không phản ứng sinh ra chất độc hại khi chịu nhiệt độ cao và dễ phân hủy trong môi trường tự nhiên.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Quả xoài sau khi thu hoạch được lựa chọn, phân loại, làm sạch và xử lý bằng nước nóng ở nhiệt độ $51 \pm 1^\circ\text{C}$ trong thời gian 5 phút. Sau đó để ráo rồi tiến hành bao gói bằng các loại bao bì khác nhau và đưa vào bảo quản ở điều kiện nhiệt độ $12 \pm 1^\circ\text{C}$. Trong quá trình bảo quản, theo dõi đánh giá các chỉ tiêu hoá lý,

chỉ tiêu chất lượng của quả xoài.

Thí nghiệm gồm 5 công thức:

- Công thức 1: Sử dụng màng Wax.
- Công thức 2: Sử dụng túi LDPE đục lỗ 1%.
- Công thức 3: Sử dụng túi Green MAP.
- Công thức 4: Sử dụng túi giấy.
- Công thức đối chứng: Không bao gói.

Khối lượng mẫu: 10 kg/công thức với 3 lần nhắc lại. Đối với túi LDPE, Green MAP và túi giấy đóng gói 1 quả xoài/túi. Với công thức sử dụng màng Wax: Quả xoài được nhúng trong dung dịch Wax nồng độ 2 - 4% V/V, sau đó để ráo, xếp vào rổ và bảo quản trong kho lạnh.

Thí nghiệm theo dõi trong thời gian 30 ngày, tần suất lấy mẫu vào các ngày thứ 10, 15, 20, 25 và 30 ngày từ khi đưa vào bảo quản.

Chỉ tiêu theo dõi: Màu sắc vỏ quả, cường độ hô hấp, hao hụt khối lượng tự nhiên, tỉ lệ thối hỏng, hàm lượng chất khô hòa tan tổng số, hàm lượng vitamin C, đánh giá cảm quan (hương, vị, trạng thái) của quả xoài trong quá trình bảo quản.

2.2.2. Phương pháp phân tích và xử lý số liệu

- *Phương pháp lấy mẫu quả:* Theo TCVN 9017: 2011 [5].

- *Đo màu sắc vỏ quả:* Xác định bằng máy đo màu cầm tay ColorTec 5974 - 01, Mexico.

Nguyên tắc: dựa vào sự phản xạ ánh sáng từ bề mặt mẫu tới bộ phận quang phổ của máy.

Màu sắc của mẫu được thể hiện thông qua 3 thông số L, a, b.

Trong đó: L biểu thị từ tối tới sáng có giá trị từ 0 $\rightarrow$ 100; a biểu thị từ màu xanh lá cây tới đỏ có giá trị từ -60 $\rightarrow$ +60; b biểu thị từ màu xanh da trời đến vàng có giá trị từ -60 $\rightarrow$ +60.

ΔE : Mức độ sai khác về màu sắc của quả trước và sau bảo quản.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

- *Hàm lượng chất khô hòa tan tổng số ($^\circ\text{Brix}$):* Xác định hàm lượng chất khô hòa tan bằng chiết quang kế hiện số Digital Refractometer PR - 101 của hãng Atago (Nhật Bản) có dải giới hạn 0 - 45 $^\circ\text{Brix}$, độ chính xác 0,1 (TCVN 7771: 2007 [6]).

- *Hàm lượng vitamin C (mg/100 g):* Xác định

hàm lượng Vitamin C bằng phương pháp chuẩn độ Iod 0,01N (TCVN 4715: 1989 [7]).

- *Cường độ hô hấp ($\text{mgCO}_2/\text{kg.h}$):* Được đo bằng máy Dual gas analyser (Anh).

Cường độ hô hấp được xác định chủ yếu bằng lượng CO_2 tạo ra của một đơn vị trọng lượng nông sản trong một đơn vị thời gian.

$$R = \frac{\% \text{CO}_2 \text{ cuối} - \% \text{CO}_2 \text{ đầu}}{Wt \times t}$$

Trong đó: R là cường độ hô hấp của quả xoài ($\text{mlCO}_2/\text{kg.h}$); V là thể tích chất khí chiếm chỗ trong bình ($V_{\text{thực}} = V_{\text{bình}} - Wt$); Wt là khối lượng mẫu (kg); t là thời gian mẫu hô hấp (giờ).

- *Tỉ lệ thối hỏng (%):* Xác định bằng phương pháp cân khối lượng xoài bị thối hỏng của mỗi công thức đó sau mỗi kỳ theo dõi.

Công thức tính như sau:

$$M = \frac{M_2}{M_1} \times 100\%$$

Trong đó: M là tỷ lệ quả xoài bị thối hỏng sau mỗi kỳ theo dõi (%); M_2 là khối lượng mẫu xoài bị thối hỏng sau mỗi kỳ theo dõi (g); M_1 là tổng khối lượng ban đầu (g).

- *Tỉ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên (%):* Xác định bằng phương pháp cân khối lượng mẫu quả của mỗi công thức đó sau mỗi kỳ theo dõi.

Tỉ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên được tính theo công thức:

$$\text{HHTN} = \frac{M_0 - M_1}{M_0} \times 100\%$$

Trong đó: HHTN là tỷ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên sau mỗi kỳ theo dõi (%); M_0 là khối lượng xoài ban đầu (g); M_1 là khối lượng xoài sau mỗi kỳ theo dõi (g).

- *Xác định vi sinh vật hiếu khí tổng số:* được xác định bằng phương pháp đổ đĩa theo TCVN 4884-1: 2015 [8].

- *Đánh giá cảm quan:* Chất lượng sản phẩm được đánh giá bằng phép thử cho điểm thị hiếu theo thang điểm Hedonic (từ 1 đến 9 điểm).

- *Xử lý số liệu:* Sử dụng phần mềm Microsoft Excel trong xử lý số liệu thô; sử dụng phần mềm SAS 9.1 để xử lý thống kê, so sánh giá trị trung bình thông qua phân tích phương sai ANOVA.

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 01 đến tháng 6 năm 2022 tại Bộ môn Sinh lý, Sinh hóa và Công nghệ sau thu hoạch, Viện Nghiên cứu Rau quả.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của vật liệu bao bì đến sự biến đổi các chỉ tiêu sinh lý của quả xoài GL4 trong quá trình bảo quản

3.1.1. Sự biến đổi về màu sắc của quả xoài trong quá trình bảo quản

Màu sắc là chỉ tiêu quan trọng thường được sử dụng để đánh giá độ chín cũng như chất lượng của quả trong quá trình bảo quản. Vì vậy, đã tiến hành theo dõi sự thay đổi về màu sắc của quả xoài trong quá trình bảo quản thông qua chỉ số ΔE , giá trị của ΔE tỉ lệ thuận với sự biến đổi màu sắc vỏ quả. Kết quả được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Sự biến đổi màu sắc (ΔE) vỏ quả xoài GL4 trong quá trình bảo quản

Công thức	Thời gian bảo quản (ngày)					
	0	10	15	20	25	30
CT1 - Wax	0,00	2,43 ^c	3,24 ^d	5,31 ^d	8,72 ^d	15,65 ^d
CT2 - LDPE	0,00	2,01 ^d	4,92 ^c	6,40 ^c	10,16 ^c	17,10 ^c
CT3 - Green MAP	0,00	1,81 ^e	3,02 ^d	5,10 ^d	7,84 ^e	12,68 ^e
CT4 - Túi giấy	0,00	7,64 ^a	9,56 ^a	11,25 ^a	15,18 ^b	20,53 ^b
Đối chứng	0,00	3,35 ^b	6,51 ^b	10,99 ^b	16,65 ^a	22,29 ^a

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị có mang chữ cái khác nhau thì khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha=0,05$

Kết quả nghiên cứu cho thấy sự biến đổi màu sắc của tất cả các công thức đều có xu hướng tăng lên theo thời gian bảo quản. Nguyên nhân là do xoài là loại quả hô hấp đột biến nên trong khoảng 20 ngày đầu bảo quản sẽ diễn ra quá trình chín tiếp

sau thu hoạch làm cho màu sắc của quả xoài chuyển dần từ xanh sang vàng. Sau đó, quả bắt đầu quá trình già hoá với sự xuất hiện hiện tượng thối hỏng, hình thành các vết nâu đen gây biến màu vỏ quả.

Bảng 1 cho thấy, chỉ số ΔE tăng dần lên chứng tỏ màu sắc vỏ quả bị biến đổi so với ban đầu và có sự khác nhau giữa các công thức. Sau 30 ngày bảo quản, xoài được bao gói bằng túi Green MAP có giá trị ΔE thấp nhất là 12,68 đồng nghĩa với việc màu sắc ít bị biến đổi nhất. Tiếp đến là mẫu quả xoài được bao gói trong túi LDPE, màng Wax với giá trị ΔE tương ứng là 17,10 và 15,65. Quả xoài được bao gói trong túi giấy và công thức đối chứng biến đổi màu sắc nhiều nhất với giá trị ΔE tương ứng là 20,53 và 22,29.

Như vậy, việc sử dụng các loại vật liệu bao bì khác nhau có ảnh hưởng rõ rệt đến sự biến đổi màu sắc của quả xoài bảo quản ở nhiệt độ lạnh $12 \pm 1^\circ\text{C}$. Bao gói bằng túi Green MAP có khả năng hạn chế tốt nhất sự biến đổi màu sắc cho quả xoài. Nghiên cứu của Nuchanat Phakdee và cs (2020) khi sử dụng

MAP để bảo quản xoài 'Nam Dok Mai Sri Tong' cũng đã cho thấy, màng MAP có tác dụng ổn định cấu trúc, màu sắc vỏ quả xoài, làm chậm quá trình chín, kéo dài thời gian bảo quản lên 30 ngày so với khi bảo quản bằng túi nhựa thông thường là 24 ngày [9].

3.1.2. Sự biến đổi cường độ hô hấp của quả xoài trong quá trình bảo quản

Cường độ hô hấp là một chỉ tiêu quan trọng dùng để đánh giá mức độ tiêu hao năng lượng dự trữ (các thành phần dinh dưỡng) của rau quả trong quá trình sống. Cường độ hô hấp của quả càng cao thì sự tiêu hao các chất càng nhiều, quả sẽ nhanh chóng bị suy giảm chất lượng và dẫn đến hư hỏng. Kết quả theo dõi sự biến đổi cường độ hô hấp của quả xoài khi bao gói bằng các loại bao bì khác nhau trong quá trình bảo quản được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Sự biến đổi cường độ hô hấp ($\text{mlCO}_2/\text{kg.h}$) của quả xoài GL4 trong quá trình bảo quản

Công thức	Thời gian bảo quản (ngày)					
	0	10	15	20	25	30
CT1 - Wax	15,26	15,95 ^b	16,26 ^d	16,48 ^c	18,16 ^d	20,37 ^d
CT2 - LDPE	15,26	16,02 ^b	17,42 ^c	19,69 ^b	24,51 ^c	21,05 ^c
CT3 - Green MAP	15,26	15,63 ^b	16,04 ^d	16,23 ^c	17,61 ^c	18,74 ^c
CT4 - Túi giấy	15,26	16,58 ^a	18,64 ^b	19,82 ^b	26,30 ^b	22,28 ^b
Đối chứng	15,26	16,92 ^a	19,07 ^a	21,20 ^a	28,41 ^a	24,36 ^a

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị có mang chữ cái khác nhau thì khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha=0,05$

Kết quả trong bảng 2 cho thấy, cường độ hô hấp của quả xoài ở tất cả các công thức có sự biến đổi khác nhau trong quá trình bảo quản. Trong đó, công thức đối chứng và công thức bao gói bằng túi giấy (CT4), túi LDPE (CT2) có tốc độ tăng nhanh nhất từ khi đưa vào bảo quản đến thời điểm 25 ngày, sau đó cường độ hô hấp có dấu hiệu giảm dần. Hai công thức còn lại sử dụng túi Green MAP (CT3) và màng Wax (CT1) giá trị này tăng chậm liên tục trong 30 ngày bảo quản, công thức CT3 tăng chậm nhất và có giá trị thấp nhất so với các công thức còn lại.

Sự biến đổi cường độ hô hấp của quả xoài trong quá trình bảo quản có thể được giải thích do xoài là loại quả hô hấp đột biến nên trong quá trình chín sự biến đổi cường độ hô hấp rất khác nhau ở các mức độ chín khác nhau. Giai đoạn sau hô hấp đột biến là lúc quả chín hoàn toàn đến quá chín, cường độ hô hấp giảm đi nhanh, các quá trình trao đổi chất bị phá hủy, các quá trình phân hủy chất hữu cơ phức tạp tăng lên, các thành phần khác trong nội bào bị phá

huỷ làm chất lượng quả giảm dần. Đồng thời, khả năng tự đề kháng trong quả kém đi gây ra các hiện tượng bệnh lý và quả chuyển dần đến sự thối hỏng [10].

Việc sử dụng các loại vật liệu bao bì khác nhau có ảnh hưởng đến sự biến đổi thành phần không khí O_2 và CO_2 bên trong bao bì từ đó ảnh hưởng tới quá trình hô hấp của quả xoài. Trong đó, bao bì túi Green MAP có khả năng điều chỉnh thành phần không khí phù hợp nhất nên có tác dụng hạn chế sự hô hấp cho quả xoài.

3.1.3. Sự biến đổi về tỉ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên của quả xoài trong quá trình bảo quản

Hao hụt khối lượng tự nhiên (HHKLTN) là hiện tượng biến đổi vật lý tất yếu xảy ra trong quá trình bảo quản. HHKLTN càng cao thì tổn thất sau thu hoạch càng lớn. Tiến hành xác định sự biến đổi tỉ lệ HHKLTN của quả xoài GL4 khi bảo quản bằng các vật liệu bao gói khác nhau. Kết quả được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Sự biến đổi tỉ lệ HHKLTN (%) của quả xoài GL4 trong quá trình bảo quản

Công thức	Thời gian bảo quản (ngày)					
	0	10	15	20	25	30
CT1 - Wax	0,00	1,17 ^c	2,16 ^c	3,52 ^d	4,15 ^d	5,51 ^d
CT2 - LDPE	0,00	1,25 ^c	2,59 ^c	4,17 ^c	5,68 ^c	6,18 ^c
CT3 - Green MAP	0,00	0,71 ^d	1,28 ^d	1,87 ^e	2,74 ^e	4,87 ^e
CT4 - Túi giấy	0,00	1,91 ^b	3,69 ^b	5,06 ^b	6,29 ^b	8,34 ^b
Đối chứng	0,00	2,18 ^a	5,46 ^a	7,21 ^a	9,42 ^a	11,53 ^a

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị có mang chữ cái khác nhau thì khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha=0,05$

Kết quả trong bảng 3 cho thấy, tỉ lệ HHKLTN của xoài diễn ra ở tất cả các công thức và đều tăng dần theo thời gian bảo quản. Sau 30 ngày bảo quản, sự giảm khối lượng tự nhiên nhiều nhất là ở công thức đối chứng (11,53%) và có sự chênh lệch cao hơn so với các mẫu được bao gói. Cũng từ kết quả cho thấy, tỷ lệ HHKLTN của các mẫu xoài được bao gói trong các vật liệu khác nhau có sự chênh lệch rõ rệt (ở mức ý nghĩa $\alpha=0,05$). Sau 30 ngày bảo quản thì 2 công thức xoài được bao gói bằng túi Green MAP (4,87%) và màng Wax (5,51%) có tỉ lệ HHKLTN thấp nhất, tiếp đến là mẫu được bao gói trong túi LDPE (6,18%) và túi giấy (8,34%). Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Jesus Antonio Galvis và cs (2005) đã sử dụng màng MAP để bảo quản xoài “Van Deyk”. Màng MAP có hiệu quả trong việc làm trì hoãn quá trình chín, giảm tổn hao khối lượng và duy

trì hàm lượng vitamin C cho quả xoài trong thời gian 30 ngày [11].

Như vậy, tổn thất khối lượng sau thu hoạch là điều không thể tránh khỏi do hiện tượng mất nước và tổn hao chất khô trong quá trình hô hấp. Kết quả thực nghiệm trên đã cho thấy, việc sử dụng bao bì bao gói đã giúp hạn chế hiện tượng thoát hơi nước, từ đó làm giảm sự tổn thất khối lượng tự nhiên. Trong đó, xoài được bao gói trong túi Green MAP có khả năng hạn chế quá trình HHKLTN tốt nhất.

3.1.4. Sự biến đổi tỉ lệ thối hỏng của quả xoài trong quá trình bảo quản

Kết quả theo dõi tỉ lệ thối hỏng của quả xoài GL4 trong bao gói trong các loại bao bì khác nhau sau 30 ngày bảo quản được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4. Sự biến đổi tỉ lệ thối hỏng (%) của quả xoài GL4 trong quá trình bảo quản

Công thức	Thời gian bảo quản (ngày)					
	0	10	15	20	25	30
CT1 - Wax	0,00	0,00 ^a	0,62 ^c	2,55 ^d	5,23 ^d	9,32 ^d
CT2 - LDPE	0,00	0,00 ^a	2,15 ^b	4,78 ^c	6,20 ^c	10,68 ^c
CT3 - Green MAP	0,00	0,00 ^a	0,65 ^c	2,46 ^d	4,83 ^e	7,51 ^e
CT4 - Túi giấy	0,00	0,00 ^a	2,78 ^b	5,55 ^b	8,25 ^b	12,65 ^b
Đối chứng	0,00	0,00 ^a	3,11 ^a	6,45 ^a	10,86 ^a	14,91 ^a

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị có mang chữ cái khác nhau thì khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha=0,05$

Kết quả trên cho thấy, sau 15 ngày bảo quản tất cả các công thức bắt đầu xuất hiện hiện tượng thối hỏng. Trong đó, công thức đối chứng có tỉ lệ hư hỏng cao nhất là 3,11%. Quá trình thối hỏng ngày càng tăng theo thời gian bảo quản trong đó công thức đối chứng và công thức bao gói trong túi giấy có tốc độ tăng mạnh nhất. Sau 30 ngày bảo quản, công thức đối chứng có tỉ lệ thối hỏng cao nhất (14,91%), tiếp đến là công thức bao gói bằng túi giấy - CT4

(12,65%), túi LDPE - CT2 (10,68%) và màng Wax - CT1 (9,32%). Công thức sử dụng túi Green MAP - CT3 có tỉ lệ thối hỏng thấp nhất là 7,51%.

Như vậy, việc bao gói bằng túi green MAP có khả năng hạn chế sự hô hấp, làm chậm sự chín đồng thời các lỗ trao đổi khí được tích hợp màng MAP giúp thoát hơi nước ra ngoài mà không gây ứ đọng nước trong túi nên tránh được hiện tượng hư hỏng cho quả xoài trong quá trình bảo quản.

3.2. Ảnh hưởng của vật liệu bao bì đến sự biến đổi chỉ tiêu vi sinh vật trên quả xoài GL4 trong quá trình bảo quản

Mật độ vi sinh vật hiếu khí tổng số là một chỉ tiêu quan trọng, phản ánh rõ hiệu quả trong công tác bảo quản. Kết quả theo dõi sự thay đổi của chỉ tiêu này được như thể hiện trong bảng 5.

Bảng 5. Sự biến đổi chỉ tiêu vi sinh vật hiếu khí tổng số (cfu/g) trên vỏ quả xoài GL4 trong quá trình bảo quản

Công thức	Thời gian bảo quản (ngày)					
	0	10	15	20	25	30
CT1 - Wax	1,2.10 ²	2,1.10 ²	5,7.10 ²	1,3.10 ³	3,2.10 ³	6,9.10 ³
CT2 - LDPE	1,2.10 ²	4,3.10 ²	4,6.10 ³	3,1.10 ³	1,4.10 ⁴	6,7.10 ⁵
CT3 – Green MAP	1,2.10 ²	2,4.10 ²	7,5.10 ²	1,5.10 ³	2,8.10 ³	5,4.10 ³
CT4 - Túi giấy	1,2.10 ²	8,5.10 ²	7,4.10 ³	4,3.10 ³	3,7.10 ⁴	8,5.10 ⁶
Đối chứng	1,2.10 ²	6,4.10 ³	8,3.10 ⁴	5,7.10 ⁵	4,6.10 ⁶	7,8.10 ⁸

Bảng 5 cho thấy, lượng vi sinh vật trên bề mặt quả tăng dần tỷ lệ thuận với thời gian bảo quản. Trong đó, công thức đối chứng có mật độ vi sinh vật tăng nhanh và cao nhất. Các công thức được bao gói có mật độ thấp hơn, đặc biệt công thức sử dụng túi Green MAP có mật độ vi sinh thấp nhất sau 30 ngày bảo quản là 5,4.10³ cfu/g < 104 cfu/g (mức giới hạn tối đa cho phép theo QCVN 8-3: 2012/BYT) [12]. Điều này cho thấy, việc sử dụng túi MAP không những hạn chế sự xâm nhập vi sinh vật từ môi trường bên ngoài mà còn có tác dụng cải biến thành phần không khí bên trong túi tạo ra điều kiện bất lợi cho sự phát triển của vi sinh vật.

3.3. Ảnh hưởng của vật liệu bao bì đến sự biến đổi một số chỉ tiêu sinh hoá và cảm quan của quả xoài GL4 trong quá trình bảo quản

3.3.1. Sự biến đổi hàm lượng chất khô hòa tan tổng số của quả xoài trong quá trình bảo quản

Hàm lượng chất khô hòa tan tổng số (TSS) là một chỉ tiêu quan trọng của quả để đánh giá chất lượng của quả. Tiến hành đánh giá ảnh hưởng của bao bì đến sự biến đổi hàm lượng chất khô hòa tan tổng số của quả xoài trong quá trình bảo quản. Kết quả được thể hiện trong bảng 6.

Bảng 6. Sự biến đổi hàm lượng chất khô hoà tan tổng số (°Bx) của quả xoài GL4 trong quá trình bảo quản

Công thức	Thời gian bảo quản (ngày)					
	0	10	15	20	25	30
CT1 - Wax	15,37	16,20 ^d	16,80 ^d	17,53 ^c	18,67 ^c	19,51 ^a
CT2 - LDPE	15,37	16,63 ^c	17,57 ^c	18,45 ^b	19,43 ^a	19,27 ^a
CT3 – Green MAP	15,37	16,13 ^d	16,48 ^e	17,26 ^d	18,38 ^{dc}	18,91 ^b
CT4 - Túi giấy	15,37	16,90 ^b	18,43 ^b	19,40 ^a	19,06 ^b	18,65 ^c
Đối chứng	15,37	17,57 ^a	18,70 ^a	19,52 ^a	18,73 ^c	18,24 ^d

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị có mang chữ cái khác nhau thì khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha=0,05$

Kết quả trình bày trong bảng 6 cho thấy, sự biến đổi hàm lượng chất khô hoà tan tổng số ở các công thức có sự khác nhau. Cụ thể, giá trị TSS ở công thức bao gói bằng màng Wax, túi Green MAP tăng lên liên tục trong quá trình bảo quản. Trong khi đó, giá trị TSS ở công thức bao gói bằng túi LDPE tăng đến ngày thứ 25 sau đó giảm nhẹ ở ngày thứ 30. Hàm

lượng chất khô hòa tan tổng số ở công thức bao gói bằng túi giấy và công thức đối chứng chỉ tăng đến ngày thứ 20 sau đó giảm dần. Nguyên nhân có sự khác nhau này là do màng Wax, túi Green MAP và túi LDPE đã có khả năng hạn chế hô hấp cho quả xoài trong quá trình bảo quản nên quá trình chín diễn ra chậm lại. Trong khi công thức bao gói trong túi

giấy và công thức đối chứng hiện tượng hô hấp diễn ra nhanh hơn, thúc đẩy sự chín nên giá trị TSS có sự tăng nhanh nhưng khi quả đã đạt đến độ chín hoàn toàn thì TSS có sự giảm xuống, quả xoài bước vào

giai đoạn già hoá, chất lượng giảm đi và diễn ra hư hỏng nhanh chóng.

3.3.2. Sự biến đổi hàm lượng vitamin C của quả xoài trong quá trình bảo quản

Bảng 7. Sự biến đổi hàm lượng vitamin C (mg/100 g) của quả xoài GL4 trong thời gian bảo quản

Công thức	Thời gian bảo quản (ngày)					
	0	10	15	20	25	30
CT1 - Wax	38,13	36,91 ^b	33,56 ^b	30,33 ^a	26,76 ^b	21,29 ^b
CT2 - LDPE	38,13	36,73 ^b	33,51 ^b	29,16 ^b	25,15 ^c	19,86 ^c
CT3 - Green MAP	38,13	37,49 ^a	34,03 ^a	30,97 ^a	27,75 ^a	22,81 ^a
CT4 - Túi giấy	38,13	35,97 ^c	31,45 ^c	27,40 ^c	22,54 ^d	17,43 ^d
Đối chứng	38,13	35,39 ^d	30,57 ^d	25,59 ^d	21,60 ^e	15,54 ^e

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị có mang chữ cái khác nhau thì khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha=0,05$

Kết quả nghiên cứu cho thấy, trong quá trình bảo quản hàm lượng vitamin C ở tất cả các công thức đều có xu hướng giảm dần. Công thức đối chứng có hàm lượng vitamin C giảm nhanh nhất, từ 38,13 mg/100 g còn 15,54 mg/100 g ở ngày thứ 30 của quá trình bảo quản. Tiếp đến công thức bảo quản bằng túi giấy - CT4 (17,43 mg/100 g), túi LDPE - CT2 (19,86 mg/100 g) và màng Wax - CT1 (21,29 mg/100 g). Xoài được bảo quản bằng túi Green MAP - CT3 có hàm lượng vitamin C còn lại cao nhất (22,81 mg/100 g) sau 30 ngày bảo quản. Kết quả này cũng liên quan đến cường độ hô hấp của quả xoài bao gói bằng các loại bao bì khác nhau trong quá trình bảo quản. Bao

gói bằng túi Green MAP sẽ hạn chế được sự hô hấp của quả xoài do vậy các chất dinh dưỡng trong đó có vitamin C sẽ ít bị phân huỷ, hàm lượng còn lại sau bảo quản là cao nhất.

3.3.3. Sự biến đổi chất lượng cảm quan của quả xoài trong quá trình bảo quản

Chất lượng cảm quan quả xoài được đánh giá dựa trên sự ưa thích của người thử thông qua các tiêu chí về trạng thái, màu sắc, hương vị... Kết quả đánh giá cảm quan quả xoài GL4 trong quá trình bảo quản được thể hiện trong bảng 8.

Bảng 8. Ảnh hưởng của vật liệu bao gói đến chất lượng cảm quan của quả xoài GL4 trong quá trình bảo quản

Công thức	Thời gian bảo quản (ngày)					
	0	10	15	20	25	30
CT1 - Wax	6,5	6,7 ^c	7,4 ^c	7,8 ^b	8,2 ^a	7,9 ^b
CT2 - LDPE	6,5	6,9 ^b	7,7 ^b	8,3 ^a	7,9 ^b	7,0 ^c
CT3 - Green MAP	6,5	6,7 ^c	7,2 ^c	7,4 ^c	7,8 ^b	8,1 ^a
CT4 - Túi giấy	6,5	7,0 ^b	7,9 ^a	7,7 ^b	6,8 ^c	5,6 ^d
Đối chứng	6,5	7,2 ^a	8,0 ^a	7,5 ^c	6,7 ^c	5,0 ^d

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị có mang chữ cái khác nhau thì khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha=0,05$

Chất lượng cảm quan của quả xoài có sự thay đổi rõ rệt trong quá trình bảo quản. Đối với công thức CT3 - bao gói bằng Green MAP, điểm cảm quan tăng

dần liên tục từ thời điểm ban đầu đến ngày thứ 30. Các công thức còn lại, điểm cảm quan tăng nhanh đến một thời điểm nhất định sau đó có xu hướng

giảm đi. Cụ thể, công thức đối chứng và công thức CT4 - túi giấy, điểm cảm quan từ ngày thứ 20 trở đi bắt đầu giảm dần, công thức CT2 - LDPE từ ngày thứ 25 và CT1 - Wax từ ngày thứ 30. Nguyên nhân là trong quá trình bảo quản xoài, cùng với sự chín tiếp sau thu hoạch, còn xuất hiện hiện tượng thối hỏng, biến màu, hao hụt khối lượng tự nhiên... dẫn đến những biến đổi không mong muốn về màu sắc, trạng thái và hương vị. Sau 30 ngày bảo quản, công thức bao gói bằng túi Green MAP được đánh giá cảm quan với mức điểm cao nhất.

Thông qua sự tương tác giữa màng MAP và nguyên liệu, tạo ra một môi trường bảo quản có nồng độ khí O₂ và CO₂ thích hợp, nhằm mục đích làm giảm cường độ hô hấp và các quá trình biến đổi sinh lý, sinh hóa, từ đó kéo dài thời gian bảo quản của quả. Ngoài ra màng còn có tác dụng ngăn cản sự bay hơi nước, thay đổi nồng độ khí O₂, CO₂ theo hướng tích cực, giúp hạn chế việc thất thoát các vitamin và khoáng chất của rau quả trong quá trình bảo quản, nhờ đó hàm lượng dinh dưỡng của quả được duy trì ổn định [13].

Như vậy, kết quả đánh giá sự biến đổi chất lượng của quả xoài trong quá trình bảo quản khi sử dụng các vật liệu bao gói khác nhau cho thấy, sử dụng túi Green MAP cho hiệu quả bảo quản cao nhất. Quả xoài GL4 có thể bảo quản được 30 ngày ở điều kiện nhiệt độ 12±1°C mà vẫn đảm bảo chất lượng.

4. KẾT LUẬN

Trong các loại bao bì được sử dụng, túi Green MAP mang lại hiệu quả tốt nhất trong việc tăng khả năng bảo quản cho quả xoài GL4 do nó tạo ra một môi trường bảo quản có nồng độ khí O₂ và CO₂ thích hợp từ đó làm giảm cường độ hô hấp và các quá trình biến đổi sinh lý, sinh hóa, từ đó kéo dài thời gian bảo quản của quả. Quả xoài bao gói bằng Green MAP có thể bảo quản được 30 ngày ở điều kiện nhiệt độ 12±1°C mà vẫn đảm bảo chất lượng dinh dưỡng và cảm quan tốt, với tỉ lệ HHKLTN là 4,87% và tỉ lệ thối hỏng là 7,51% đạt thấp nhất so với khi sử dụng các loại vật liệu bao bì khác là màng Wax, túi LDPE, túi giấy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Nông nghiệp và PTNT (2018). Thông tin về diện tích cây ăn quả của Việt Nam năm 2017. <https://nhandan.vn/nang-gia-tri-cua-cay-an-qu-a-post-355733.html>

2. Ben - Yehoshua, S., Fishman, S., Fang, D. and Rodov, V. (1994). New developments in modified atmosphere packaging and surface coatings for fruits. *ACIAR Proceedings No. 50*: 250 - 260p.

3. Zora Singh, Janes, J. and Tan, SC. (2000). Effects of different surfactants on calcium uptake and its effects on fruit ripening, quality and postharvest storage of mango under modified atmosphere packaging. *Acta Horticulturae*. 509: 413 - 418.

4. Kasim A., Workneh T. S. & Bezuidenhout C. N. (2013). A review on postharvest handling of avocado fruits. *Academic journal*. 8 (21): 2385 – 2402.

5. TCVN 9017: 2011. Tiêu chuẩn Việt Nam về Quả tươi - Phương pháp lấy mẫu trên vườn sản xuất.

6. TCVN 7771: 2007. Tiêu chuẩn Việt Nam về sản phẩm rau, quả - Xác định chất rắn hoà tan.

7. TCVN 4715: 1989. Tiêu chuẩn Việt Nam về đồ hộp rau quả - phương pháp xác định hàm lượng vitamin C (Axit Ascobic).

8. TCVN 4884-1: 2015. Tiêu chuẩn Quốc gia về vi sinh vật trong chuỗi thực phẩm - Phương pháp định lượng vi sinh vật.

9. Nuchanat Phakdee and Peerasak Chaiprasart (2020). Modified Atmosphere Storage Extends the Shelf Life of 'Nam Dok Mai Sri Tong' Mango Fruit. *International Journal of Fruit Science*, Volume. 20, NO. 3, 495 - 505.

10. Quách Đình, Nguyễn Văn Tiếp, Nguyễn Văn Thoa (1996). *Công nghệ sau thu hoạch và chế biến rau quả*. Nxb Khoa học và Kỹ thuật.

11. Jesus Antonio Galvis, Harvey Arjona, Gerhard Fischer, Ricardo Martínez (2005). Using modified atmosphere packaging for storing 'Van Dyke' mango (*Mangifera indica* L.) fruit, *Agronomía Colombiana*, 23(2): 269-275.

12. QCVN 8-3: 2012/BYT Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia đối với ô nhiễm vi sinh vật trong thực phẩm.

13. Pramod V. Mahajan, Maria Jose Sousa-Gallagher, Susana Caldas Fonseca and Luis Miguel Cunha (2006). An Interactive Design of MA-Packaging for Fresh Produce. *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*, 3, 119-1 – 119-15; 119-1 - 119-16.

**THE EFFECTS OF SOME TYPES OF PACKAGING MATERIALS ON STORAGE OF GL4 MANGOES
GROWN IN SON LA PROVINCE****Nguyen Thi Thu Huong¹, Hoang Thi Le Hang¹, Nguyen Thi Thuy Linh¹***¹Fruit and Vegetable Research Institute***Summary**

The objective of this study was to evaluate the influence of some types of packaging materials on the storage of GL4 mangoes, thereby selecting the most appropriate packaging. The mangoes are harvested when reaching the technical maturity at 100 - 105 days from fruiting and sorted, cleaned and treated with hot water at $51\pm 1^{\circ}\text{C}$ for 5 minutes and then packed in the following types of packaging: Wax film, LDPE bag, Green MAP, paper bag and no packaging. The samples were stored at $12\pm 1^{\circ}\text{C}$, the quality change during the storage time of mango was monitored in the experimental samples. The results show that Green MAP packaging has the best ability to stabilize the quality of GL4 mango compared to the survey packages. Using this type of packaging, it is possible to extend the shelf life of GL4 mangoes up to 30 days at a temperature of $12\pm 1^{\circ}\text{C}$ with stable quality (including nutritional and organoleptic parameters). natural weight loss rate 4.87%, decay rate 7.51%.

Keywords: *GL4 mango, Green MAP, packaging, storage.*

Người phản biện: TS. Trần Thị Mai

Ngày nhận bài: 11/10/2022

Ngày thông qua phản biện: 11/11/2022

Ngày duyệt đăng: 14/11/2022