

# BẢO QUẢN CAM MẬT BẰNG PHƯƠNG PHÁP MAP (MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING)

Nguyễn Minh Thủy và Nguyễn Thị Mỹ Tuyền<sup>1</sup>

## ABSTRACT

*For the purpose of prolonging the preservation of postharvest “mật” orange, the factors affecting their shelf-life was examined, including (i) treatments (ozone,  $KMnO_4$ , Potassium Sorbate, vôi); (ii) edible film (CMC, chitosan, pectin), (iii) packaging (PE, PP) and (iv) storage temperature ( $5-30^\circ C$ ) are interested in this research. The chemical compositions (Vitamin C, total soluble solids, acid content) along with the physical properties (color, shell thickness) and the weight loss have been analysed.*

*Research results showed that the loss weight of orange can be reduced and their shelf-life can be extended to 9-week storage by ozone treatment in conjunction with CMC film (or pectin film) and stored in PE bag (or PP bag) at  $10^\circ C$ .*

**Keywords:** Sweet orange, treatment, edible film, bag, storage temperature

**Title:** Application of MAP (Modified Atmosphere Packaging) to prolong the shelf-life of postharvest sweet orange

## TÓM TẮT

Với mục đích kéo dài thời gian bảo quản trái Cam mật sau thu hoạch, các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng tồn trữ được khảo sát, bao gồm (i) phương pháp xử lý (ozone,  $KMnO_4$ , Sorbate kali, vôi); (2) loại màng bao (CMC, chitosan, pectin); (3) loại bao bì (PE, PP) và (4) nhiệt độ tồn trữ ( $5-30^\circ C$ ) được quan tâm khảo sát trong nghiên cứu này. Các chỉ tiêu hóa học của cam mật (hàm lượng vitamin C, tổng chất khô hòa tan, hàm lượng acid) cùng với các giá trị vật lý (màu sắc, độ dày vỏ) và tổn thất khối lượng trái được phân tích.

Kết quả nghiên cứu cho thấy có thể làm giảm tổn thất khối lượng của cam mật và kéo dài thời gian tồn trữ cam đến 9 tuần bằng biện pháp xử lý ozone kết hợp với bao màng CMC (hoặc màng pectin) và bảo quản trong bao bì PE (hoặc PP) không đục lỗ ở nhiệt độ  $10^\circ C$ .

**Từ khóa:** Cam mật, xử lý, màng, bao bì, nhiệt độ tồn trữ

## 1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Vùng đồng bằng sông Cửu Long từ lâu đã rất nổi tiếng với nhiều loại cây ăn trái phong phú, trong đó cam cũng là loại quả họ citrus phổ biến. Do đặc tính của cây cam chỉ thích hợp với khí hậu của một số vùng của nước ta, có tính mùa vụ mà nhu cầu sử dụng của người dân thì cao nên trái cam được vận chuyển đi nhiều nơi để phân phối đến tay người tiêu dùng. Để kéo dài thời gian bảo quản và duy trì chất lượng của cam, đảm bảo giá trị kinh tế trong quá trình vận chuyển. Trong điều kiện khí hậu nước ta, có thể áp dụng phương pháp cải biến khí quyển tồn trữ MAP (Modified Atmosphere) kết hợp với việc bao màng mỏng trên bề mặt trái để kéo dài thời gian bảo quản thông qua sự thay đổi thành phần vi khí hậu xung quanh trái. Màng polysacchride đang được ứng dụng rộng rãi nhằm hạn chế sự thoát hơi

<sup>1</sup> Bộ môn Công nghệ thực phẩm, Khoa NN & SHƯD, Trường Đại học Cần Thơ

nước, ngăn chặn sự phát triển của nấm mốc và các vi sinh vật khác. Bên cạnh đó, để hạn chế vi sinh vật, làm chậm quá trình hô hấp của trái, phương pháp bảo quản ở nhiệt độ thấp kết hợp với xử lý hóa chất trên trái cũng đang là một vấn đề quan tâm. Trên cơ sở đó mục tiêu nghiên cứu là chọn lựa phương pháp xử lý cam trước khi bao màng (chitosan, carboxymethyl cellulose và pectin) kết hợp với bao bì PE (hoặc PP) và tồn trữ ở các nhiệt độ khác nhau nhằm duy trì chất lượng và kéo dài thời gian tồn trữ cam sau thu hoạch.

## 2 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

### 2.1 Thí nghiệm 1: Ảnh hưởng của quá trình xử lý và màng bao (CMC, pectin, chitosan) đến khả năng tồn trữ cam mật

- Cam mật được thu hoạch ở các vườn (có năng suất ổn định) thuộc tỉnh Hậu Giang.
- Sau khi thu hoạch, cam mật được phân loại và làm sạch sơ bộ, thực hiện các biện pháp xử lý hóa chất (kali sorbate 5%,  $\text{KMnO}_4$  0,5%), xử lý ozone, vôi hoặc không xử lý. Các mẫu sau xử lý được bao màng chitosan 1% (phân tử lượng thấp hoặc cao), CMC (Carboxymethyl cellulose) và màng pectin.

### 2.2 Thí nghiệm 2: Hiệu quả của màng PP và PE (đục lỗ và không đục lỗ)

Chọn nghiệm thức tốt nhất ở thí nghiệm 1, cho trái cam mật vào các dạng bao bì khác nhau: bao PE và PP (đục lỗ 0,3%; 0,5% và không đục lỗ).

Xác định tỷ lệ tổn thất và khả năng tồn trữ của các loại nguyên liệu này ở các nghiệm thức được bố trí.

### 2.3 Thí nghiệm 3: Khả năng tồn trữ lạnh trái cam mật

Bảng 1: Phương pháp phân tích các chỉ tiêu chất lượng

STT	Chỉ tiêu	Phương pháp phân tích
1	Tổn thất khối lượng (%)	Sử dụng cân kỹ thuật để xác định khối lượng ban đầu của mẫu và khối lượng sau thời gian bảo quản. Tổn thất khối lượng được tính theo công thức: $\% \text{ tổn thất} = (m_d - m_c)/m_d$ Trong đó: ▪ $m_d$ : khối lượng ban đầu của mẫu (g) ▪ $m_c$ : khối lượng sau thời gian bảo quản (g)
2	Màu sắc (L, a, b)	Đo màu bằng máy đo màu (colorimeter) hiệu Minolta CR-300, đo tại 3 vị trí khác nhau trên trái, giá trị màu sắc được đánh giá theo hệ thống CIE (L, a, b).
3	Hàm lượng chất khô hòa tan ( $^{\circ}\text{Brix}$ )	Đo bằng chiết quang kế (Refractometer)
4	Hàm lượng acid tổng số, theo acid citric (%)	Chuẩn độ với NaOH 0,1N
5	Hàm lượng vitamin C (mg%)	CĐịnh lượng vitamin C theo phương pháp Muri. huẩn độ với thuốc thử 2,6-dichlorophenol indophenol.
6	Độ dày vỏ (mm)	Đo bằng thước kẹp Caliper

Chọn kết quả đạt được từ thí nghiệm 1 và 2. Tồn trữ cam ở các nhiệt độ thay đổi từ 5, 10, 15, 25°C và so sánh với khả năng tồn trữ cam ở nhiệt độ phòng.

**Các chỉ tiêu theo dõi:** Màu sắc (giá trị a và b trong hệ màu Lab), °Brix, hàm lượng vitamin C (mg%), hàm lượng acid (%), tổn thất khối lượng (%), độ dày vỏ quả (mm). Phương pháp phân tích các chỉ tiêu được trình bày ở bảng 1.

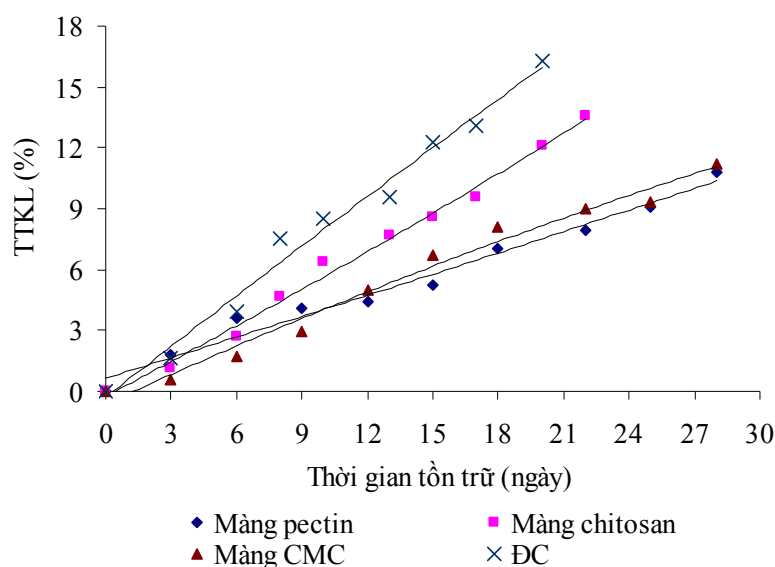
### 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1 Ảnh hưởng của phương pháp xử lý và hiệu quả của các loại màng bao đối với trái cam mật trong quá trình tồn trữ

##### 3.1.1 Tổn thất khối lượng tự nhiên trong quá trình bảo quản

Kết quả thu được cho thấy các mẫu bảo quản đều giảm khối lượng sau thời gian tồn trữ. Quá trình hô hấp làm tổn thất khối lượng tự nhiên, giảm giá trị dinh dưỡng và giá trị thương phẩm của trái. Về cuối quá trình bảo quản, sự tổn thất khối lượng thường tăng do trái bị suy thoái, chất nền bị tiêu hao nhiều hơn. Đồng thời ở giai đoạn này hệ keo của tế bào bị lão hóa cũng làm giảm tính háo nước nên tốc độ bay hơi nước tăng lên đáng kể.

Tổn thất khối lượng của trái không khác nhau nhiều giữa các mẫu bao màng chitosan phân tử thấp và chitosan phân tử cao nhưng lại có sự khác biệt rõ giữa các mẫu cam được bao các loại màng khác nhau (Hình 1). Cam được xử lý trong nước vôi bão hòa hoặc ozone và bao màng pectin hoặc CMC đều cho giá trị cảm quan cao và khả năng bảo quản tốt hơn màng chitosan hoặc không bao màng (mẫu đối chứng).



**Hình 1: Tổn thất khối lượng (%) của cam mật (xử lý ozone và các màng bao khác nhau) bảo quản ở nhiệt độ phòng (28-30°C)**

Màng CMC có đặc tính ngăn chặn tính thấm và chống mất ẩm tốt, do đó có khả năng làm chậm quá trình hô hấp, duy trì các hoạt động sống của trái, làm chậm thay đổi các thành phần hóa học và tỷ lệ hư hỏng của trái là thấp nhất (Nguyễn Minh Thủy, 2000). Bao màng còn làm cho bề mặt quả tươi sáng và tăng tính hấp dẫn và tồn thất khối lượng của trái cũng sẽ thấp hơn so với các mẫu không bao màng.

Trên cơ sở các dữ liệu thu thập được, tương quan giữa tồn thất khối lượng trái ở các điều kiện xử lý và thời gian tồn trữ được thiết lập. Các phương trình tương quan bậc 2 ( $Y = ax^2 + bx + c$ ) được xây dựng với hệ số tương quan  $R^2$  cao ( $R^2 \geq 0,98$ ) (Bảng 2), do vậy có thể được sử dụng để dự đoán tồn thất khối lượng cam mật theo thời gian bảo quản hoặc có thể phỏng đoán tồn thất khối lượng cam trong khoảng 30 ngày bảo quản (ở nhiệt độ phòng 28-30°C) trong trường hợp cam còn ở nơi tồn trữ. Tồn thất khối lượng còn dẫn đến sự giảm độ dày vỏ trái trong suốt quá trình tồn trữ (từ 5,75 mm đến 2,68 mm).

**Bảng 2:** Các phương trình tương quan giữa tồn thất khối lượng và thời gian tồn trữ

Phương pháp xử lý	Phương trình tương quan	Hệ số tương quan $R^2$
Đối chứng	$Y = -0,0014x^2 + 0,8408x - 0,2939$	0,98
Ozone + Màng chitosan	$Y = 0,0027x^2 + 0,5599x - 0,2313$	0,99
Ozone + Màng CMC	$Y = -0,0027x^2 + 0,4945x - 0,6328$	0,98
Ozone + Màng Pectin	$Y = 0,0004x^2 + 0,3354x + 0,6455$	0,98

### 3.1.2 Sự thay đổi màu sắc

Nhìn chung ở tất cả các mẫu, đối với cả màu vỏ và màu thịt quả thì các trị số a và b (trong hệ màu Lab) đều tăng theo thời gian bảo quản do trái chuyển từ màu xanh sang màu vàng. Các chất xử lý bề mặt có ảnh hưởng lên màu sắc của trái và khác biệt ý nghĩa. Ở các mẫu không xử lý hóa chất, trái chuyển sang màu vàng nhanh nhất, kể đến là mẫu xử lý với kali sorbate 5%. Mẫu xử lý với  $KMnO_4$  0,5% giữ được màu xanh của vỏ tốt, có thể do  $KMnO_4$  oxy hóa với ethylene sinh ra từ quá trình hô hấp của trái và làm chậm sự chuyển màu của vỏ cam. Ngoài ra khi xử lý trong nước vôi bão hòa và ozone (nồng độ khoảng 1,5 ppm) thì quá trình biến đổi màu của vỏ trái cũng xảy ra chậm hơn các phương pháp xử lý khác.

Sự chuyển màu từ xanh sang vàng sáng ở các mẫu bao màng chitosan phân tử thấp nhanh hơn so với các mẫu bao màng phân tử cao. Do màng phân tử cao có độ nhớt cao nên khí  $O_2$  khó thấm vào làm chậm quá trình oxy hóa của chlorophyll, bên cạnh đó cũng cản trở khí  $CO_2$  thoát ra nên nồng độ  $CO_2$  cao sẽ ức chế ethylene sinh ra. Các nghiên cứu bảo quản cam sành bằng màng chitosan cũng cho thấy có thể giữ được màu xanh tốt hơn (Trần Thanh Tuấn, 2001; Tống Thị Ánh Ngọc, 2002). Tuy nhiên, khi so sánh với màng CMC và pectin thì lại thấy hiệu quả của màng CMC và pectin lại cho kết quả tốt hơn so với màng chitosan trong cùng điều kiện tồn trữ.

Màu sắc thay đổi theo hướng chuyển từ màu xanh sang màu vàng sáng do quá trình phân giải chlorophyll dưới tác dụng của acid hữu cơ, sự oxy hóa và enzyme chlorophyllase, trong đó giá trị L tăng từ 41,72÷68,5; giá trị a tăng từ 14,62÷20,53 và giá trị b tăng từ 19,89÷71,99, trong đó sự tăng rõ nét nhất thể hiện ở giá trị b



(màu vàng) cho thấy khuynh hướng chuyển màu của trái cam mật trong thời gian tồn trữ.

### 3.1.3 Sự thay đổi các giá trị dinh dưỡng

Hàm lượng chất khô hòa tan của trái từ các điều kiện xử lý dao động trong khoảng 8,5-12,4°Brix và biến đổi tương đối phức tạp.

Hàm lượng vitamin C cũng biến động trong suốt quá trình tồn trữ và thay đổi trong khoảng 29,13-45,06 mg%.

Hàm lượng acid thay đổi trong khoảng 0,8 đến 1,8% và không tuân theo bất kỳ quy luật nào trong suốt quá trình tồn trữ. Điều này chính là do hàm lượng acid trong bản thân từng trái cũng đã có sự khác biệt ngay từ thời điểm ban đầu sau quá trình thu hoạch.

### 3.1.4 Khả năng tồn trữ cam mật ở nhiệt độ phòng

Từ các phương pháp thực hiện, đánh giá cảm quan trái và ghi nhận khả năng tồn trữ được thể hiện ở bảng 3.

**Bảng 3: Khả năng tồn trữ trái từ các điều kiện xử lý và bảo quản ở nhiệt độ phòng (28-30°C)**

Phương pháp xử lý	Thời gian tồn trữ tối đa (ngày)	Các hiện tượng ghi nhận
Không xử lý	13	Trái chuyển sang màu vàng, trạng thái cảm quan kém do mất nước.
Sorbate kali + màng chitosan	22	Trái có hiện tượng bị mốc cuống sau thời gian tồn trữ này.
KMnO <sub>4</sub> + màng Chitosan	20	
Vôi + màng CMC	25	Các mẫu đều có tồn thất khối lượng thấp hơn các điều kiện xử lý và bao màng khác. Màu sắc và trạng thái của trái cũng tốt hơn.
Ozone + màng CMC	28	
Vôi + màng Pectin	28	
Ozone + màng Pectin	30	

### 3.2 Hiệu quả của màng PP và PE (đục lỗ và không đục lỗ)

Các mẫu cam mật được xử lý bằng ozone và bao màng CMC (hoặc màng pectin) có khả năng tồn trữ tốt hơn so với các điều kiện khảo sát khác. Trái được tiếp tục tồn trữ trong các dạng bao bì khác nhau để xác định hiệu quả của quá trình tồn trữ.

Kết quả cho thấy cam mật được cho vào bao bì PE không đục lỗ thì có tồn thất khối lượng thấp hơn rất nhiều so và mẫu bảo quản trong bao bì PE đục lỗ do ít tiếp xúc với không khí. Hơn nữa trong bao bì không đục lỗ, do nồng độ CO<sub>2</sub> trong bao gói tăng nên sẽ ức chế quá trình hô hấp, làm cho cường độ hô hấp và quá trình chuyển hóa các chất giảm, vì vậy mà hàm lượng chlorophyll chậm biến đổi và vỏ trái giữ được màu xanh lâu hơn. Tuy nhiên, thời gian tồn trữ của trái rất ngắn, chỉ khoảng 10-13 ngày. Điều này chính là do bao bì PE có độ thấm hơi nước (3 g/m<sup>2</sup>.24h ở 21°C) và độ thấm oxy (1400 ml/m<sup>2</sup>.24h ở 21°C) đều thấp (Nguyễn Minh Thủy, 2010), tình trạng đọng nước dễ xảy ra trong bao bì không đục lỗ, tạo điều kiện thuận lợi cho vi sinh vật và trái bị hư hỏng nhanh hơn so với cam được tồn trữ trong bao bì có đục lỗ.

Khi sử dụng bao bì PP không đục lỗ thì tình trạng này có cải thiện hơn do bao PP có độ thấm hơi nước ( $35 \text{ g/m}^2.24\text{h}$  ở  $21^\circ\text{C}$ ) và độ thấm oxy ( $2900 \text{ ml/m}^2.24\text{h}$  ở  $21^\circ\text{C}$ ) cao hơn bao bì PE. Tuy nhiên, trong thời gian tiếp theo (sau khoảng 7 ngày) thì tình trạng đọng nước cũng vẫn xảy ra. Do vậy cả 2 dạng bao bì PE và PP không đục lỗ sẽ không được sử dụng cho hầu hết các thí nghiệm tiếp theo.

Với các dạng bao bì PE và PP đục lỗ ở các tỷ lệ khác nhau, kết quả cho thấy tổn thất khối lượng thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa giữa các loại màng bao CMC hoặc pectin. Tuy nhiên, tỷ lệ đục lỗ có ảnh hưởng đến tỷ lệ tổn thất của cam mật ở ngày tồn trữ thứ 20 (Bảng 4). Cam có khuynh hướng giảm khối nhiều hơn khi tồn trữ trong bao bì có tỷ lệ đục lỗ 0,5% so với bao bì đục lỗ 0,3% (so với diện tích bao bì).

**Bảng 4:** Tổn thất khối lượng (%) của cam mật trong các loại bao bì có tỷ lệ đục lỗ khác nhau ở nhiệt độ phòng ( $28-30^\circ\text{C}$ ) sau 20 ngày tồn trữ

Chế độ bao gói	Chế độ bao màng		Trung bình
	Bao màng pectin	Bao màng CMC	
Bao bì PE 0,3%	7,18	7,28	7,23 <sup>a</sup>
Bao bì PE 0,5%	7,34	7,80	7,57 <sup>b</sup>
Bao bì PP 0,3%	7,21	7,61	7,41 <sup>ab</sup>
Bao bì PP 0,5%	7,34	7,82	7,58 <sup>b</sup>
Không bao màng	16,1	16,3	16,20 <sup>c</sup>
<b>Trung bình</b>	<b>9,04<sup>a</sup></b>	<b>9,36<sup>a</sup></b>	<b>9,20</b>

*Ghi chú:* Các nghiệm thức có chữ số mũ đi kèm giống nhau (hàng hoặc cột) thể hiện khác biệt không có ý nghĩa ở mức độ ý nghĩa 5%

**Bảng 5:** Tổn thất khối lượng của cam mật trong các loại bao bì khác nhau ở nhiệt độ phòng ( $28-30^\circ\text{C}$ ) sau 20 ngày tồn trữ

Bao bì/Màng	Màng Pectin	Màng CMC	Trung bình
Bao bì PP	7,43	7,85	7,64 <sup>a</sup>
Bao bì PE 30 $\mu\text{m}$	7,18	7,8	7,46 <sup>a</sup>
Bao bì PE 40 $\mu\text{m}$	7,5	7,8	7,63 <sup>a</sup>
Đối chứng (Không bao gói)	16,31	16,27	16,29 <sup>b</sup>
<b>Trung bình</b>	<b>9,60<sup>a</sup></b>	<b>9,91<sup>b</sup></b>	<b>9,75</b>

*Ghi chú:* Các nghiệm thức có chữ số mũ đi kèm giống nhau (hàng hoặc cột) thể hiện khác biệt không có ý nghĩa ở mức độ ý nghĩa 5%

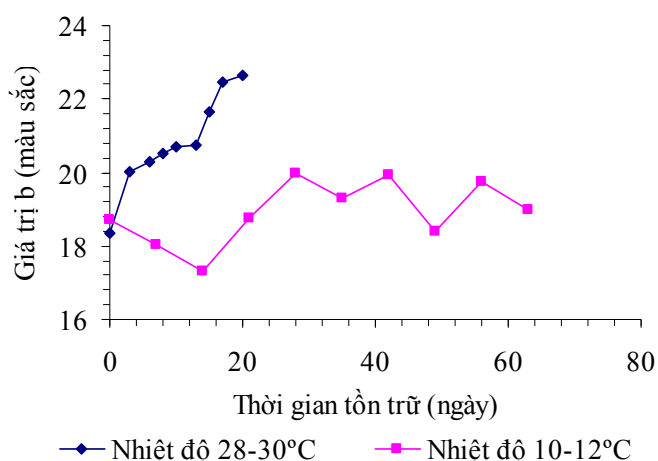
Với các màng bao PE có độ dày khác nhau (30  $\mu\text{m}$  và 40  $\mu\text{m}$ ) thì không thể hiện sự khác biệt ý nghĩa về tổn thất khối lượng (Bảng 5). Kết quả này tương hợp với kết quả đã được Ramin và Khoshbakhat (2008) công bố từ quá trình bảo quản các loại quả họ citrus.

### 3.3 Ảnh hưởng của nhiệt độ tồn trữ đến khả năng bảo quản cam mật

Các mẫu cam mật được bảo quản ở nhiệt độ thấp ( $10^\circ\text{C}$ ) có thời gian bảo quản dài (hơn 9 tuần) so với cam bảo quản ở nhiệt độ phòng (khoảng 28-30 ngày). Cả hai

dạng màng CMC và pectin áp dụng đều thể hiện ưu thế hơn mẫu cam được bao màng chitosan và mẫu đối chứng (không bao màng).

Kết quả khảo sát ở các nhiệt độ tồn trữ từ 5°C đến 25°C cho thấy ở nhiệt độ càng thấp, cường độ hô hấp càng giảm làm chậm quá trình phá vỡ cấu trúc của chlorophyll, do đó màu xanh của cam giữ được lâu hơn. Quá trình biến đổi màu xảy ra chậm trong 6 tuần đầu với giá trị a thay đổi từ (-19÷-10), giá trị b (20-40). Từ tuần thứ 7 đến tuần thứ 9, màu xanh giảm và màu vàng bắt đầu xuất hiện nhanh, cụ thể giá trị a (-10÷20) và giá trị b (40÷70) thay đổi rõ (Hình 2). Ở nhiệt độ phòng (28-30°C), sự biến đổi từ màu xanh sang màu vàng không rõ do các mẫu đều bị hư trước khi chuyển màu.



**Hình 2: Thay đổi giá trị b (trong hệ màu Lab) của cam mật ở các nhiệt độ tồn trữ**

Cam được bảo quản ở nhiệt độ thấp có thời gian bảo quản dài hơn rất nhiều so với cam bảo quản ở nhiệt độ phòng. Sau 30 ngày tồn trữ thì cam mật bảo quản ở nhiệt độ phòng (28-30°C) bị hỏng gần hết, trong khi bảo quản ở nhiệt độ thấp (10°C) thì sau 50 ngày chất lượng trái cam vẫn còn duy trì tốt (hình 3).



(a)

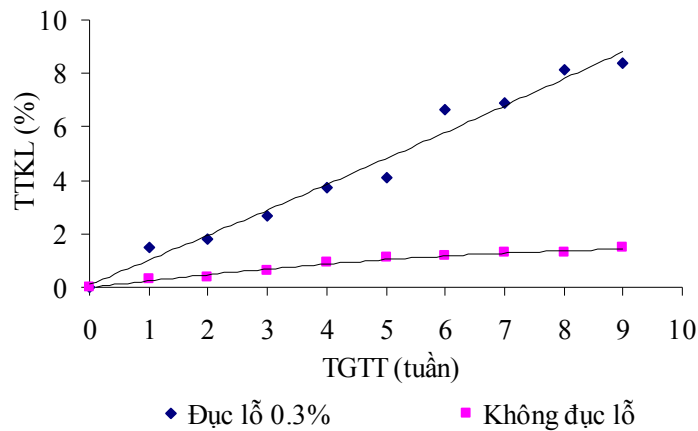


(b)

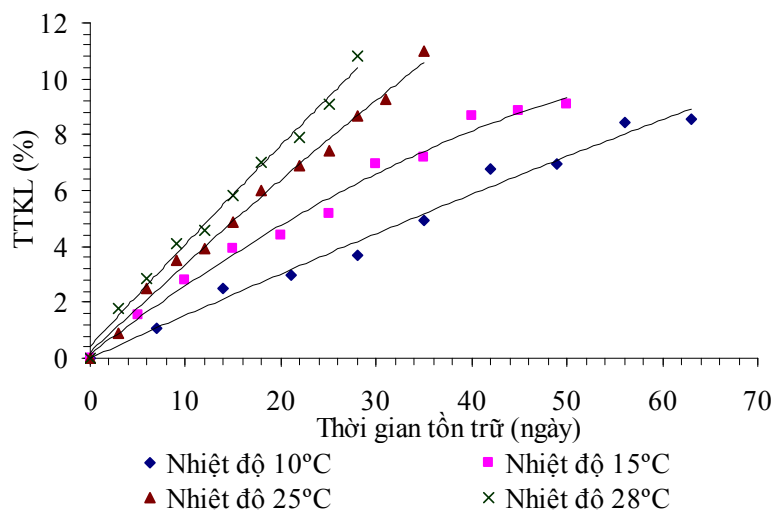
**Hình 3: Cam mật (a) sau khi xử lý ozone và bao màng CMC, (b) sau 50 ngày bảo quản ở nhiệt độ 10°C**

Tuy nhiên, khi tồn trữ ở nhiệt độ thấp, các mẫu cam tồn trữ trong bao bì PE và PP không đục lỗ lại thể hiện khả năng tồn trữ tốt hơn cam mật tồn trữ trong bao bì đục lỗ, tổn thất khối lượng ít hơn (tổn thất chỉ khoảng 1/6 so với bao bì đục lỗ) (Hình 4). Điều này cũng chính là do hàm lượng oxy giảm và CO<sub>2</sub> tăng do quá trình hô hấp tạo ra làm giảm quá trình hô hấp. Do vậy mức độ chấp nhận cảm quan sau

1 tuần bảo quản ở nhiệt độ thấp cho thấy cam trong bao bì đục lỗ giảm 8% so với bao bì không đục lỗ. Ngoài ra ở điều kiện nhiệt độ càng thấp, cam được bao màng có thời gian bảo quản dài hơn so với cam không bao màng và giá trị cảm quan của trái cũng tốt hơn. Tổn thất khối lượng thay đổi theo nhiệt độ tồn trữ, giá trị này có khuynh hướng tăng khi nhiệt độ tồn trữ tăng (Hình 5).



**Hình 4:** Tổn thất khối lượng của cam mật tồn trữ ở nhiệt độ 10°C sau 9 tuần bảo quản trong bao bì PE đục lỗ (0,3%) và không đục lỗ



**Hình 5:** Tổn thất khối lượng của cam mật theo thời gian tồn trữ ở các nhiệt độ khác nhau

Ở tất cả các nhiệt độ đã khảo sát, nhiệt độ 10-12°C được xem là nhiệt độ tốt cho quá trình tồn trữ vì có khả năng kéo dài thời gian bảo quản của cam mật đến hơn 9 tuần và giá trị cảm quan của cam ở nhiệt độ này cũng thể hiện tốt hơn. Ở nhiệt độ cao hơn 10°C, cam chuyển sang màu vàng sớm hơn một ít, khả năng chấp nhận giảm dần theo thời gian (dữ liệu không đưa ra ở đây). Với khả năng này, không cần thiết đưa cam xuống nhiệt độ tồn trữ thấp hơn 10°C. Điều này sẽ giảm hao tổn

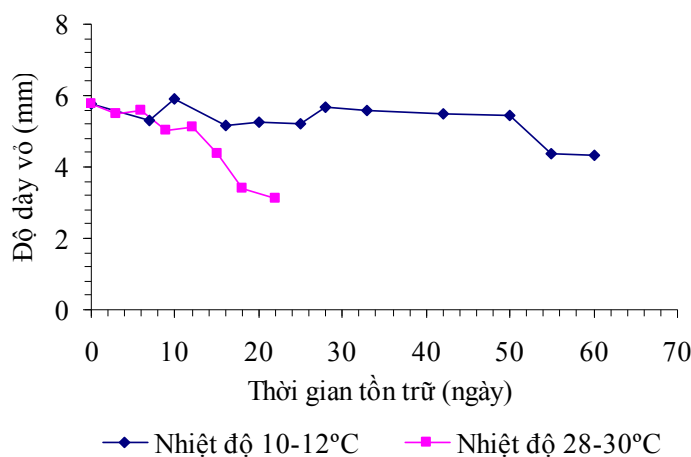
chi phí cho quá trình tồn trữ cam với khối lượng lớn và không cần nhiều kho lạnh cho quá trình tồn trữ.

Hơn nữa trong một số trường hợp, cam được bảo quản ở nhiệt độ thấp hơn 10°C sẽ có khả năng bị tổn thương lạnh. Kết quả này cũng được công bố bởi Ricardo Alfredo Kluge và cộng sự (2008).

Tương tự như đã thảo luận ở phần trước, sự thay đổi này tuân theo mô hình bậc 2 ( $y = ax^2 + bx + c$ ) (Bảng 6). Các phương trình đều thể hiện  $R^2$  cao ( $R^2 \geq 0,98$ ). Do vậy có thể áp dụng phương trình này để dự đoán tổn thất khối lượng cam mật theo thời gian tồn trữ ở các nhiệt độ tồn trữ khác nhau.

**Bảng 6: Các phương trình tương quan giữa tổn thất khối lượng và thời gian tồn trữ**

Nhiệt độ tồn trữ (°C)	Phương trình tương quan	Hệ số tương quan $R^2$
10	$y = -0,0006x^2 + 0,372x + 0,4203$	0,99
15	$y = -0,0008x^2 + 0,3259x + 0,2053$	0,99
25	$y = -0,0015x^2 + 0,2616x + 0,1437$	0,99
30	$y = -0,0002x^2 + 0,1546x + 0,008$	0,98



**Hình 6: Sự khác biệt về độ dày vỏ quả cam mật theo thời gian tồn trữ ở các nhiệt độ khác nhau (cam được xử lý bằng ozone và bao màng pectin)**

Cam mật được bảo quản trong điều kiện nhiệt độ lạnh thì độ dày vỏ cũng giảm chậm do cường độ hô hấp và khả năng mất nước giảm. Kết quả là độ dày vỏ chỉ giảm từ 5,75 mm đến 4,31 mm sau 9 tuần bảo quản, trong khi đó độ dày vỏ cam mật giảm từ 5,75 mm đến 3,12 mm chỉ trong thời gian 20 ngày ở nhiệt độ phòng (28-30°C) (Hình 6).

Quy luật tăng giảm độ brix của cam mật cũng không rõ ràng. Tuy nhiên, ở nhiệt độ thấp hơn 25°C, độ brix của cam dao động rất ít (giá trị đạt được trong khoảng 10°Brix). Hàm lượng vitamin C thay đổi trong khoảng 33-44 mg% trong 9 tuần bảo quản.

Giá trị b thay đổi chậm và bắt đầu thể hiện cao từ tuần thứ 6 hoặc tuần thứ 7 (khi màu vàng bắt đầu xuất hiện rõ trên vỏ trái). Tuy nhiên, ở thời điểm này chất lượng của cam mật vẫn còn tốt và vẫn còn khả năng chấp nhận cảm quan khoảng 85%.

#### 4 KẾT LUẬN

- Trong điều kiện tồn trữ ở nhiệt độ phòng (28-30°C), trái cam mật được xử lý sơ bộ trong nước ozone (hoặc nước vôi) và bao màng CMC (hoặc màng pectin) cho tồn thất khối lượng thấp nhất và kéo dài thời gian tồn trữ đến 28-30 ngày.
- Tồn thất khối lượng thấp khi cam mật được tồn trữ trong bao bì PE không đục lỗ và tồn trữ ở nhiệt độ thấp (10°C). Không thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa về độ dày bao PE sử dụng cho quá trình tồn trữ.
- Cam mật được bảo quản ở nhiệt độ thấp (10°C) có thời gian bảo quản dài (hơn 9 tuần) so với cam bảo quản ở nhiệt độ phòng (khoảng 28-30 ngày). Cả hai dạng màng CMC và pectin áp dụng đều thể hiện ưu thế hơn mẫu cam được bao màng chitosan và mẫu đối chứng (không bao màng) với sự dao động nhỏ về chất lượng.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Minh Thủy. 2000. Nghiên cứu các phương pháp tạo màng (Edible film) và áp dụng chúng trong xử lý nguyên liệu và bảo quản thực phẩm.
- Nguyễn Minh Thủy. 2010. Kỹ thuật sau thu hoạch rau quả. Nhà xuất bản Nông Nghiệp. Tp Hồ Chí Minh.
- Ramin A. A. and Khoshbakhat D. 2008. Effects of Microperforated Polyethylene Bags and Temperatures on the Storage Quality of Acid Lime Fruits. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 3 (4): 590-594.
- Ricardo Alfredo Kluge; Maria Luiza Lye Jomori; Angelo Pedro Jacomino; Maria Carolina Dario Vitti; Daniela Cristina Clemente Vitti. 2003. Intermittent warming of 'tahiti' lime to prevent chilling injury during cold storage. Scientia Agricola, v.60, n.4, p.729-734, Oct./Dec.
- Tổng Thị Ánh Ngọc. 2002. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến khả năng bảo quản cam bao màng Chitosan. Luận văn tốt nghiệp kỹ sư ngành Công Nghệ Thực phẩm. Khoa Nông Nghiệp và SHƯĐ. Trường Đại học Cần Thơ.
- Trần Thanh Tuấn. 2001. Nghiên cứu bảo quản cam Sành bằng màng Chitosan và Zein. Luận văn tốt nghiệp kỹ sư ngành Công Nghệ Thực phẩm. Khoa Nông Nghiệp và SHƯĐ. Trường Đại học Cần Thơ.