

# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA NỒNG ĐỘ CHITOSAN ĐẾN CHẤT LƯỢNG VÀ THỜI GIAN BẢO QUẢN QUẢ CAM ĐƯỜNG CANH

STUDY ON EFFECTS OF CHITOSAN CONCENTRATION ON QUALITY AND TIME OF THE STORAGE OF *CITRUS SINENSIS*

Nguyễn Quang Tùng\*, Nguyễn Văn Lợi,  
Nguyễn Minh Thắng, Nguyễn Xuân Cảnh

## TÓM TẮT

Chitosan là một polyme rất phổ biến trong tự nhiên có nguồn gốc từ vỏ tôm, cua. Với nhiều hoạt tính sinh học quý báu, đặc biệt là tính kháng khuẩn, chitosan được ứng dụng nhiều trong thực phẩm. Bài báo này trình bày ứng dụng của chitosan trong việc bảo quản quả cam đường Canh (*Citrus sinensis*) sau khi thu hoạch, nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ chitosan đến chất lượng và thời gian bảo quản. Cam đường Canh sau khi thu hoạch được xử lý bằng dung dịch chitosan có nồng độ từ 1,0 - 2,0%. Kết quả nghiên cứu cho thấy, cam được xử lý chitosan có sự cải thiện đáng kể về chất lượng và thời gian bảo quản, dung dịch chitosan có nồng độ 1,5% cho kết quả tốt nhất. Với nồng độ này, có thể bảo quản quả cam đường Canh trong vòng 70 ngày mà vẫn cho chất lượng tốt.

**Từ khóa:** Chitosan, bảo quản, cam đường Canh.

## ABSTRACT

Chitosan, which originates from shells of shrimp, crab, is a so popular polymer in nature. With many biological activities, especially the anti microorganism activity, chitosan has been applied in the food storage. This article presents the application of chitosan in the storage of *Citrus sinensis*, study effect of chitosan concentration on quality and time of the storage process. After harvesting, *Citrus sinensis* were treated by chitosan liquid with various concentrations (1,0- 2,0%). As a result, there was significant improvement in quality and time of the storage process of *Citrus sinensis* when treated by chitosan and chitosan liquid with concentration of 1,5% was the best. With this concentration, the time storage of *Citrus sinensis* could be prolonged around 70 days with good quality.

**Keywords:** Chitosan, storage, citrus reticulata.

Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

\*Email: quangtungdchnh@gmail.com

Ngày nhận bài: 18/6/2019

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 16/8/2019

Ngày chấp nhận đăng: 15/10/2019

## 1. GIỚI THIỆU

Cam đường Canh thuộc họ cam (*Citrus sinensis* Osbeck) là loại quả đặc sản được trồng nhiều ở các tỉnh Bắc Giang,

Hà Nội, Hòa Bình, Hà Giang, Tuyên Quang... Cam đường Canh có giá trị dinh dưỡng và giá trị kinh tế cao, quả cam đường Canh thường giàu vitamin, đường, chất khoáng... Cam đường Canh thu hoạch trước tết âm lịch khoảng hai tháng, là loại quả hô hấp không đột biến, vỏ mỏng; khi đã đến độ chín thu hoạch, nếu không được thu hoạch kịp thời mà vẫn để trên cây sẽ làm cho quả bị xốp, làm giảm chất lượng của quả và gây ảnh hưởng đến năng suất của vụ sau. Vì vậy việc xác định thời điểm thu hoạch phù hợp và ứng dụng các tiến bộ khoa học kỹ thuật để bảo quản kéo dài thời gian sử dụng của quả cam đường Canh là rất cần thiết.

Chitosan là polyme sinh học có nguồn gốc thiên nhiên phổ biến nhất, chỉ đứng sau xelluloza, nó được sản xuất từ vỏ tôm, cua, mai mực..., đó là những phế liệu trong công nghiệp thực phẩm [1, 2]. Với các đặc tính ưu việt mà các polyme tổng hợp khác không có như khả năng phân hủy, dễ tương thích, không độc hại, rẻ tiền, dễ sử dụng, an toàn với con người và vật nuôi, đặc biệt là hoạt tính kháng khuẩn cao nên trong những năm gần đây, chitosan và các sản phẩm biến tính của chúng được ứng dụng để bảo quản các nông sản sau thu hoạch như cam, chanh, cà chua, chuối, dâu tây, vải, táo... [3-9].

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu thí nghiệm

Cam đường Canh được trồng tại Hợp tác xã sản xuất và tiêu thụ sản phẩm cây ăn quả Huyện Lục Ngạn, tỉnh Bắc Giang. Cam được hái sau 40 tuần đậu quả, cho vào thùng xốp và được chuyển về phòng thí nghiệm sau thời gian tối đa là 5 giờ. Tại đây, cam được phân loại, lựa chọn những quả có kích thước đồng đều, loại những quả sâu bệnh rồi tiến hành cắt toàn bộ cuống. Sau đó, cam được rửa và khử trùng bằng dung dịch  $\text{NaHSO}_3$  100ppm và để khô tự nhiên.

Chitosan do công ty TNHH MTV Chitosan Việt Nam sản xuất có trọng lượng phân tử 100.000 dalton độ để axetil hóa 90%.

**2.2. Bố trí thí nghiệm**

Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên hoàn toàn với 3 lần lặp lại. Cam sau khi làm sạch, khử trùng và để khô hoàn toàn được nhúng vào dung dịch chitosan với các nồng độ khác nhau như sau:

TT	Công thức thí nghiệm	Nồng độ chitosan (%)
1	CT1	0
2	CT2	1,0
3	CT3	1,5
4	CT4	2,0

Cam sau khi xử lý được xếp vào giá và bảo quản ở điều kiện thường (nhiệt độ 18 - 25°C và độ ẩm 80 - 82%). Tiến hành theo dõi định kỳ 5 ngày một lần đối với các chỉ tiêu vật lý và 10 ngày một lần đối với các chỉ tiêu sinh hóa. Quá trình theo dõi kết thúc khi tỷ lệ thối hỏng của mẫu trên 10%.

**2.3. Các phương pháp phân tích**

**2.3.1. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu vật lý**

Sự biến đổi màu sắc vỏ quả qua từng giai đoạn được xác định bằng máy đo màu cầm tay Color Meter (Tec PCM/PSM, Mỹ).

Độ cứng của quả được xác định bằng máy đo độ cứng Absolute.

Sự hao hụt khối lượng của quả cam được xác định bằng phương pháp cân sử dụng cân CP224S Sartorius.

**2.3.2. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu sinh hóa**

Xác định cường độ hô hấp của quả bằng phương pháp đo kín, bằng máy đo CO<sub>2</sub> phần trăm trong môi trường tiểu khí hậu trong bình (máy ICA của Anh).

Xác định hàm lượng đường tổng số được xác định theo AOAC 974.06.

Xác định hàm lượng chất khô hòa tan theo TCVN 5533:1991.

Xác định hàm lượng acid hữu cơ tổng số theo TCVN 6509:2013.

Xác định hàm lượng vitamin C theo TCVN 4715:1989.

**2.3.2. Phương pháp đánh giá cảm quan của quả**

Cảm quan của quả cam đường Canh được đánh giá theo TCVN 3215 - 79, sử dụng thang điểm 5 gồm 6 bậc (0-5 điểm). Sử dụng các giác quan để đánh giá các chỉ tiêu về trạng thái bên ngoài, mùi, vị, trạng thái bên trong của quả. Hội đồng cảm quan gồm 7 thành viên, bao gồm chủ tịch, thư ký và các ủy viên. Chủ tịch hội đồng và các thành viên hội đồng thảo luận sơ bộ về nội dung cần đánh giá, đưa ra các chỉ tiêu cảm quan và thống nhất hệ số quan trọng. Chỉ tiêu cảm quan và hệ số quan trọng được Hội đồng thống nhất là hình thức bên ngoài (1,1), trạng thái bên trong (1,3), mùi (0,7), vị (0,9).

Mỗi thành viên được phát một phiếu đánh giá cảm quan và các mẫu quả cam đường Canh đã được mã hóa bằng các chữ cái in hoa, thứ tự các mẫu khi phát cho các thành viên của hội đồng là không giống nhau. Sau mỗi lần

thử các thành viên phải sử dụng nước lọc để thanh vị trước khi thử mẫu tiếp theo.

Tập hợp các mẫu, lập bảng thống kê điểm đối với từng mẫu. Tính điểm trung bình của các thành viên hội đồng đối với từng chỉ tiêu cảm quan, tiếp theo nhân với hệ số quan trọng của từng chỉ tiêu đó thu được điểm có trọng lượng của từng chỉ tiêu, tổng điểm có trọng lượng của các chỉ tiêu cảm quan là điểm số dùng để đánh giá chất lượng của quả.

Tùy thuộc vào tổng điểm có trọng lượng mà cảm quan của quả cam đường Canh được phân ra các mức độ chất lượng khác nhau như sau: loại tốt (18,6 - 20,0), loại khá (15,2 - 18,5), loại trung bình (11,2 - 15,1), loại kém (7,2 - 11,1), loại rất kém (4,0 - 7,1), loại hỏng (0,0 - 3,9).

**3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ dung dịch chitosan đến các biến đổi vật lý trong quá trình bảo quản quả cam đường Canh**

**3.1.1. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch chitosan đến tỷ lệ thối hỏng của quả cam đường Canh**

Tỷ lệ thối hỏng là thông số quan trọng thể hiện tính hiệu quả của phương pháp bảo quản. Cho dù sử dụng phương pháp bảo quản nào thì mục tiêu hướng tới là giảm tới đa tỷ lệ thối hỏng của quả theo thời gian. Ngoài ra, tỷ lệ thối hỏng cũng là thông số quyết định đến thời gian bảo quản. Thông thường, quá trình bảo quản sẽ dừng lại khi tỷ lệ thối hỏng vượt quá 10%.

Tỷ lệ thối hỏng của quả cam đường Canh theo thời gian bảo quản ở 4 công thức được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Tỷ lệ thối hỏng của quả trong quá trình bảo quản

Thời gian bảo quản (ngày)	Tỷ lệ thối hỏng của quả (%)			
	CT1	CT2	CT3	CT4
0	0,00	0,00	0,00	0,00
10	7,14	1,39	1,41	2,86
20	11,43	4,17	4,23	5,71
30	-	5,55	4,23	8,57
40	-	6,94	5,63	10,08
45	-	6,94	5,63	-
50	-	8,33	7,04	-
55	-	8,33	7,04	-
60	-	11,11	7,04	-
65	-	-	8,45	-
70	-	-	8,45	-

Ghi chú: (-) dừng theo dõi do tỷ lệ thối hỏng của mẫu >10%

Kết quả bảng 1 cho thấy, theo thời gian tỷ lệ thối hỏng tăng dần ở tất cả các mẫu. Tỷ lệ thối hỏng của mẫu đối chứng CT1 là 11,43% sau 20 ngày bảo quản, tương tự, mẫu CT2 (nồng độ chitosan 1,0%) là 11,11% sau 60 ngày bảo quản, mẫu CT3 (nồng độ chitosan 1,5%) là 8,45% sau 70 ngày bảo quản và mẫu CT4 (nồng độ chitosan 2,0%) là 10,08% sau 40 ngày bảo quản. Như vậy, so sánh về thời

gian bảo quản thì mẫu CT3 là lớn nhất, tiếp theo là CT2, sau đó là CT4 và thấp nhất là mẫu đối chứng CT1.

Mẫu đối chứng CT1 có tỷ lệ thối hỏng cao nhất và thời gian bảo quản ngắn nhất là do mẫu này không được bọc màng chitosan nên không hạn chế được những tác động của môi trường xung quanh. Các mẫu được xử lý bằng dung dịch chitosan sự thối hỏng của quả được cải thiện đáng kể. Điều này là do màng chitosan có tác dụng kháng khuẩn đã hạn chế được sự tấn công của vi khuẩn đối với quả cam. Màng càng dày thì khả năng kháng khuẩn càng cao, tuy nhiên khi màng quá dày sẽ thúc đẩy hô hấp yếm khí làm cho quả mau hỏng. Điều này giải thích cho việc mẫu CT4 có thời gian bảo quản ngắn hơn CT2 và CT3.

Mẫu CT3 với nồng độ chitosan 1,5% cho thời gian bảo quản dài nhất và tỷ lệ thối hỏng nhỏ nhất so với các mẫu còn lại. Với nồng độ chitosan này có thể kéo dài thời gian bảo quản cam đường Canh lên tới 70 ngày với tỷ lệ thối hỏng là 8,45%.

**3.1.2. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch chitosan đến sự hao hụt khối lượng của quả cam đường Canh**

Trong quá trình bảo quản quả cam đường Canh luôn luôn xảy ra sự hao hụt khối lượng tự nhiên, sự hao hụt đó phần lớn là do sự mất nước từ vỏ quả vì cam là loại quả chứa nhiều nước và một phần là do sự phân hủy các chất hữu cơ của quả từ quá trình hô hấp. Mục tiêu của quá trình bảo quản ngoài việc kéo dài thời gian bảo quản, giảm tỷ lệ thối hỏng thì việc giảm sự hao hụt khối lượng cũng đóng vai trò quan trọng đến hiệu quả kinh tế của việc bảo quản.

Sự hao hụt khối lượng tự nhiên của quả cam đường Canh trong quá trình bảo quản ở 4 công thức được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Hao hụt khối lượng tự nhiên (%) của quả trong quá trình bảo quản

Thời gian bảo quản (ngày)	Sự hao hụt khối lượng tự nhiên của quả (%)			
	CT1	CT2	CT3	CT4
0	0,00	0,00	0,00	0,00
10	4,58	2,76	2,41	2,19
20	8,25	5,14	4,94	4,83
30	-	6,38	6,02	6,15
40	-	7,58	6,65	6,92
45	-	7,82	7,13	-
50	-	8,11	7,29	-
55	-	8,36	7,44	-
60	-	8,94	7,68	-
65	-	-	7,81	-
70	-	-	8,05	-

Kết quả bảng 2 cho thấy, sự hao hụt khối lượng tự nhiên của quả tăng theo thời gian bảo quản ở tất cả các mẫu. Sự hao hụt khối lượng của mẫu CT1 là 8,25%, sau 20 ngày bảo quản, mẫu CT2 là 8,94% sau 60 ngày bảo quản, mẫu CT3 là 8,05% sau 70 ngày bảo quản và mẫu CT4 là 6,92% sau 40 ngày bảo quản.

Sự hao hụt khối lượng tự nhiên của mẫu đối chứng CT1 là cao hơn nhiều so với các mẫu còn lại cho thấy việc xử lý quả cam đường Canh bằng dung dịch chitosan kết hợp axit axetic đã cải thiện đáng kể sự hao hụt khối lượng tự nhiên của quả trong quá trình bảo quản, nồng độ dung dịch chitosan càng cao thì càng hạn chế được sự hao hụt khối lượng. Điều này có thể được giải thích là do màng chitosan đã ngăn cản quá trình mất nước từ vỏ quả ra môi trường xung quanh, đồng thời hạn chế được sự hô hấp của quả. Tuy nhiên, khi màng chitosan quá dày lại khiến khối lượng của quả bị hao hụt nhanh là do nó thúc đẩy hô hấp yếm khí nên cần nhiều các hợp chất hữu cơ cho quá trình này.

Mẫu CT3 với nồng độ chitosan 1,5% có tốc độ hao hụt khối lượng tự nhiên của quả tốt hơn so với các công thức còn lại.

**3.1.3. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch chitosan đến sự biến đổi màu sắc của quả cam đường Canh**

Màu sắc là một chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng của quả và hiệu quả của phương pháp bảo quản, đây cũng là chỉ tiêu đầu tiên và không thể thiếu liên quan đến cảm quan thẩm mỹ của quả. Cam đường Canh sau khi thu hoạch có màu vàng cam, theo thời gian do sự tác động của oxy không khí và do quá trình hô hấp màu của quả sẽ bị thay đổi.

Sự biến đổi màu sắc của quả thể hiện qua chỉ số ΔE được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Sự biến đổi chỉ số ΔE trên vỏ quả trong quá trình bảo quản

Thời gian bảo quản (ngày)	Chỉ số ΔE của quả			
	CT1	CT2	CT3	CT4
0	0,00	0,00	0,00	0,00
10	10,80	4,41	3,88	10,23
20	12,16	7,91	6,49	14,37
30	-	16,48	10,90	24,90
40	-	39,41	36,04	75,22
45	-	51,23	49,01	-
50	-	76,39	71,23	-
55	-	116,18	93,80	-
60	-	169,50	127,71	-
65	-	-	172,23	-
70	-	-	212,53	-

Kết quả bảng 3 cho thấy, theo thời gian màu sắc của quả thay đổi ở tất cả các mẫu thể hiện qua việc chỉ số ΔE tăng dần. Sau 20 ngày bảo quản, chỉ số ΔE của mẫu CT1 là 12,16, tương tự, sau 60 ngày bảo quản, chỉ số ΔE của mẫu CT2 là 169,50, sau 70 ngày bảo quản, chỉ số ΔE của mẫu CT3 là 212,53 và sau 40 ngày bảo quản, chỉ số ΔE của mẫu CT4 là 75,22. Sự biến đổi màu của quả cam đường Canh chủ yếu là việc giảm độ sáng và độ bóng của vỏ quả.

Màng chitosan cho thấy sự ảnh hưởng đáng kể đến sự biến đổi màu sắc của quả trong quá trình bảo quản. Màng chitosan hạn chế sự bay hơi nước từ vỏ quả, ngăn cản sự

tác động của oxy không khí, ức chế sự hô hấp và tỏa nhiệt của quả làm giảm tốc độ biến đổi màu sắc của quả, đặc biệt là màng này tạo cho quả độ bóng cao. Tuy nhiên khi màng chitosan quá dày thì màu sắc lại biến đổi nhanh vì khi đó có sự biến đổi mạnh các sắc tố của vỏ quả.

Như vậy, màng chitosan được tạo ra từ dung dịch chitosan với nồng độ 1,5% hạn chế được sự biến đổi màu sắc của quả tốt hơn so với các mẫu còn lại.

**3.1.4. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch chitosan đến sự biến đổi độ cứng của quả cam đường Canh**

Trong quá trình bảo quản, độ cứng của quả cam đường Canh giảm dần do sự mất nước và phân hủy các hợp chất hữu cơ, khi những quá trình này bị kim hãm thì độ cứng của quả sẽ ít bị thay đổi.

Kết quả theo dõi độ cứng của quả cam đường Canh trong quá trình bảo quản được thể hiện ở bảng 4.

Bảng 4. Sự biến đổi độ cứng của quả trong quá trình bảo quản

Thời gian bảo quản (ngày)	Độ cứng của quả (mm)			
	CT1	CT2	CT3	CT4
0	0,82	0,82	0,82	0,82
10	1,26	0,90	0,87	0,93
20	1,73	0,95	0,91	1,12
30	-	1,04	0,95	1,31
40	-	1,15	1,06	1,48
45	-	1,21	1,13	-
50	-	1,26	1,19	-
55	-	1,31	1,24	-
60	-	1,37	1,29	-
65	-	-	1,35	-
70	-	-	1,40	-

Kết quả cho thấy, theo thời gian độ lún của đầu đo của tất cả các mẫu đều tăng dần có nghĩa là độ cứng của các mẫu giảm dần. Độ lún của đầu đo ở thời điểm ban đầu là 0,82mm. Sau 20 ngày bảo quản ở mẫu đối chứng CT1, độ lún của đầu đo là 1,73mm, trong khi đó ở các mẫu CT2, CT3 và CT4 thì giá trị độ lún của đầu đo tương ứng là 0,95mm, 0,91mm và 1,12mm. Điều này cho thấy màng chitosan đã có hiệu quả trong việc ổn định độ cứng của quả cam đường Canh.

Đối với các mẫu được bọc màng chitosan thì quả cam ở mẫu CT3 có sự giảm độ cứng thấp hơn so với mẫu CT2 và CT4. Ví dụ, tại thời điểm sau 40 ngày bảo quản, giá trị độ lún của đầu đo ở mẫu CT3 là 1,06mm, ở mẫu CT2 và CT4 lần lượt là 1,15mm và 1,48mm.

Như vậy, mẫu CT3 với nồng độ chitosan 1,5% ổn định độ cứng của quả là tốt hơn so với các mẫu còn lại.

**3.1.5. Đánh giá cảm quan của quả cam đường Canh trong quá trình bảo quản**

Đối với nông sản và thực phẩm, đánh giá cảm quan đóng vai trò quan trọng bên cạnh các chỉ tiêu vật lý, sinh

hóa và dinh dưỡng vì nó liên quan trực tiếp đến thị hiếu của người tiêu dùng.

Kết quả đánh giá cảm quan của quả cam đường Canh sau 70 ngày bảo quản được trình bày ở bảng 5.

Bảng 5. Kết quả đánh giá cảm quan của các mẫu sau 70 ngày bảo quản

Chỉ tiêu cảm quan	Điểm đánh giá			
	CT1	CT2	CT3	CT4
Hình thức bên ngoài	3,202	4,357	4,598	4,188
Trạng thái bên trong	2,958	4,221	4,523	4,082
Mùi	3,061	4,268	4,585	3,873
Vị	3,059	4,357	4,404	4,097
<b>Tổng điểm</b>	<b>12,280</b>	<b>17,203</b>	<b>18,110</b>	<b>16,240</b>
<b>Mức chất lượng</b>	<b>Trung bình</b>	<b>Khá</b>	<b>Khá</b>	<b>Khá</b>

Từ kết quả ở bảng 5 thấy rằng, sau 70 ngày bảo quản điểm cảm quan của quả cam ở mẫu đối chứng CT1 là 12,280 xếp ở mức chất lượng loại trung bình, còn quả cam ở cả 3 mẫu CT2, CT3 và CT4 đều được xếp ở mức chất lượng loại khá, trong đó mẫu CT3 có điểm cảm quan cao nhất là 18,110.

Sau 70 ngày bảo quản, quả cam đường Canh ở công thức CT3 vẫn giữ được các đặc tính cảm quan tốt.

**3.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ dung dịch chitosan đến các biến đổi sinh hóa trong quá trình bảo quản quả cam đường Canh**

**3.2.1. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch chitosan đến sự biến đổi hàm lượng vitamin C của quả cam đường Canh**

Vitamin C là vi chất dinh dưỡng quan trọng trong quả cam đường Canh. Hàm lượng vitamin C của cam đường Canh khá cao và sẽ giảm dần do quá trình sinh hóa của quả. Kết quả theo dõi sự thay đổi hàm lượng vitamin C của quả cam đường Canh trong quá trình bảo quản được trình bày ở bảng 6.

Bảng 6. Sự biến đổi hàm lượng vitamin C của quả trong quá trình bảo quản

Thời gian bảo quản (ngày)	Hàm lượng vitamin C của quả (mg/100g)			
	CT1	CT2	CT3	CT4
0	42,21	42,21	42,21	42,21
10	38,45	41,36	41,78	39,60
20	33,82	39,97	40,52	36,11
30	-	38,05	38,99	33,98
40	-	37,21	38,00	30,68
45	-	36,72	36,95	-
50	-	35,56	36,41	-
55	-	34,87	35,69	-
60	-	34,12	35,08	-
65	-	-	34,76	-
70	-	-	34,02	-

Kết quả bảng 6 cho thấy, hàm lượng vitamin C giảm dần theo thời gian bảo quản ở tất cả các mẫu. So với các công thức khác, công thức đối chứng CT1 có sự giảm hàm lượng vitamin C là lớn nhất và sự giảm hàm lượng vitamin C là nhỏ nhất ở công thức CT3. Ví dụ, tại thời điểm sau 10 ngày

bảo quản, công thức đối chứng CT1 có hàm lượng vitamin C giảm từ 42,21mg/100g xuống 38,45mg/100g, sự giảm này ở công thức CT2 và CT4 tương ứng là từ 42,21mg/100g xuống 41,36mg/100g và từ 42,21mg/100g 39,60mg/100g, còn đối với công thức CT3 thì hàm lượng vitamin C giảm từ 42,21mg/100g xuống 41,78mg/100g.

Việc xử lý bằng chitosan đã ảnh hưởng đáng kể đến tốc độ giảm hàm lượng vitamin C của quả, điều này có thể là do màng chitosan đã hạn chế sự tác động của oxy không khí và ức chế sự hô hấp làm chậm các quá trình sinh hóa của quả. Tuy nhiên, khi màng quá dày lại làm quá trình phân hủy vitamin C diễn ra nhanh hơn là do quá trình hô hấp yếu đi.

Như vậy, dung dịch với nồng độ chitosan 1,5% có tác dụng làm giảm tốc độ phân hủy vitamin C của quả tốt hơn so với các nồng độ còn lại.

**3.2.2. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch chitosan đến sự biến đổi hàm lượng chất khô hòa tan của quả cam đường Canh**

Trong quá trình bảo quản chất khô hòa tan của quả biến đổi do hai quá trình ngược nhau xảy ra đồng thời: quá trình hô hấp và các phản ứng sinh hóa khác làm giảm chất khô hòa tan cùng với nó là quá trình biến đổi những chất không tan (tinh bột, protopectin, xenluloza...) thành chất hòa tan. Vì vậy, hàm lượng chất khô hòa tan có thể tăng hoặc giảm trong quá trình bảo quản.

Kết quả theo dõi sự biến đổi hàm lượng chất khô hòa tan của quả cam đường Canh trong quá trình bảo quản được trình bày ở bảng 7.

Bảng 7. Sự biến đổi hàm lượng chất khô hòa tan của quả trong quá trình bảo quản

Thời gian bảo quản (ngày)	Hàm lượng chất khô hòa tan của quả (°Bx)			
	CT1	CT2	CT3	CT4
0	13,80	13,80	13,80	13,80
10	13,44	13,63	13,68	13,41
20	13,25	13,50	13,57	13,18
30	-	13,39	13,45	12,83
40	-	13,19	13,36	12,15
45	-	13,11	13,30	-
50	-	12,98	13,24	-
55	-	12,91	13,18	-
60	-	12,84	13,12	-
65	-	-	13,05	-
70	-	-	12,98	-

Kết quả bảng 7 cho thấy, hàm lượng chất khô hòa tan giảm dần theo thời gian ở tất cả các mẫu. Tại thời điểm sau 20 ngày bảo quản, hàm lượng chất khô hòa tan của các mẫu giảm từ 13,80°Bx xuống còn 13,25°Bx, 13,50°Bx, 13,57°Bx và 13,18°Bx tương ứng với các mẫu CT1, CT2, CT3 và CT4. Tại thời điểm sau 40 ngày bảo quản thì chỉ còn 3 mẫu CT2, CT3, CT4 và tại thời điểm này thì hàm lượng chất khô hòa tan của các mẫu này tiếp tục giảm xuống tương ứng là 13,19°Bx, 13,36°Bx, 12,15°Bx. Từ đó thấy rằng, tốc độ

giảm hàm lượng chất khô hòa tan của quả cam đường Canh nhỏ nhất ở mẫu CT3, sau đó đến mẫu CT2, tiếp theo là CT1 và lớn nhất là mẫu CT4.

Như vậy, mẫu CT3 với nồng độ chitosan 1,5% cho kết quả biến đổi hàm lượng chất khô hòa tan của quả là tốt hơn so với các mẫu còn lại.

**3.2.3. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch chitosan đến sự biến đổi hàm lượng axit hữu cơ của quả cam đường Canh**

Kết quả theo dõi sự biến đổi hàm lượng axit hữu cơ của quả cam đường Canh theo thời gian ở các công thức được trình bày ở bảng 8.

Bảng 8. Sự biến đổi hàm lượng axit hữu cơ của quả trong quá trình bảo quản

Thời gian bảo quản (ngày)	Hàm lượng axit hữu cơ của quả (%)			
	CT1	CT2	CT3	CT4
0	0,240	0,240	0,240	0,240
10	0,215	0,236	0,236	0,226
20	0,196	0,231	0,232	0,215
30	-	0,225	0,227	0,207
40	-	0,220	0,222	0,191
45	-	0,217	0,219	-
50	-	0,213	0,216	-
55	-	0,207	0,212	-
60	-	0,201	0,208	-
65	-	-	0,205	-
70	-	-	0,202	-

Kết quả bảng 8 cho thấy, hàm lượng axit hữu cơ của quả cam đường Canh giảm dần ở tất cả các mẫu trong quá trình bảo quản. Điều này có thể giải thích do trong thời gian bảo quản cam vẫn tiếp tục hô hấp, quá trình hô hấp sử dụng các chất có trong quả để làm nguyên liệu, trong đó có axit hữu cơ. Đồng thời hàm lượng axit hữu cơ của cam còn giảm do nó tham gia vào quá trình decarboxyl hoá. Mẫu đối chứng CT1 có tốc độ giảm hàm lượng axit hữu cơ là lớn nhất, tiếp theo là đến mẫu CT4, sau đó là mẫu CT2 và tốc độ giảm hàm lượng axit hữu cơ là nhỏ nhất ở mẫu CT3.

Như vậy, mẫu CT3 với nồng độ chitosan 1,5% cho kết quả biến đổi hàm lượng axit hữu cơ của quả là tốt nhất.

**3.2.4. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch chitosan đến sự biến đổi hàm lượng đường tổng số của quả cam đường Canh**

Trong quá trình hô hấp cả hiếu khí và yếm khí cơ chất được sử dụng chủ yếu là các đường khử (chủ yếu là Glucoza), cùng với quá trình này là sự biến đổi các polysacarit khác mà quan trọng nhất là tinh bột chuyển hóa thành đường nhờ các enzym thủy phân.

Kết quả theo dõi sự biến đổi hàm lượng đường tổng số của quả cam đường Canh theo thời gian ở các công thức được trình bày ở bảng 9.

Kết quả bảng 9 cho thấy, hàm lượng đường tổng số của quả cam đường Canh ở các mẫu đều giảm dần theo thời gian. Mẫu đối chứng CT1 do không được xử lý bằng dung dịch chitosan nên quá trình hô hấp, sinh hóa cũng như

phân hủy đường xảy ra mạnh dẫn tới mẫu này có tốc độ giảm hàm lượng đường tổng số lớn nhất. Mẫu CT4 do màng chitosan quá dày dẫn đến thúc đẩy hô hấp yếm khí vì vậy tốc độ giảm hàm lượng đường tổng số nhanh hơn so với mẫu CT2 và CT3. Ở mẫu CT2 do có nồng độ chitosan thấp (1,0%) nên không sự ức chế quá trình hô hấp và phân hủy không được tốt như mẫu CT3 (nồng độ chitosan 1,5%) vì thế tốc độ giảm hàm lượng đường tổng số của mẫu CT2 lớn hơn so với mẫu CT3.

Bảng 9. Sự biến đổi hàm lượng đường tổng số của quả trong quá trình bảo quản

Thời gian bảo quản (ngày)	Hàm lượng đường tổng số của quả (%)			
	CT1	CT2	CT3	CT4
0	9,30	9,30	9,30	9,30
10	8,79	9,14	9,20	8,65
20	8,46	8,91	8,98	8,02
30	-	8,72	8,75	7,43
40	-	8,53	8,67	7,04
45	-	8,48	8,59	-
50	-	8,39	8,50	-
55	-	8,31	8,42	-
60	-	8,25	8,34	-
65	-	-	8,27	-
70	-	-	8,19	-

Như vậy, mẫu CT3 với nồng độ chitosan 1,5% cho kết quả biến đổi hàm lượng đường tổng số của quả là tốt nhất.

**3.2.5. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch chitosan đến cường độ hô hấp của quả cam đường Canh**

Một trong những nguyên nhân dẫn đến quả mau hỏng và chất lượng của quả bị giảm trong quá trình bảo quản đó là sự hô hấp của quả. Vì vậy, mục tiêu hướng tới của các phương pháp bảo quản đó là hạn chế sự hô hấp này.

Kết quả theo dõi sự biến đổi cường độ hô hấp của quả cam đường Canh trong quá trình bảo quản được trình bày ở bảng 10.

Bảng 10. Sự biến đổi cường độ hô hấp của quả trong quá trình bảo quản

Thời gian bảo quản (ngày)	Cường độ hô hấp của quả (mgCO <sub>2</sub> /kg.h)			
	CT1	CT2	CT3	CT4
0	21,30	21,30	21,30	21,30
20	20,22	18,95	18,62	20,81

Từ kết quả bảng 10 về sự biến đổi cường độ hô hấp của quả trong quá trình bảo quản thấy rằng rõ ràng việc xử lý quả bằng dung dịch chitosan đã hạn chế đáng kể sự hô hấp của quả cam đường Canh. Sau 20 ngày bảo quản thì cường độ hô hấp của quả được thấy là thấp nhất ở mẫu CT3, tiếp theo là mẫu CT2, sau đó đến mẫu đối chứng CT1 và cao nhất là mẫu CT4. Sở dĩ mẫu CT4 quả có cường độ hô hấp cao nhất là do ở mẫu này màng chitosan quá dày dẫn đến thúc đẩy sự hô hấp yếm khí.

**4. KẾT LUẬN**

Như vậy, xử lý cam đường Canh bằng chitosan đã tác động đáng kể đến sự biến đổi các chỉ tiêu vật lý và sinh hóa của quả trong quá trình bảo quản. Màng chitosan đã có tác dụng hạn chế sự thối hỏng, làm giảm sự hao hụt khối lượng tự nhiên, giảm sự biến đổi màu sắc và độ cứng của quả, hạn chế được sự biến đổi hàm lượng vitamin C, hàm lượng chất khô hòa tan, hàm lượng đường tổng số, hàm lượng axit hữu cơ và cường độ hô hấp của quả cam đường Canh trong quá trình bảo quản. Điều này có thể giải thích là do màng chitosan với khả năng kháng khuẩn đã hạn chế sự tác động của vi khuẩn tới quả, màng chitosan bao bọc xung quanh vỏ quả đã hạn chế sự bay hơi nước, sự tác động của oxy không khí đến quả, hạn chế sự hô hấp hiếu khí của quả. Tuy nhiên, khi màng chitosan quá dày lại khiến quả mau hỏng vì nó thúc đẩy hô hấp yếm khí.

Dung dịch chitosan với nồng độ 1,5% cho kết quả tốt nhất. Ở nồng độ này, có thể kéo dài thời gian bảo quản quả cam đường Canh tới 70 ngày mà vẫn đảm bảo chất lượng với tỷ lệ thối hỏng là 8,45% và sự hao hụt khối lượng là 8,05%.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1]. R. A. A. Muzzarelli, 1997. *Chitin*. Pergamon Oxford.  
 [2]. R. Kumar, R. A. A. Muzzarelli, C. Muzzarelli, H. Sashiwa, 2004. *Chitosan chemistry and pharmaceutical perspectives*. Chem. Rev., Vol. 104, 6017- 6084.  
 [3]. H. K. No, S. P. Meyers, X. Xu, 2007. *Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: A Review*. Journal of Food Science, Vol. 72, No. 5.  
 [4]. P. J. Chien, F. Shen, F. H. Yang, 2007. *Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit*. Journal of Food Engineering, Vol. 78, 225-229.  
 [5]. Trần Thị Huyền, Nguyễn Thị Bích Thủy, 2011. *Ảnh hưởng của chitosan đến những biến đổi hóa lý của quả nhãn sau thu hoạch*. Tạp chí Khoa học và Phát triển, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội tập 9, số 2, 244-250.  
 [6]. Nguyễn Đức Tuấn, Hà Quang Việt, Tạ Thị Mùa, 2010. *Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ chitosan đến chất lượng và thời gian bảo quản trái bưởi Đoan Hùng (Citrus grandis Osbeck)*. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn.  
 [7]. Nguyễn Văn Lợi, Nguyễn Thị Minh Tú, Hoàng Đình Hòa, 2010. *Nghiên cứu sử dụng màng bao phủ để bảo quản cam sành Hàm Yên*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, số 6A.  
 [8]. Nguyễn Thị Bích Thủy, Nguyễn Thị Thu Nga, Đỗ Thị Thu Thủy, 2008. *Ảnh hưởng của nồng độ chitosan đến chất lượng và thời gian bảo quản chanh*. Tạp chí Khoa học và Phát triển, tập VI, Số 1, 70-75.  
 [9]. Sayka M. Ibrahim, Shamsun Nahar, Jahid M M Islam, Mahfuza Islam, M. M. Hoque, R. Huque, and Mubarak A. Khan, 2014. *Effect of Low Molecular Weight Chitosan Coating on Physico-chemical Properties and Shelf life Extension of Pineapple (Ananas sativus)*. Journal of forest product and industries 3(3), 161-166.

**AUTHORS INFORMATION**

**Nguyen Quang Tung, Nguyen Van Loi, Nguyen Minh Thang, Nguyen Xuan Canh**  
 Hanoi University of Industry