

ẢNH HƯỞNG CỦA CHITOSAN ĐẾN NHỮNG BIẾN ĐỔI HÓA LÝ CỦA QUẢ NHÃN SAU THU HOẠCH

Effect of Chitosan on Physical and Biochemical Changes of Longan After Harvest

Trần Thị Thu Huyền, Nguyễn Thị Bích Thủy

*Khoa Công nghệ Thực phẩm, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội
Địa chỉ email tác giả liên hệ: ntbthuy@hua.edu.vn*

TÓM TẮT

Nhãn được thu hái khi đạt đến độ chín thu hoạch. Sau khi đã lựa chọn để đảm bảo độ đồng đều, các quả nhãn đã cắt rời được xử lý chitosan với nồng độ 1, 1,5 và 2%, rồi để khô tự nhiên. Mỗi lần lặp của công thức thí nghiệm có 12 quả được đặt trong túi PE đục lỗ và bảo quản ở nhiệt độ 10°C. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng xử lý chitosan 2% có tác dụng hạn chế sự mất nước, duy trì màu sắc vỏ quả và hàm lượng chất tan tổng số cũng như làm chậm quá trình hư hỏng do vi sinh vật tốt hơn so với xử lý chitosan 1 và 1,5%. Chất lượng ăn tươi của quả cũng được duy trì và chấp nhận sau 20 ngày bảo quản.

Từ khóa: Bảo quản, chitosan, nhãn, nhiệt độ thấp.

SUMMARY

Longan fruits were harvested when they reach harvest maturity. After selecting for uniformity, separated fruits were dipped in chitosan solution with concentration of 1, 1.5 and 2% and were then air-dried. Twelve fruits were packed with perforated PE film and stored at 10°C. The results revealed that coating longan with 2% chitosan could reduce water loss and maintain the color and content of total soluble solids of the fruit and delayed fruit rot development as compared to other chitosan concentrations. Sensory quality of these longan fruits was also maintained through a storage period of 20 days.

Key words: Chitosan, longan, low temperature, storage.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhãn là một trong số những loại quả đặc sản của Việt Nam, đồng thời là loại quả có giá trị kinh tế cao. Tuy nhiên loại quả này có tuổi thọ sau thu hoạch rất ngắn, chỉ tồn tại 3-4 ngày ở điều kiện nhiệt độ thường do sự mất nước, biến màu trên vỏ và thối hỏng. Đây là nguyên nhân chính gây không ít khó khăn cho việc thương mại hóa quả nhãn tươi (Siriphanich và cs., 1999; Lin và cs., 2001). Do đó việc kéo dài thời gian bảo quản, duy trì chất lượng của quả để tạo điều kiện cho việc mở rộng thị trường tiêu thụ có ý nghĩa rất lớn về mặt kinh tế.

Trong những năm gần đây, mặc dù nhu cầu bảo quản quả tươi nói chung phục vụ cho nhu cầu nội tiêu và xuất khẩu ngày càng tăng, nhưng những công nghệ bảo quản ở Việt Nam còn thiếu và chưa áp dụng được rộng rãi trong sản xuất, đặc biệt là những công nghệ sạch đảm bảo tính an toàn cho sản phẩm. Trên thế giới, chitosan – sản phẩm deacetyl hóa của chitin là một polymer sinh học được nghiên cứu và ứng dụng nhiều trong bảo quản rau quả sau thu hoạch như quả nhãn (Jiang và Li, 2001), vải (Jiang và cs., 2004; Lin và cs., 2011), cà rốt (Wojsick và Zlotek, 2008) nhờ tính chất tạo màng bảo vệ,

chống mất nước và hạn chế hô hấp. Còn ở Việt Nam, tuy nguồn nguyên liệu để sản xuất chitosan rất dồi dào và đầy tiềm năng, nhưng việc nghiên cứu sử dụng chitosan trong bảo quản quả mới chỉ bắt đầu trên một số đối tượng như quả na (Nguyễn Thị Hằng Phương và cs., 2008), chanh (Nguyễn Thị Bích Thủy và cs., 2008), bưởi (2010). Trong bảo quản, hiệu quả sử dụng chitosan phụ thuộc vào một số yếu tố, trong đó độ dày màng chitosan cũng là một yếu tố rất quan trọng. Độ dày của màng phụ thuộc vào nồng độ chitosan xử lý. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định nồng độ chitosan xử lý trước bảo quản để duy trì chất lượng và tuổi thọ của quả nhãn Hương chi.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu thí nghiệm

Đối tượng nghiên cứu là giống nhãn Hương Chi trồng tại khu vực thị xã Hưng Yên, được thu hoạch vào tháng 9. Đặc điểm của quả khi thu hoạch là vỏ chuyển sang màu nâu sáng pha vàng, mỏng và nhẵn, quả mềm, cùi có vị thơm, hạt có màu đen hoàn toàn. Nhãn được thu hoạch vào buổi sáng sớm, dùng kéo chuyên dụng cắt từng chùm quả. Sau đó được xếp sọt có lót rơm, đậy kín và vận chuyển về phòng thí nghiệm. Quả dùng cho thí nghiệm được lựa chọn kỹ về độ chín và độ đồng đều, loại bỏ những quả sâu thối, bầm dập. Quả nhãn đạt tiêu chuẩn được cắt rời để xử lý tạo màng chitosan.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Chuẩn bị dung dịch Chitosan có nồng độ khác nhau từ dung dịch Chitosan 3% có trọng lượng phân tử 700.000, độ de-acetyl hóa là 80% do Viện Hoá học sản xuất. Dung dịch chitosan với các nồng độ trên được điều chỉnh về pH=1. Nhãn thí nghiệm được nhúng vào dung dịch chitosan nồng độ 1%; 1,5% và 2% trong một phút. Nhãn của công thức đối chứng được nhúng nước sạch. Sau

khí làm khô tự nhiên ở điều kiện nhiệt độ phòng, nhãn được cho vào các túi PE có đục lỗ nhỏ. Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên hoàn toàn với 3 lần lặp lại, mỗi túi gồm có 12 quả. Sau đó nhãn được bảo quản ở trong kho lạnh ở 10°C. Định kỳ 10 ngày tiến hành xác định các chỉ tiêu nghiên cứu.

2.3. Các chỉ tiêu nghiên cứu

Xác định hao hụt khối lượng tự nhiên bằng phương pháp cân khối lượng quả, sử dụng cân điện tử có độ chính xác 0,001 g. Sự thay đổi màu sắc trên vỏ quả được xác định bằng máy đo màu cầm tay Nippon Denshoku NR 3000 (Nhật Bản). Màu sắc được xác định trên nguyên tắc phân tích ánh sáng, với 3 chỉ số đo là L, a, b. Xác định hàm lượng đường tổng số bằng phương pháp Ixekutz. Xác định hàm lượng axit hữu cơ tổng số bằng phương pháp chuẩn độ với NaOH 0,1 N. Xác định hàm lượng vitamin C bằng phương pháp chuẩn độ I₂ 0,01 N. Tỷ lệ thối hỏng tính theo phần trăm số quả hỏng trên tổng số quả đưa vào thí nghiệm. Phương pháp đánh giá chất lượng cảm quan theo tiêu chuẩn TCVN 3215 – 79.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu nghiên cứu được xử lý bằng chương trình Excel và xử lý thống kê bằng chương trình Minitab. So sánh giá trị trung bình của các công thức thí nghiệm bằng phép phân tích ANOVA.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hao hụt khối lượng của quả nhãn bảo quản bằng chitosan với nồng độ khác nhau

Nhãn là loại quả có lớp vỏ tương đối dày, nhưng bề mặt vỏ xù xì, giữa các tế bào của lớp vỏ lại có nhiều khe hở. Đặc điểm này khiến cho quả nhãn bị mất nước rất nhanh sau thu hoạch. Sự mất nước là nguyên nhân chính khiến khối lượng quả bị hao hụt và vỏ quả bị khô và chuyển sang màu nâu, làm giảm chất lượng cảm quan (Bảng 1).

Bảng 1. Hao hụt khối lượng tự nhiên (%) của nhãn bảo quản bằng chitosan

Công thức	Thời gian bảo quản (ngày)		
	10	20	30
Đối chứng	1,35a	-	-
Chitosan 1%	0,69b	1,20a	3,23a
Chitosan 1,5%	0,48c	0,76b	2,01b
Chitosan 2%	0,27d	0,52b	2,35b

Quá trình thoát hơi nước là nguyên nhân chính làm giảm khối lượng tự nhiên của rau quả (chiếm 75 - 85% tổng hao hụt khối lượng). Kết quả bảng 1 cho thấy quả nhãn được phủ màng chitosan có hao hụt khối lượng tự nhiên thấp hơn so với nhãn đối chứng (sau 10 ngày bảo quản) và giữ được đến 30 ngày trong khi nhãn đối chứng đã bị hỏng. Trong thời gian sau, nhãn phủ màng chitosan với nồng độ 1,5 và 2% cho kết quả tốt hơn trong việc hạn chế sự thoát hơi nước và hô hấp của quả nên hao hụt khối lượng thấp hơn (mức ý nghĩa = 0,05). Jiang và cs. (2001) khi bảo quản nhãn bằng chitosan với nồng độ 0,5; 1 và 2% cũng cho kết quả tốt trong việc giảm hao hụt khối lượng quả nhãn bảo quản ở 2°C. Kết quả tương tự cũng được ghi nhận khi bảo quản cà rốt bằng màng chitosan (Wojsick và Zlotek, 2008).

3.2. Sự biến đổi màu sắc của quả nhãn bảo quản bằng màng chitosan với nồng độ khác nhau

Quả nhãn khi thu hoạch thường có màu nâu, vàng tùy thuộc đặc điểm của giống. Sau khi thu hoạch, vỏ quả thường biến đổi màu sắc, thường là chuyển sang nâu sẫm do sự oxi hóa sắc tố trên vỏ (Bảng 2a và 2b).

Qua bảng 2a và 2b, có thể nhận thấy độ sáng trên vỏ (giá trị L) và màu vàng nâu của vỏ (giá trị b) giảm dần khi do tất cả các mẫu nhãn bảo quản. Tuy nhiên các chỉ số đo màu sắc của quả nhãn đối chứng biến động rất mạnh sau 10 ngày bảo quản, trong khi nhãn được phủ màng chitosan có sự thay đổi chậm hơn (mức ý nghĩa = 0,05). Ngoài ra, nồng độ

chitosan xử lý cũng có ảnh hưởng đến sự biến đổi màu sắc này. Nồng độ chitosan sử dụng càng cao thì mức độ biến đổi màu vỏ quả càng chậm.

Trong bảo quản nhãn, việc hạn chế hoặc làm chậm sự hóa nâu trên vỏ quả là một trong những vấn đề rất cần được quan tâm. Sự hóa nâu này có thể xảy ra nhanh chóng sau khi thu hoạch quả vài ngày (Xu và cs., 1998; Wu và cs., 1999). Sự hóa nâu có thể là kết quả của sự mất nước trên vỏ, rối loạn do nhiệt độ, già hóa, tổn thương lạnh hoặc do vi sinh vật tấn công (Qu và cs., 2001) và có liên quan đến sự oxi hóa polyphenol bởi enzyme polyphenol oxidase (Tian và cs., 2002). Khi tạo màng phủ trên vỏ quả nhãn bằng dung dịch chitosan đã có tác dụng hạn chế sự mất nước của quả, hạn chế sự trao đổi oxy khiến cho sự chuyển màu trên vỏ bị chậm lại. Jiang và cs. (2001) đã chứng minh rằng dùng màng chitosan để bảo quản nhãn có tác dụng làm chậm quá trình gia tăng hoạt tính của enzyme polyphenol oxidase, do đó có tác dụng rõ rệt trong việc làm giảm hiện tượng biến màu trên vỏ quả.

3.3. Ảnh hưởng của nồng độ chitosan đến sự biến đổi chất lượng dinh dưỡng của quả nhãn trong quá trình bảo quản

Chất rắn hoà tan (TSS) của quả nhãn có thành phần chủ yếu là đường. Đây là nguồn dự trữ carbon chủ yếu để duy trì hoạt động sống của quả khi tồn trữ. Trong thời gian bảo quản, TSS có thể tăng hoặc giảm, tùy thuộc vào điều kiện bảo quản, độ chín thu hoạch, đặc điểm chín và hô hấp của từng loại quả.

Bảng 2a. Sự biến đổi độ sáng của quả nhãn (L) bảo quản bằng màng chitosan

Công thức	Thời gian bảo quản (ngày)			
	0	10	20	30
Đối chứng	48,6a	33,4a		
Chitosan 1%	46,9a	45,5b	43,7a	41,2a
Chitosan 1,5%	47,5a	46,9b	43,4a	41,5a
Chitosan 2%	48,3a	46,9b	44,3b	43,1b

Bảng 2b. Sự biến đổi màu sắc vỏ quả nhãn (b) bảo quản bằng màng chitosan

Công thức	Thời gian bảo quản (ngày)			
	0	10	20	30
Đối chứng	23,3a	14,3a		
Chitosan 1%	24,5a	19,7b	18,4a	17,5a
Chitosan 1,5%	21,4a	19,7b	18,5a	17,1a
Chitosan 2%	22,0a	20,9b	18,3a	19,0b

Bảng 3. Sự biến đổi nồng độ chất rắn hòa tan (°Bx) của quả nhãn bảo quản bằng màng chitosan

Công thức	Thời gian bảo quản (ngày)			
	0	10	20	30
Đối chứng	23,3a	14,3a	-	-
Chitosan 1%	24,5a	19,7b	18,4a	17,5a
Chitosan 1,5%	21,4a	19,7b	18,5a	17,1a
Chitosan 2%	22,0a	20,9b	19,3a	19,0b

Kết quả ở bảng 3 cho thấy, chỉ số TSS của quả nhãn ở tất cả các công thức đều giảm trong quá trình bảo quản và điều đó là hoàn toàn đúng theo qui luật biến đổi chất lượng của quả hô hấp không đột biến. Sau thời gian bảo quản, TSS của nhãn được phủ màng chitosan với nồng độ 2% giảm ít nhất, trong khi TSS của nhãn đối chứng giảm nhiều nhất. Như vậy có thể thấy rằng nồng độ chitosan xử lý khác nhau trong bảo quản có ảnh hưởng rõ rệt đến sự biến đổi hàm lượng chất rắn hòa tan của quả nhãn trong quá trình bảo quản. Nghiên cứu bảo quản nhãn bằng chitosan ở Trung Quốc cho thấy sử dụng chitosan với nồng độ từ 0,5 - 2% có tác dụng hạn chế hô hấp của quả, do vậy làm chậm quá trình tiêu hao đường trong quả (Jiang và cs., 2001).

Trong thời gian bảo quản, nghiên cứu này đã tiến hành định lượng hàm lượng axit hữu cơ tổng số và hàm lượng vitamin C của

quả nhãn bảo quản. Ở tất cả các công thức thí nghiệm, hàm lượng axit hữu cơ tổng số và vitamin C đều giảm theo thời gian bảo quản. Tuy nhiên, không có sự sai khác có ý nghĩa về hai chỉ tiêu này của nhãn bảo quản bằng màng chitosan với nồng độ xử lý khác nhau. Kết quả theo dõi sự biến đổi hàm lượng chất khô hòa tan, hàm lượng đường tổng số và axit hữu cơ tổng số cho thấy, chúng đều giảm dần theo thời gian bảo quản quả nhãn (Lu và cs., 1992). Nguyễn Thị Hằng Phương và cs. (2008) đã tiến hành bảo quản quả na bằng cách tạo màng chitosan nồng độ 1%, với độ de-acetyl hóa 75%, cho phép duy trì được chất lượng quả na 12 ngày nếu kết hợp bảo quản lạnh tại nhiệt độ 10°C.

3.4. Tỷ lệ thối hỏng của nhãn bảo quản bằng chitosan

Trong công tác bảo quản, ngoài việc hạn chế sự tổn thất các chất dinh dưỡng, giữ được

chất lượng cảm quan thì hạn chế tỷ lệ thối hỏng cũng là một yêu cầu quan trọng (Bảng 5).

Kết quả bảng 5 cho thấy, nhãn đối chứng có tỷ lệ thối hỏng tăng đột, biến sau 10 ngày bảo quản. Ở công thức đối chứng, sau 10 ngày bảo quản tỷ lệ thối hỏng còn rất thấp chỉ 3,3% nhưng đến 20 ngày bảo quản thì đã hỏng hoàn toàn. Ở các công thức còn lại, tỷ lệ thối hỏng đều tăng theo thời gian bảo quản nhưng với tốc độ chậm hơn. Khi xử lý nhãn với dung dịch Chitosan ở các nồng độ khác nhau thì sau 20 ngày mới có dấu hiệu thối hỏng. Sau một tháng bảo quản, nhãn bảo quản bằng chitosan 2% chỉ có 20,78% thối hỏng trong khi tỷ lệ trên đạt khá cao ở hai công thức còn lại dù vẫn được bảo quản bằng màng chitosan (mức ý nghĩa = 0,05).

Nhãn là loại quả rất mẫn cảm với sự gây hại của vi khuẩn và nấm sau khi thu hoạch. Có đến 106 loài vi sinh vật được phân lập trên quả nhãn, trong đó có 36 loài vi khuẩn, 63 loài nấm mốc và 7 loài nấm men (Lu và cs., 1992). Trong đó *Botryodiplodia* sp. và *Geotrichum candidum* được xem là những đối tượng nguy hiểm (Li và Li, 1999). Trần Băng Diệp và cs. (2000), Jiang và cs. (2001) cũng công bố rằng dùng màng chitosan bảo quản quả nhãn có tác dụng hạn chế phần nào sự hư hỏng do vi sinh vật. Theo Jung và cs. (1999), cơ chế kháng khuẩn của chitosan là do các nhóm amino trên phân tử chitosan kết hợp với các asilic axit của phospholipid, do đó sẽ ức chế sự chuyển động của các chất trong tế bào vi sinh vật. Ngoài ra, các oligo chitosan sẽ thâm nhập vào tế bào vi sinh vật

và ngăn cản sự phát triển của tế bào bởi sự ức chế quá trình sao chép AND và ARN (Rabea và cs., 2003).

3.5. Chất lượng cảm quan của quả nhãn bảo quản bằng chitosan

Bên cạnh việc đánh giá các chỉ tiêu chất lượng dinh dưỡng, nghiên cứu cũng dựa trên TCVN 32-1579 để tiến hành đánh giá chất lượng cảm quan của quả nhãn sau 20 ngày bảo quản để xem xét khả năng chấp nhận của thị trường và sự ưa thích của người tiêu dùng đối với sản phẩm bảo quản (Bảng 6).

Kết quả bảng 6 cho thấy, nhãn bảo quản bằng dung dịch chitosan xử lý với nồng độ 2% được đánh giá cao hơn trên hầu hết chỉ tiêu và được xếp vào mức chất lượng loại khá. Còn nhãn bảo quản ở nồng độ chitosan 1% và 1,5% được xếp vào mức chất lượng trung bình. Riêng chỉ tiêu màu sắc ruột quả ở ba công thức có mức chất lượng tương đương. Nghiên cứu sử dụng chitosan trong bảo quản nhãn ở Trung Quốc cũng cho kết quả tương tự. Chất lượng ăn tươi của quả nhãn bảo quản bằng màng chitosan được cải thiện đáng kể khi so sánh với đối chứng (Jiang và cs., 2001).

Khả năng ứng dụng thực tế và hiệu quả kinh tế cao là mục tiêu hướng tới của các nhà kinh doanh. Qua hạch toán sơ bộ giá mua nguyên vật liệu bảo quản, tính khấu hao thiết bị, chi phí điện năng và bao gói, nghiên cứu này thấy rằng nếu bảo quản nhãn trong 20 ngày thì có thể mang lại lợi nhuận kinh tế đáng kể (số liệu không trình bày).

Bảng 5. Tỷ lệ thối hỏng (%) của nhãn bảo quản bằng chitosan

Công thức	Thời gian bảo quản (ngày)		
	10	20	30
Đối chứng	3,3	100	
Chitosan 1%	0	13,8a	66,5b
Chitosan 1,5%	0	24,7b	57,7b
Chitosan 2%	0	11,4a	20,8a

Bảng 6. Chất lượng cảm quan của quả nhãn bảo quản bằng chitosan

Công thức	Màu sắc vỏ quả	Màu sắc cùi quả	Hương vị của quả	Trạng thái của quả	Trạng thái cùi quả	Tổng điểm chưa có trọng lượng	Tổng điểm có trọng lượng	Danh hiệu chất lượng
Chitosan 1%	3,23	3,15	2,91	2,57	2,92	14,28	11,76	Trung bình
Chitosan 1,5%	3,61	3,62	3,21	2,95	3,51	16,3	13,42	Trung bình
Chitosan 2%	4,21	3,57	3,85	3,87	3,94	18,14	15,41	Khá
Hệ số trọng lượng	0,9	0,45	0,95	0,85	0,85			

4. KẾT LUẬN

Bảo quản nhãn bằng phương pháp bao màng chitosan và để trong bao bì có đục lỗ, kết hợp với không chế nhiệt độ môi trường ở mức 10°C có tác dụng kéo dài thời gian bảo quản và duy trì chất lượng quả. Nhãn được bảo quản bằng màng chitosan với nồng độ xử lý 2% có thể duy trì chất lượng của quả trong thời gian 20 ngày, đảm bảo tiêu chuẩn về dinh dưỡng và cảm quan để được người tiêu dùng chấp nhận.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Jiang, Y. and Li Y. (2001). Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit. *Food chem.*, 73, (2): 139-143.
- Jiang, Y., Li J. and Jiang W. (2005). Effects of chitosan coating on shelf life of cold-stored litchi fruit at ambient temperature. *Food Sci. and Tech.*, 38 (7): 757-761.
- Jung B, Kim C, Choi K, Lee, Y.M, Kim J (1999). Preparation of amphiphilic chitosan and their antimicrobial activities. *J. Appl. Polym. Sci.* 72 : 1713 -1719.
- Li, H.Y., Li, C.F. (1999). The early high quality and high production techniques for longan trees. *South China Fruits*, 28: 30 - 31.
- Lin B., Du Y., Liang X., Wang X., Wang X. and Yang J. (2011). Effect of chitosan coating on respiratory behavior and quality of stored litchi under ambient temperature. *J. of Food Engineering*, 102 (1): 94-99.
- Lin, H.T., Chen, S.J., Chen, J.Q., Hong, Q.Z. (2001). Current situation and advances in post-harvest storage and transportation technologies of longan fruit. *Acta Hort.* 558: 343-352.
- Liu, J.M. (1999). Studies on abstraction and stability of yellow pigment and colour-retenting and fresh-keeping of longan fruit. *J. Fruit Sci.* 16: 30-37.
- Liu, X.H., Ma, C.L. (2001). Production and research of longan in China. *Acta Hort.* 558, 73-82.
- Lu, M.H. (1997). The cultivation improvement and competitiveness of subtropical fruit tree industry. Special Publication, Taichung District Agricultural Improvement Station 38, 55-61.
- Lu, R.X., Zhan, X.J., Wu, J.Z., Zhuang, R.F., Huang, W.N., Cai, L.X., Huang, Z.M. (1992). Studies on storage of longan fruits. *Subtrop. Plant Res. Commun.* 21, 9 -17.
- Nguyễn Thị Bích Thủy, Nguyễn Thị Thu Nga và 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.
- Nguyễn Thị Hằng Phương, Trang Sĩ Trung và W. F. Stevens (2008). Ảnh hưởng của độ deacetyl của chitosan đến khả năng bảo quản na (*Annona squamosa* L.). *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, số 4. khn.ntu.edu.vn/vn/tai_nguyen/danh_muc.../200906251548571.pdf.

- Qu, H.X., Sun, G.C., Jiang, Y.M. (2001). Study on the relationship between the peel structure and keeping quality of longan fruit. *J. Wuhan Bot. Res.* 19, 83–85.
- Siriphanich, J., Jingtair, S., Nawa, Y., Takagi, H., Noguchi, A., Tsubota, K. (1999). Postharvest problems in Thailand: priorities and constraints. JIRCAS Int. Symp. Ser. 7, 17–23.
- Rabea, E.I., Badawy, M.E-T., Stevens, C.V., Smagghe, G. and Steurbaut, W. (2003). Chitosan as antimicrobial agent: applications and mode of action. *Biomacromolecules*. 4:1457- 1465.
- Tian, S.P., Xu, Y., Jiang, A.L., Gong, Q.Q., (2002). Physiological and quality response of longan fruit to high O₂ or high CO₂ atmospheres in storage. *Postharvest Biol. Technol.* 24, 335–340.
- Trần Băng Diệp, Nguyễn Duy Lâm, Trần Minh Quỳnh (2000). Nghiên cứu ảnh hưởng của chitosan tới một số vi sinh vật gây thối quả trong bảo quản sau thu hoạch. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Rau Hoa Quả*, 2, 23-27.
- Wójcik W., Zotek U. (2008). Use of Chitosan Film Coatings in the Storage of Carrots (*Daucus carota*).
- Wu, Z.X., Han, D.M., Ji, Z.L., Chen, W.X., (1999). Effect of sulphur dioxide treatment on enzymatic browning of longan pericarp during storage. *Acta Hort. Sin.* 26, 91–95.
- Xu, X.D., Zheng, S.Q., Xu, J.H., Jiang, J.M., Huang, J.S., Liu, H.Y. (1998). Effect of smudging sulphur on physiological changes during the deteriorative process of peels of picked longans. *J. Fujian Acad. Agric. Sci.* 13, 35–38.
- Công nghệ bảo quản bưởi bằng chitosan. Cập nhật ngày 22/6/2010. <http://www.dost-bentre.gov.vn/cay-trai-ben-tre/cay-buoi-da-xanh/2141-congnghe.html>.