

Ảnh hưởng của nhiệt độ bảo quản đến chất lượng quả nhãn lồng Hưng Yên

Nguyễn Thị Hạnh*, Nguyễn Văn Hưng

Viện Công nghệ Sinh học và Công nghệ Thực phẩm, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, 1 Đại Cồ Việt, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 21/1/2022; ngày chuyển phản biện 24/1/2022; ngày nhận phản biện 14/2/2022; ngày chấp nhận đăng 18/2/2022

Tóm tắt:

Mục đích của nghiên cứu là lựa chọn được nhiệt độ thích hợp để bảo quản quả nhãn lồng Hưng Yên sau thu hoạch. Quả nhãn sau khi thu hái ở độ chín thích hợp được làm sạch, để ráo, bao gói bằng túi LDPE có đục lỗ, sau đó bảo quản ở nhiệt độ thấp (5,0, 7,5, 10 và 12,5°C, sai số $\pm 0,5^\circ\text{C}$). Các chỉ tiêu chất lượng như: hao hụt khối lượng tự nhiên, tỷ lệ thối hỏng, rụng quả, hàm lượng chất khô hoà tan tổng số, axit hữu cơ tổng số, polyphenol tổng số, hoạt độ enzyme polyphenoloxidase (PPO) và peroxidase (POD) được đánh giá để xác định sự biến đổi chất lượng quả. Kết quả cho thấy, ở 10°C quả nhãn lồng Hưng Yên có thể bảo quản được 20 ngày mà vẫn giữ được chất lượng tốt. Cụ thể, hao hụt khối lượng tự nhiên là 10,64%; tỷ lệ rụng quả và thối hỏng lần lượt là 1,57 và 1,48% so với mẫu ban đầu; hàm lượng chất khô hoà tan tổng số, axit hữu cơ tổng số và polyphenol tổng số đạt lần lượt là 17,7°Bx, 0,52% và 126 µg GAE/ml.

Từ khóa: bảo quản, Hưng Yên, peroxidase, polyphenoloxidase, quả nhãn.

Chỉ số phân loại: 2.10

1. Đặt vấn đề

Cây nhãn (*Dimocarpus longan*) thuộc họ Bồ hòn (Sapindaceae), là loại cây ăn quả có phạm vi thích ứng hẹp, chủ yếu phát triển ở vùng Đông Nam Á. Các nước có diện tích và sản lượng quả nhãn lớn là Trung Quốc, Thái Lan, Việt Nam...

Quả nhãn sau thu hái thường bị nâu hóa vỏ quả, mất nước và dễ bị hư hỏng, tạo môi trường thuận lợi cho vi sinh vật, nhất là trong điều kiện khí hậu nóng ẩm của Việt Nam. Để kéo dài thời gian sử dụng cũng như giữ được chất lượng của quả, người ta thường bảo quản quả nhãn ở nhiệt độ thấp nhằm hạn chế sự bay hơi nước, vô hoạt các enzyme như PPO và POD gây nâu hóa vỏ quả. Đồng thời, ở nhiệt độ thấp, các phản ứng sinh hoá trong quả diễn ra chậm hơn, quả sẽ duy trì được chất lượng vốn có của nó [1-3].

Như vậy, một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng quả nhãn sau thu hoạch là lựa chọn nhiệt độ bảo quản hợp lý. Trong nghiên cứu này, chúng tôi khảo sát một số chỉ tiêu chất lượng của quả nhãn lồng Hưng Yên ở các nhiệt độ bảo quản khác nhau, để từ đó đưa ra nhiệt độ bảo quản thích hợp nhất đối với loại quả này.

2. Nguyên liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên liệu

Quả nhãn được chọn thuộc giống nhãn lồng bản địa được trồng và thu hoạch tại một số vườn nhãn ở thôn Hạ Lễ, xã Đa Lộc, huyện Ân Thi, tỉnh Hưng Yên. Quả nhãn được lấy mẫu vào chính vụ thu hoạch tháng 7 và 8 năm 2018, 2019, có độ tuổi 165-170 ngày kể từ khi ra hoa.

Quả được thu hái nhẹ nhàng vào buổi sáng khi thời tiết khô ráo.

Dùng kéo cắt cành, bỏ bớt lá. Xếp quả vào trong thùng xốp đục lỗ và vận chuyển về phòng thí nghiệm. Quả được bố trí thí nghiệm trong ngày. Tiến hành rửa bằng nước sạch, để ráo, sau đó bao gói bằng túi LDPE dày 0,04 mm có đục lỗ (đường kính lỗ 3 mm) trước khi bảo quản lạnh.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp bố trí thí nghiệm: các mẫu thí nghiệm được bảo quản ở nhiệt độ 5 (ký hiệu M1), 7,5 (M2), 10 (M3) và 12,5°C (M4), khối lượng 20 kg/mẫu, bao gói 1 kg/túi. Các chỉ tiêu chất lượng được đánh giá gồm: khối lượng, hàm lượng chất khô hoà tan tổng số, hàm lượng axit tổng số, hàm lượng polyphenol tổng số, hoạt độ enzyme PPO và POD, tỷ lệ rụng quả, tỷ lệ thối hỏng. Tiến hành theo dõi mẫu trong 20 ngày bảo quản, tần suất phân tích mẫu 5 ngày/lần. Mỗi thí nghiệm được lặp lại 3 lần và ở cùng một thời điểm.

Phương pháp phân tích các chỉ tiêu cơ lý và sinh lý quả:

Xác định hao hụt khối lượng tự nhiên: bằng cách cân khối lượng của quả trước khi bảo quản và ở mỗi lần theo dõi bằng cân kỹ thuật (độ chính xác 0,001 g); độ hao hụt khối lượng tự nhiên là tỷ lệ phần trăm chênh lệch khối lượng của mẫu tại thời điểm phân tích so với mẫu ban đầu (%).

Xác định tỷ lệ thối hỏng (%): là tỷ lệ phần trăm khối lượng quả bị hỏng trên khối lượng quả của mẫu ban đầu với khối lượng mẫu không thấp hơn 1.000 g.

Xác định tỷ lệ rụng quả (%): là tỷ lệ phần trăm khối lượng quả bị rụng khỏi cuống trên khối lượng quả của mẫu ban đầu với khối lượng mẫu không thấp hơn 1.000 g.

*Tác giả liên hệ: Email: hanh.nguyenthi@hust.edu.vn

Effects of preservation temperature on the quality of Hung Yen longan fruits

Thi Hanh Nguyen*, Van Hung Nguyen

School of Biotechnology and Food Technology, Hanoi University of Science and Technology, 1 Dai Co Viet Street, Hai Ba Trung District, Hanoi, Vietnam

Received 21 January 2022; revised 14 February 2022; accepted 18 February 2022

Abstract:

The purpose of this study was to choose the appropriate temperature for postharvest storage of Hung Yen longan fruits. The fruits were firstly harvested, cleaned, and dried. After that longans were packaged in a Low density polyethylene bag with holes and stored under cold temperatures of 5.0, 7.5, 10 and 12.5°C (±0.5°C). A survey was conducted for quality indicators such as weight loss, total soluble solids, total organic acids, total polyphenol, polyphenoloxidase, and peroxidase activity. The results showed that, at 10°C, Hung Yen longans can be preserved for 20 days and still maintain their good quality. Specifically, the natural weight loss was 10.64%; the rate of fruit drop and rot was 1.57 and 1.48%, respectively. Total soluble solids, organic acids, and polyphenol content were 17.7°Bx, 0.52%, and 126 µg GAE/ml, respectively.

Keywords: Hung Yen, longan, peroxidase, polyphenoloxidase, preservation.

Classification number: 2.10

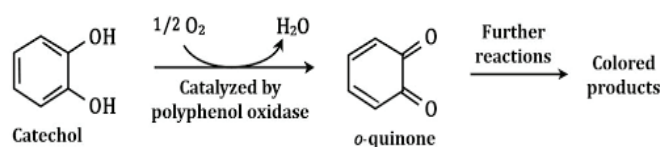
Phương pháp phân tích các chỉ tiêu hoá học:

Xác định hàm lượng chất khô hoà tan tổng số (°Bx): sử dụng khúc xạ kế Atago Model PAL-α (Code 3840) thang đo 0-81%.

Xác định hàm lượng axit tổng số: theo phương pháp chuẩn độ bằng NaOH 0,1 N. Trong đó, xác định độ axit chuẩn độ trong quả nhãn biểu thị theo axit citric (g/l).

Xác định hàm lượng polyphenol tổng số theo TCVN 9745-1:2013.

Xác định hoạt độ enzyme PPO: phương pháp trích ly và xác định hoạt độ enzyme PPO được thực hiện dựa theo Kobkiat và cs (2014) [2]. Lấy 2 g thịt quả nghiền nhỏ trong 20 ml dung dịch đệm phosphatkali pH=6,2 trong 5 phút. Sau đó ly tâm 5 phút ở 9.000 vòng/phút, 20°C và thu nhận phần dịch nổi là enzyme thô. Chuẩn bị hỗn hợp phản ứng 2 ml gồm: 1,3 ml đệm phosphate kali pH=7,5, 0,2 ml catechol 0,2 M và 0,5 ml enzyme thô. Hỗn hợp được giữ trong 5 phút ở 30°C, sau đó đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 420 nm bằng máy quang phổ. Mẫu kiểm chứng gồm 1,3 ml đệm phosphate kali pH=7,5 và 0,2 ml catechol 0,2 M (hình 1).



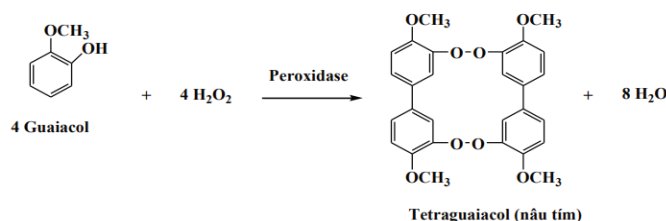
Hình 1. Cơ chế phản ứng hóa nâu của enzyme PPO.

Một đơn vị hoạt độ enzyme PPO (U=Abs/ml*phút) được xác định là lượng enzyme gây ra sự thay đổi 0,01 độ hấp thụ trong một đơn vị thời gian (1 phút), hoạt độ enzyme được tính theo công thức:

$$A = \frac{\Delta \text{Abs}}{0,01 * V_1 * \Delta t} \text{ (Abs/ml*phút)}$$

trong đó ΔAbs là kết quả đo độ hấp thụ OD; Δt là thời gian phản ứng (5 phút); V₁ là thể tích enzyme đem phản ứng (0,5 ml).

Xác định hoạt lực enzyme POD: phương pháp trích ly và xác định hoạt độ enzyme POD được thực hiện tương tự PPO [2]. Tiến hành thu nhận enzyme thô. Sử dụng guaiacol làm chất nền. Chuẩn bị hỗn hợp phản ứng 2,5 ml gồm: 2,3 ml đệm natri axetat pH=6,0, 0,05 ml guaiacol 0,1%, 0,05 ml H₂O₂ 0,1% và 0,1 ml enzyme thô. Ống chứa hỗn hợp phản ứng được ủ trong 5 phút ở trong bể ổn nhiệt 30°C và độ hấp thụ được đo ở 470 nm. Mẫu kiểm chứng gồm có 2,3 ml đệm natri axetat pH=6,0, 0,05 ml guaiacol 0,1%, 0,05 ml H₂O₂ 0,1% (hình 2).



Hình 2. Cơ chế phản ứng tạo tetraguaiacol nâu tím của enzyme POD.

Một đơn vị hoạt độ enzyme POD (U=Abs/ml*phút) được xác định bằng lượng enzyme gây ra sự thay đổi 0,01 độ hấp thụ trong một đơn vị thời gian, hoạt độ enzyme POD được tính theo công thức:

$$A = \frac{\Delta \text{Abs}}{0,01 * V_2 * \Delta t} \text{ (Abs/ml*phút)}$$

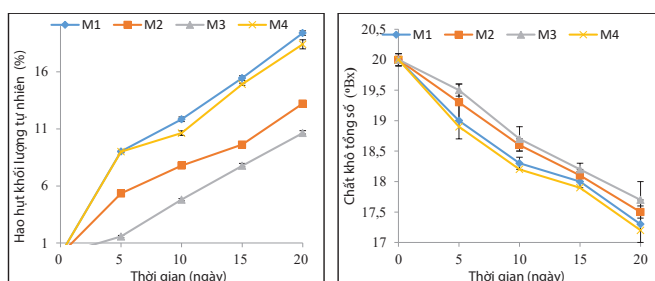
trong đó ΔAbs là kết quả đo độ hấp thụ OD; Δt là thời gian phản ứng (5 phút); V₂ là thể tích enzyme đem phản ứng (0,1 ml).

Kết quả thí nghiệm được phân tích ANOVA và kiểm định LSD (5%) bằng phần mềm thống kê SAS 610.

3. Kết quả

3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ bảo quản đến độ hao hụt khối lượng tự nhiên và hàm lượng chất khô hoà tan tổng số của quả nhãn

Kết quả theo dõi độ hao hụt khối lượng tự nhiên và hàm lượng chất khô hoà tan tổng số được thể hiện ở hình 3.

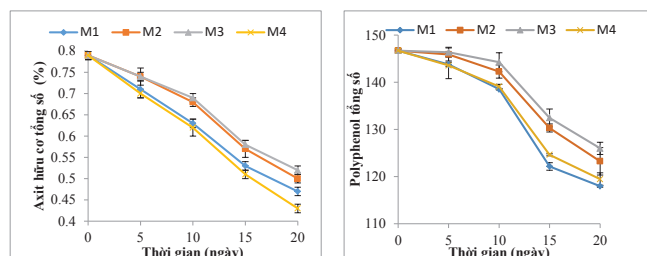


Hình 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ hao hụt khối lượng tự nhiên và hàm lượng chất khô hoà tan tổng số của quả nhãn trong thời gian bảo quản.

Kết quả hình 3 cho thấy, quả nhãn được bảo quản ở 10°C (M3) có độ hao hụt khối lượng tự nhiên thấp hơn các mẫu còn lại. Sau 20 ngày bảo quản, độ hao hụt khối lượng tự nhiên của M3 là 10,64°Bx, trong khi của M2 là 13,21°Bx, M4 là 18,41°Bx và M1 là 19,39°Bx (cao nhất). Sự thay đổi về hàm lượng chất khô hoà tan tổng số cũng có chiều hướng tương tự. Mẫu M3 có giá trị hàm lượng chất khô hoà tan tổng số cao nhất (17,70°Bx), sau đó là M2 (17,50°Bx), M1 (17,30°Bx) và thấp nhất là M4 (17,20°Bx) sau 20 ngày bảo quản.

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ bảo quản đến hàm lượng axit hữu cơ và polyphenol của quả nhãn

Kết quả về ảnh hưởng của nhiệt độ bảo quản đến hàm lượng axit hữu cơ và polyphenol tổng số của quả nhãn được thể hiện ở hình 4.



Hình 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hàm lượng axit hữu cơ và polyphenol của quả nhãn trong thời gian bảo quản.

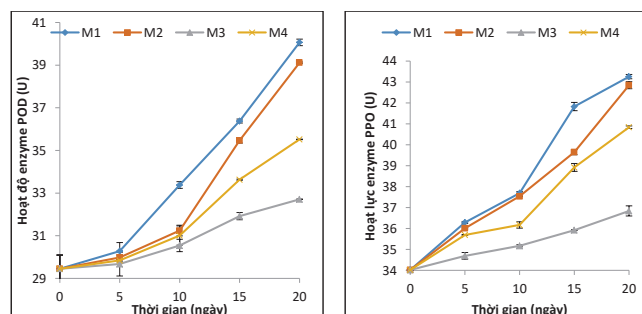
Axit hữu cơ trong nhãn chủ yếu là axit malic, tartaric. Ngoài ra còn một số axit hữu cơ khác như oxalic, citric và succinic [4]. Kết quả hình 4 cho thấy, trong quá trình bảo quản, chỉ số axit giảm dần theo thời gian bảo quản do chúng là cơ chất cho các hoạt động trao đổi chất của tế bào. Tuy nhiên, sự suy giảm này không giống nhau ở các nhiệt độ bảo quản. Cụ thể, lượng axit hữu cơ bảo quản ở 5°C giảm còn 0,47 g/l, ở 7,5°C giảm còn 0,5 g/l, ở 12,5°C giảm còn 0,43 g/l và giảm chậm nhất là M3, ở 10°C giảm còn 0,52 g/l sau 20 ngày bảo quản.

Kết quả hình 4 cũng cho thấy, hàm lượng polyphenol tổng số của quả nhãn bảo quản ở các điều kiện nhiệt độ khác nhau đều giảm trong thời gian theo dõi, nhưng mức độ giảm có khác biệt. Hàm lượng polyphenol tổng số của vỏ quả nhãn ở điều kiện 5°C giảm mạnh hơn so với quả nhãn được bảo quản ở các nhiệt độ khác (từ 146,71 xuống 117,98 µg GAE/ml). Cụ thể, mẫu M4 còn lại

119,46 µg GAE/ml, M2 123,25 µg GAE/ml và M3 có giá trị cao nhất là 126 µg GAE/ml.

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ bảo quản đến hoạt độ enzyme PPO và POD của quả nhãn

Kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của nhiệt độ đến hoạt độ enzyme PPO và POD được thể hiện ở hình 5.



Hình 5. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hoạt độ enzyme POD và PPO của quả nhãn trong thời gian bảo quản.

Kết quả hình 5 cho thấy, hoạt lực của enzyme POD và PPO tăng trong thời gian bảo quản. Tuy nhiên, ở điều kiện nhiệt độ 10°C tốc độ tăng chậm hơn so với các mẫu còn lại. Sau 20 ngày bảo quản, hoạt lực enzyme PPO và POD của M3 lần lượt là 36,84 và 32,71 U. Mẫu tăng mạnh nhất là M1, với giá trị hoạt lực enzyme PPO và POD lần lượt là 43,26 và 40,07 U.

3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ bảo quản đến tỷ lệ rụng quả và thối hỏng của quả nhãn

Tỷ lệ rụng quả và thối hỏng là những chỉ tiêu rất quan trọng để đánh giá sự biến đổi chất lượng của quả nhãn khi bảo quản. Kết quả đánh giá được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ bảo quản đến tỷ lệ rụng quả và thối hỏng của quả nhãn trong thời gian bảo quản.

Thời gian bảo quản (ngày)	Tỷ lệ rụng quả (%)				Tỷ lệ thối hỏng (%)			
	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0,15±0,02	0	0	0	0,36±0,01	0,29±0,02	0,28±0,02	0,31±0,01
10	0,98±0,02	0,38±0,02	0,18±0,02	0,79±0,01	1,05±0,03	0,92±0,01	0,86±0,01	0,94±0,03
15	1,74±0,01	1,12±0,01	0,64±0,01	1,45±0,02	1,55±0,03	1,31±0,02	1,28±0,02	1,35±0,03
20	3,21±0,01	2,63±0,01	1,57±0,01	2,65±0,02	2,08±0,02	1,50±0,03	1,48±0,03	1,54±0,02

Kết quả bảng 1 cho thấy, ở nhiệt độ thấp, tỷ lệ rụng quả và thối hỏng của cả 4 mẫu đều không đáng kể ở những ngày đầu bảo quản. Sau 20 ngày theo dõi, tỷ lệ rụng quả và thối hỏng ở 5°C lần lượt là 3,21%±0,01% và 2,08%±0,02%; 7,5°C lần lượt là 2,63%±0,01% và 1,50%±0,03%; 10°C lần lượt là 1,57%±0,01% và 1,48%±0,03%, 12,5°C lần lượt là 2,65%±0,02% và 1,54%±0,02%. Như vậy, mẫu bảo quản ở 10°C có tỷ lệ thối hỏng và rụng quả thấp nhất sau 20 ngày bảo quản.

4. Bàn luận

Nhân 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. Điều này làm cho hiện tượng bay hơi nước diễn ra nhanh chóng ở quả nhân sau thu hái, đây là nguyên nhân chính làm cho khối lượng quả bị hao hụt, vỏ quả bị khô và chuyển sang màu nâu. Ngoài ra, nó còn gây ra những rối loạn sinh lý, giảm khả năng kháng vi sinh vật của quả, thúc đẩy quá trình sinh hóa... làm cho quả mau chóng bị hư hỏng, giảm chất lượng cảm quan và dinh dưỡng của quả. Ở điều kiện bảo quản nhiệt độ 10°C cho kết quả tốt hơn trong việc hạn chế sự bay hơi nước và hô hấp của quả nên hao hụt khối lượng thấp hơn khi bảo quản ở các nhiệt độ còn lại. Kết quả nghiên cứu của B. Yang và cs (2008) [5] cũng đã ghi nhận sự giảm rất nhanh cường độ hô hấp của quả nhân nếu bảo quản ở nhiệt độ 10°C và cường độ hô hấp sẽ tăng rất nhanh nếu bảo quản ở điều kiện nhiệt độ thường (nhiệt độ cao vì thường nhân thu hoạch vào mùa hè), nhóm tác giả cũng khẳng định nếu bảo quản ở nhiệt độ thấp hơn quả sẽ mất nước nhiều hơn, dẫn đến khối lượng tự nhiên của quả giảm mạnh.

Trong quá trình bảo quản, các hoạt động hô hấp và trao đổi chất của quả vẫn tiếp tục diễn ra. Điều đó dẫn đến hàm lượng chất khô hoà tan tổng số giảm. Các thành phần như đường, axit và các sản phẩm trao đổi chất trung gian đều tham gia vào quá trình sinh lý, sinh hoá để cung cấp năng lượng nhằm duy trì hoạt động sống bình thường của quả và sửa chữa những sai hỏng nếu có trong tế bào. Mặt khác, nhân thuộc loại quả hô hấp không đột biến nên không tiếp tục chín sau thu hoạch, dẫn đến hàm lượng chất khô hoà tan tổng số giảm. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự biến đổi hàm lượng chất khô hoà tan tổng số, axit tổng số cũng đã được B. Yang và cs (2008) [5] chỉ ra khi đánh giá tác động của nhiệt độ đến đặc tính lý hoá của quả nhân trong thời gian bảo quản. Nhiều kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra, hàm lượng các vitamin (đặc biệt là vitamin C), axit hữu cơ tổng số cũng giảm nhanh khi kéo dài thời gian bảo quản hoặc lưu trữ quả ở điều kiện không tốt [6, 7].

Polyphenol hiện diện chủ yếu ở vỏ quả nhân. Chúng bị oxy hóa nhanh chóng dưới tác dụng của ánh sáng, oxy không khí, enzyme PPO, POD... Điều này có ảnh hưởng lớn đến sự biến màu vỏ quả nhân trong quá trình bảo quản. Ở điều kiện thường, quả nhân bị biến màu hoàn toàn chỉ sau 3-4 ngày [4]. Sở dĩ có hiện tượng này là do quả bị tổn thương lạnh, đã phá vỡ sự ngăn chặn tế bào, cho phép PPO nằm trong lục lạp và các plastid khác phản ứng với chất nền phenol nằm trong không bào, sau đó oxy hóa phenolics để tạo thành polyme nâu, POD cũng có thể tham gia vào quá trình này [6].

Sự gia tăng về hoạt độ enzyme khi bảo quản lạnh nhất là ở 5°C là do các yếu tố tác động như: nhiệt độ thấp là nguyên nhân gây tổn thương lạnh đối với nhân dẫn đến enzyme được giải phóng hoạt động tốt hơn với cơ chất. Mặt khác, sau thu hái hệ enzyme trong quả nhân như POD, PPO và beta-glucanase hoạt động mạnh mẽ, trong đó sự hoạt động của POD và PPO thường làm cho vỏ quả nhân bị sẫm màu, nâu hóa và cùi nhân giảm độ trắng, enzyme beta-glucanase làm cho quả và cùi bị mềm, tạo điều kiện thuận lợi cho sự xâm nhập và hoạt động của nấm mốc, nấm men và sau cùng là các vi sinh vật gây thối hỏng [5].

Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra bảo quản quả nhân ở 10°C thì một số chỉ tiêu chất lượng của nhân giảm chậm hơn khi bảo quản ở các nhiệt độ còn lại. Điều đó cũng có nghĩa 10°C là điều kiện thích hợp để bảo quản quả nhân tươi. S. Shi và cs (2013) [8] đã tiến hành những quả nhân trong dung dịch chitosan 2%, sau đó bao gói bằng bao bì đục lỗ rồi bảo quản ở nhiệt độ ở 10°C, quả nhân bảo quản bằng phương pháp này có thể đảm bảo chất lượng trong thời gian 20 ngày.

Đồng thời, ở nhiệt độ bảo quản thấp đã hạn chế hoạt động của enzyme, dẫn đến hạn chế hiện tượng rụng quả. Ở điều kiện này đã hạn chế được hoạt động của vi sinh vật gây thối hỏng quả nhân. Quả nhân là loại quả có khả năng hư hỏng cao do bị nhiễm nấm mốc và các vi khuẩn gây thối hỏng. Trong đó, hư hỏng hay gặp nhất gây ra bởi *Botrydipodia* sp. và *Geotrichum candidum* [1].

5. Kết luận

Bảo quản ở nhiệt độ thấp có khả năng kéo dài thời gian bảo quản của quả nhân lồng Hưng Yên. Bảo quản quả nhân ở 10°C có hiệu quả tốt trong việc duy trì chất lượng của quả nhân. Sự hao hụt khối lượng tự nhiên giảm đi; hạn chế sự biến đổi của một số chỉ tiêu hóa sinh như hàm lượng chất khô hoà tan tổng số, axit tổng số, polyphenol tổng số và hoạt lực của các enzyme POD và PPO, ngăn ngừa hiện tượng rụng quả và thối hỏng trong suốt thời gian bảo quản. Kết hợp với bao gói quả và bảo quản lạnh có thể kéo dài thời gian sử dụng của quả nhân đến 20 ngày mà các chỉ tiêu chất lượng vẫn được đảm bảo, trong khi mẫu bảo quản còn lại chỉ duy trì được chất lượng 10-15 ngày.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Y. Jiang, Z. Zhang, D.C. Joyce, et al. (2002), "Postharvest biology and handling of longan fruit (*Dimocarpus longan* Lour)", *Postharvest Biology and Technology*, **26**, pp.241-252.
- [2] K. Saengnil, A. Chumyarn, B. Faiyue, et al. (2014), "Use of chlorine dioxide fumigation to alleviate enzymatic browning of harvested 'Daw' longan pericarp during storage under ambient conditions", *Postharvest Biology and Technology*, **91**, pp.49-56.
- [3] K. Wang, Y. Liang, Y. Zhang, et al. (2011), "Antioxidant activity of Longan (*Dimocarpus Longan* L.) seed extract", *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*, **2011**, pp.705-710.
- [4] H.V. Thuyet, C.H. Lan, N.T. Hanh (2015), *Technology Preserving and Processing Fruits and Vegetables*, Bach Khoa Publishing House, 381pp.
- [5] B. Yang, Y. Jiang, M. Zhao, et al. (2008), "Effects of ultrasonic extraction on the physical and chemical properties of poly-saccharides from longan fruit pericarp", *Polymer Degradation and Stability*, **93**, pp.268-272.
- [6] Y. Jiang, J. Shi, B. Yang (2011), "Extraction and pharmacological properties of bioactive compounds from longan (*Dimocarpus longan* Lour) fruit - A review", *Food Research International*, **44**, pp.1837-1842.
- [7] Y.H. Peng, Y. Cheng (1999), "Review on fruit postharvest technology", *J. Fruit Sci.*, **16**, pp.293-300.
- [8] S. Shi, W. Wang, L. Liu, et al. (2013), "Effect of chitosan/nano-silica coating on the physicochemical characteristics of longan fruit under ambient temperature", *Journal of Food Engineering*, **118(1)**, pp.125-131.