

Ảnh hưởng của điều kiện bảo quản bằng công nghệ CAS đến chất lượng quả vải thiều

Tạ Thu Hằng*, Trần Ngọc Lâm, Đoàn Thị Bắc, Nguyễn Thị Thu, Nguyễn Tiên Dũng

Viện Nghiên cứu và Phát triển Vùng

Ngày nhận bài 8.4.2015, ngày chuyển phản biện 10.4.2015, ngày nhận phản biện 15.5.2015, ngày chấp nhận đăng 22.5.2015

Nghiên cứu về ảnh hưởng của điều kiện bảo quản bằng công nghệ CAS (Cells Alive System) đến chất lượng quả vải thiều (*Litchi chinensis* Sonn.) được thực hiện tại Phòng thí nghiệm CAS, Viện Nghiên cứu và Phát triển Vùng (Bộ Khoa học và Công nghệ). Quả vải thiều Lục Ngạn được thu hoạch với độ chín 80% vỏ quả, sau khi sơ chế, vải được bảo quản bằng hai công thức: (1) đối chứng không chạy CAS, được bảo quản bằng tủ lạnh đông ở -25°C ; (2) công thức đông lạnh CAS được bảo quản bằng tủ có dao động điều hòa ở -25°C . Sau 6 tháng, quả vải thiều bảo quản bằng tủ lạnh đông -25°C có sự suy giảm chất lượng nhanh, đặc biệt là màu sắc vỏ quả. Trong khi đó, quả vải thiều được đông lạnh CAS và bảo quản bằng tủ có dao động điều hòa ở -25°C vẫn giữ được khối lượng, độ tươi, hương vị, màu sắc vỏ quả và chất lượng dinh dưỡng tốt. Vì vậy, CAS được coi là công nghệ mới đầy hứa hẹn trong việc bảo quản lâu dài quả vải thiều.

Từ khóa: công nghệ CAS, *Litchi chinensis* Sonn, quả vải.

Chỉ số phân loại 4.7

EFFECTS OF STORAGE CONDITIONS APPLYING CAS TECHNOLOGY ON THE LITCHI QUALITY

Summary

The research was conducted at CAS Laboratory, Institute of Regional Research and Development. Litchi fruits "Thieu" planted in Lục Ngạn were harvested with the ripeness level of 80%. After preliminary treatment, they were preserved in two ways: (1) preserving litchis without CAS technology in the freezer at -25°C and (2) preserving litchis with CAS technology in the freezer with harmonic vibration at -25°C . After 6 months, the litchis stored in -25°C freezer had fast declined in quality, especially, their covers' color. The litchis applied CAS technology and stored in freezer with harmonic vibration at -25°C still kept their volume, freshness, taste, covers' color, and had good nutritional quality. Therefore, CAS technology is considered a new and promising technology for litchis' long-term preservation.

Keywords: CAS Technology, Litchi, *Litchi Chinensis* Sonn.

Classification number 4.7

Đặt vấn đề

Ở nước ta, vải là cây trồng mang lại giá trị kinh tế cao, hiệu quả kinh tế gấp 10-20 lần so với trồng lúa, thậm chí tới 40 lần tùy từng thời điểm và địa bàn khác nhau. Quả vải được xếp vào danh mục đặc sản thiên nhiên nổi tiếng của Việt Nam. Vải có thời gian thu hoạch rất ngắn (35-40 ngày), lại dễ bị hư hỏng bởi thời tiết nóng trong vụ thu hoạch nên tạo ra áp lực tiêu thụ rất lớn, đặc biệt vào dịp vụ, khối lượng sản phẩm lớn, gây ứ đọng, giá bán rất thấp, gây thiệt hại cho nông dân. Do vậy, nhu cầu bảo quản vải trong thời gian dài sau thu hoạch đã và đang trở thành vấn đề thực tiễn cấp bách. Các kỹ thuật bảo quản vải khác nhau đã được phát triển để hạn chế quá trình nâu hóa quả vải như: sử dụng axit hữu cơ theo nghiên cứu của Ducamp-Collin và cộng sự, 2008 [1] hoặc của Jiang và cộng sự, 2004 [2]; xử lý nước nóng của Olesen và cộng sự, 2004 [3]; xông lưu huỳnh của Liang và cộng sự, 2012 [4]; phủ màng chitosan theo nghiên cứu của Lin và cộng sự, 2011 [5] và khí quyển điều chỉnh theo nghiên cứu của Mangaraj và cộng sự, 2012 [6]. Phương pháp bảo quản bằng lưu huỳnh kết hợp với bảo quản lạnh cũng đã được áp dụng nhằm

*Tác giả liên hệ: Email: tthang311@yahoo.com

kéo dài thời gian lưu trữ của quả vải trong nghiên cứu của Jiang và cộng sự, 2011 [7] cũng như trong nghiên cứu của Liu và cộng sự, 2011 [8], nhưng thời gian bảo quản chỉ kéo dài 20-30 ngày. Do đó, để giảm tổn thất quả vải sau thu hoạch, cần có phương pháp thích hợp để có thể bảo quản lâu hơn, kéo dài thời gian tiêu thụ quả vải. Kho lạnh là một lựa chọn thích hợp cho việc bảo quản lâu dài của các loại trái cây như trong nghiên cứu của Guseinova và Daudova, 2008 [9] hay trong nghiên cứu của Liang và cộng sự, 2015 [10]; có tác động làm giảm sự tăng trưởng của vi sinh vật theo kết quả nghiên cứu của Archer, 2004 [11]; giảm sự biến đổi enzyme theo kết quả nghiên cứu của Duden và Hubner, 1981 [12].

Công nghệ CAS là một công nghệ bảo quản tế bào tươi sống, có thể bảo quản các loại nông sản, hải sản, thực phẩm từ 1 đến 2 năm. Hệ thống công nghệ CAS bao gồm thiết bị CAS (sinh ra năng lượng từ trường) kết hợp với thiết bị đông lạnh nhanh tác động lên đối tượng nông sản, hải sản, thực phẩm làm cho phân tử nước đóng băng nhưng không liên kết với nhau; và nhiệt độ ở tâm sản phẩm đạt $-10^{\circ}\text{C} \rightarrow -30^{\circ}\text{C}$ (tùy loại nông sản phẩm) [13, 14].

Viện Nghiên cứu và Phát triển Vùng là đơn vị được Bộ Khoa học và Công nghệ giao cho tiếp cận và nghiên cứu ứng dụng công nghệ CAS từ năm 2012. Vì vậy, chúng tôi tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện bảo quản bằng công nghệ CAS đến chất lượng quả vải thiều nhằm hạn chế sự hao hụt khối lượng, sự nâu hóa vỏ quả, giữ được chất lượng dinh dưỡng và chất lượng cảm quan của quả vải.

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Vật liệu và bố trí thí nghiệm

Vật liệu trong thí nghiệm là giống vải thiều (*Litchi chinensis* Sonn.) trồng tại xã Hồng Giang, huyện Lục Ngạn, tỉnh Bắc Giang. Quả vải được thu hoạch ở độ chín 80% diện tích vỏ quả, vỏ quả có màu đỏ vàng, vỏ lụa mỏng, màu trắng hồng. Quả vải thiều được vận chuyển bằng xe lạnh về Phòng thí nghiệm CAS.

Quả vải thiều thí nghiệm được lựa chọn đảm bảo tính đồng đều về độ chín và loại bỏ những quả vải sâu bệnh, đốm vỏ, khuyết tật.

Chúng tôi tiến hành bố trí thí nghiệm với 2 công

thức như sau: công thức đối chứng (ĐC): quả vải thiều được hút chân không và bảo quản bằng tủ lạnh đông -25°C , không có dao động điều hòa; công thức bảo quản bằng công nghệ CAS: quả vải thiều được làm đông lạnh bằng CAS và bảo quản bằng tủ có dao động điều hòa (tủ Harmonic), trong đó, chế độ cấp đông CAS được cài đặt như bảng 1.

Bảng 1: chế độ cấp đông CAS của quả vải thiều

Nhiệt độ lưu trữ thích hợp	-40°C
Dung tích gió lưu trữ thích hợp	80%
Nhiệt độ đông kết thích hợp	-40°C
Dung tích gió đông kết thích hợp	80%
Thời gian chạy CAS	1 h

Sau khi nhanh chóng loại bỏ lớp tuyết trên bề mặt, quả vải thiều được bao gói hút chân không và bảo quản bằng tủ lạnh đông có dao động điều hòa ở nhiệt độ -25°C .

Mỗi công thức có 10 quả/túi, lặp lại 3 lần. Thời gian phân tích chất lượng quả vải được tiến hành định kỳ 1 tháng/lần, thực hiện bảo quản sau 6 tháng, quả vải trước khi phân tích được để rã đông tự nhiên trong điều kiện nhiệt độ phòng thí nghiệm.

Các chỉ tiêu nghiên cứu

Phương pháp phân tích các chỉ tiêu:

- Xác định chỉ số màu sắc L, a bằng máy đo màu sắc cầm tay NR3000, trong đó L là chỉ số thể hiện độ sáng vỏ quả có trị số từ 0 (đen) đến 100 (trắng), a là chỉ số thể hiện dải màu xanh lá cây (-60) đến đỏ (+60).

- Chỉ số nâu hóa vỏ quả được xác định dựa theo phương pháp cho điểm của Nguyễn Thị Bích Thủy và cộng sự năm 2003 [15] (bảng 2).

Bảng 2: thang điểm đánh giá chỉ số nâu hóa

Điểm	Hiện tượng
1	Vỏ quả màu hồng
2	Xuất hiện chấm nhạt
3	< 1/4 phần vỏ quả có màu nâu
4	1/4 - 1/2 phần vỏ quả có màu nâu
5	> 1/2 phần vỏ quả có màu nâu

- Xác định tỷ lệ hao hụt khối lượng bằng phương pháp cân, sử dụng cân phân tích có độ chính xác cao. Tỷ lệ hao hụt khối lượng được tính theo công thức:

$$X = \frac{M_1 - M_2}{M_1} 100 (\%)$$

Trong đó: X (%): hao hụt khối lượng tự nhiên ở mỗi lần phân tích; M_1 (g): khối lượng quả trước khi bảo quản; M_2 (g): khối lượng quả ở các lần phân tích.

- Hàm lượng chất khô tổng số (TSS) được xác định bằng chiết quang kế điện tử.

- Xác định hàm lượng vitamin C bằng phương pháp chuẩn độ Iot 0,01 N.

- Đánh giá chất lượng cảm quan theo TCVN575-2004.

Phương pháp xử lý số liệu: số liệu được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2007 và phần mềm Irristat 5.0.

Kết quả và thảo luận

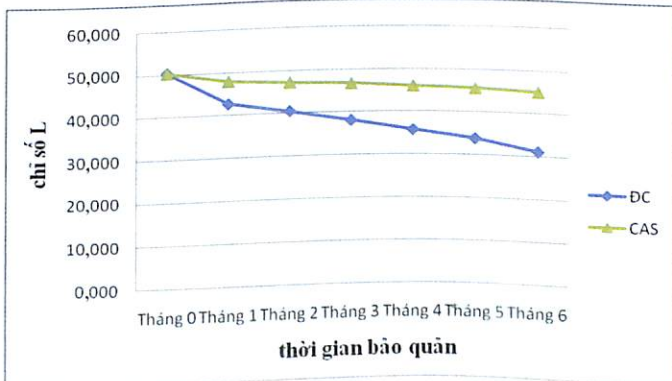
Ảnh hưởng của điều kiện bảo quản bằng công nghệ CAS đến màu sắc quả vải thiều

Kết quả đánh giá màu sắc của hai công thức lạnh đông CAS và công thức ĐC sau 6 tháng bảo quản về các chỉ số L, a được thể hiện ở bảng 3, bảng 4 và được biểu diễn ở hình 1 và hình 2 đã chứng minh được sự vững bền về màu sắc quả vải thiều.

Bảng 3: kết quả đánh giá ảnh hưởng của công nghệ CAS đến chỉ số L của quả vải thiều

Công thức	Tháng 0	Tháng 1	Tháng 2	Tháng 3	Tháng 4	Tháng 5	Tháng 6
ĐC	50,28	42,59 ^b	40,27 ^b	37,96 ^b	35,64 ^b	33,68 ^b	30,99 ^b
CAS	50,28	47,94 ^a	47,2 ^a	46,67 ^a	46,05 ^a	45,51 ^a	45,01 ^a
LSD (0,05)		0,085	0,613	1,328	0,939	1,141	1,912

(Trong cùng 1 cột, các công thức có chỉ số mũ khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ở mức độ tin cậy 95%)

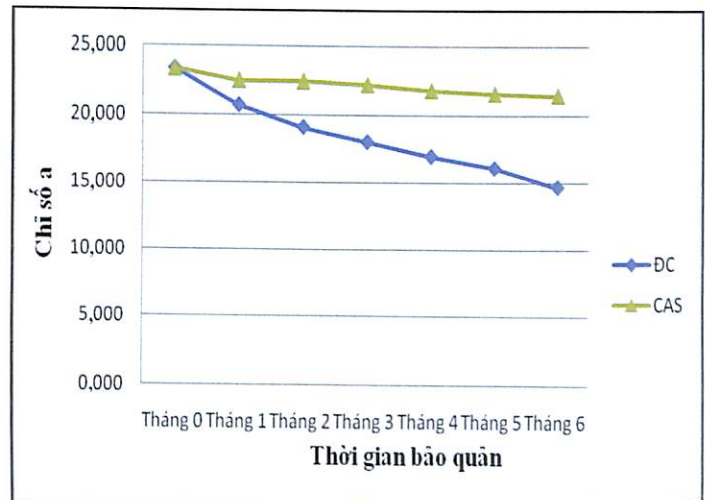


Hình 1: ảnh hưởng của điều kiện bảo quản bằng công nghệ CAS đến chỉ số L của quả vải thiều

Bảng 4: kết quả đánh giá ảnh hưởng của công nghệ CAS đến chỉ số a của quả vải thiều

Công thức	Tháng 0	Tháng 1	Tháng 2	Tháng 3	Tháng 4	Tháng 5	Tháng 6
ĐC	23,32	20,69 ^b	19,11 ^b	18,03 ^b	16,97 ^b	16,09 ^b	14,67 ^b
CAS	23,32	22,48 ^a	22,43 ^a	22,20 ^a	21,81 ^a	21,57 ^a	21,43 ^a
LSD (0,05)		0,869	1,237	1,146	0,978	0,97	0,594

(Trong cùng một cột, các công thức có chỉ số mũ khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ở mức độ tin cậy 95%)

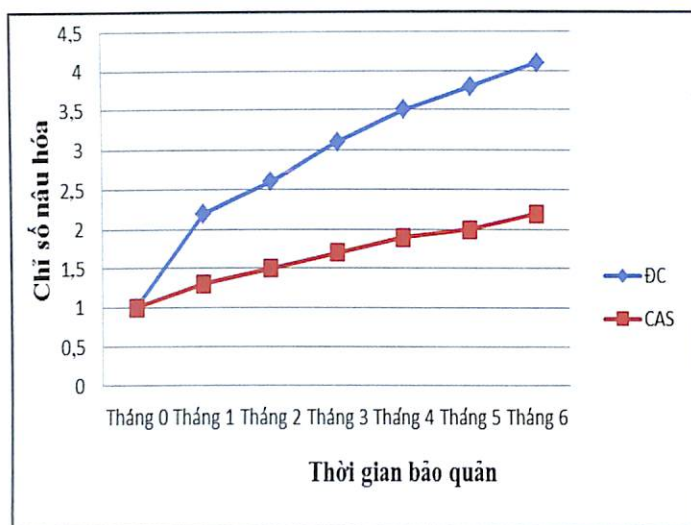


Hình 2: ảnh hưởng của điều kiện bảo quản bằng công nghệ CAS đến chỉ số a của quả vải thiều

Số liệu thí nghiệm cho thấy, sau 6 tháng bảo quản, giá trị L và a của quả vải bảo quản bằng công nghệ CAS và quả vải bảo quản ở điều kiện tủ lạnh đông thường có sự khác biệt rõ rệt ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Công thức ĐC bảo quản bằng tủ lạnh đông -25°C có chỉ số L giảm nhanh từ 50,28 xuống 30,99; chỉ số a giảm từ 23,32 xuống 14,67. Trong khi đó, quả vải thiều bảo quản bằng công nghệ CAS sau 6 tháng bảo quản duy trì màu sắc tốt, các chỉ số màu sắc vẫn giữ nguyên như quả vải thiều tươi (chỉ số L có giảm nhưng rất chậm, từ 50,28 xuống 45,01; chỉ số a thay đổi chậm, từ 23,32 xuống 21,43).

Ảnh hưởng của điều kiện bảo quản bằng công nghệ CAS đến chỉ số nâu hóa quả vải

Sự hóa nâu vỏ quả vải thường xảy ra ngay sau thu hoạch, làm giảm hình thức bên ngoài và giá trị thương mại của quả vải. Vì vậy, cùng với việc theo dõi màu sắc quả, chúng tôi đã tiến hành xác định chỉ số nâu hóa trên vỏ quả vải bằng phương pháp cho điểm, kết quả được thể hiện ở hình 3.



Hình 3: ảnh hưởng của điều kiện bảo quản bằng công nghệ CAS đến chỉ số nâu hóa vỏ quả vải thiều

Số liệu thí nghiệm cho thấy, ở 2 công thức đều có sự nâu hóa vỏ quả tăng sau 6 tháng bảo quản. Tuy nhiên, công thức đông lạnh CAS được bảo quản bằng tủ có dao động điều hòa -25°C có tác dụng chống nâu hóa vỏ quả tốt hơn công thức ĐC, chỉ số nâu hóa tăng chậm từ 1 đến 2,1. Công thức ĐC bảo quản bằng tủ lạnh đông -25°C làm nâu hóa vỏ quả nhanh, từ 1 đến 4,2. Sự khác nhau giữa 2 công thức bảo quản là có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%. Có thể giải thích sự nâu hóa vỏ quả vải là do quá trình đông lạnh dẫn đến chấn thương cơ học các tinh thể băng trên vỏ quả, tăng quá trình oxy hóa các enzyme, làm giảm hàm lượng polyphenol, nguyên nhân chính gây ra quá trình nâu hóa vỏ quả theo nghiên cứu của Ruenroengklin và cộng sự, 2008 [16]. Khi bảo quản quả vải bằng công nghệ CAS, việc làm đông lạnh nhanh kết hợp với từ trường đã giữ được cấu trúc vỏ quả, giúp quả vải tươi sau thời gian bảo quản mà các công nghệ khác chưa làm được.

Ảnh hưởng của điều kiện bảo quản bằng công nghệ CAS đến tỷ lệ hao hụt khối lượng, hàm lượng TSS, hàm lượng vitamin C của quả vải thiều

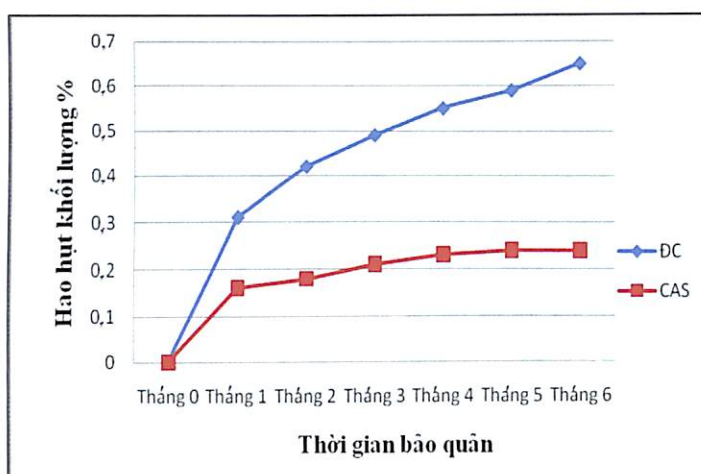
Sau khi rã đông quả vải thiều, sự hao hụt khối lượng xảy ra ở công thức ĐC và công thức bảo quản bằng công nghệ CAS được thể hiện ở bảng 5 và được biểu diễn ở hình 4. Sự hao hụt khối lượng ở công thức ĐC xảy ra nhanh hơn sau 6 tháng bảo quản (hao hụt 0,65%). Công thức bảo quản bằng công nghệ CAS có sự hao hụt khối lượng thay đổi khá ít (giảm 0,24%).

Công nghệ CAS có tác dụng bảo vệ kết cấu tự nhiên của quả vải tốt hơn do hạn chế được sự mất nước trong quá trình rã đông.

Bảng 5: kết quả đánh giá ảnh hưởng của công nghệ CAS đến sự hao hụt khối lượng của quả vải thiều (%)

Công thức	Tháng 0	Tháng 1	Tháng 2	Tháng 3	Tháng 4	Tháng 5	Tháng 6
ĐC	0	0,31 ^b	0,42 ^b	0,49 ^b	0,55 ^b	0,59 ^b	0,65 ^b
CAS	0	0,16 ^a	0,18 ^a	0,21 ^a	0,23 ^a	0,24 ^a	0,24 ^a
LSD (0,05)		0,009	0,023	0,032	0,035	0,016	0,024

(Trong cùng một cột, các công thức có chỉ số mũ khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ở mức độ tin cậy 95%)



Hình 4: ảnh hưởng của điều kiện bảo quản bằng công nghệ CAS đến sự hao hụt khối lượng của quả vải thiều

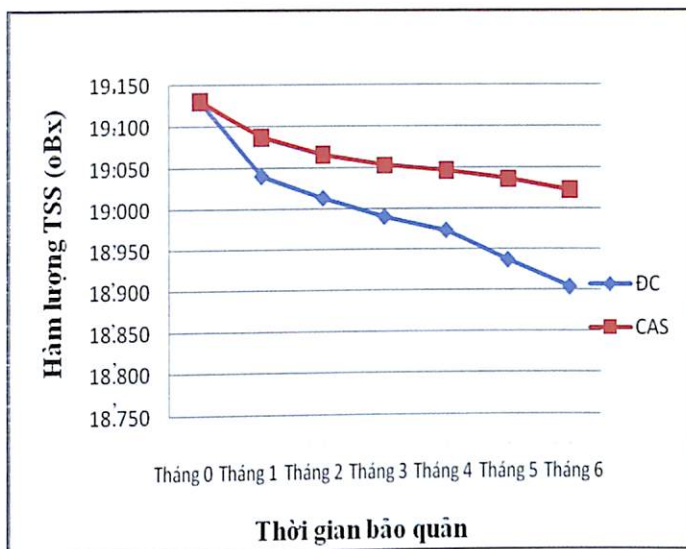
Hàm lượng TSS và vitamin C của quả vải thiều giảm dần ở các công thức bảo quản quả vải sau 6 tháng được thể hiện ở bảng 6, 7 và được biểu diễn ở hình 5, 6.

Bảng 6: kết quả đánh giá ảnh hưởng của công nghệ CAS đến hàm lượng TSS của quả vải thiều ($^{\circ}\text{Bx}$)

CT	Tháng 0	Tháng 1	Tháng 2	Tháng 3	Tháng 4	Tháng 5	Tháng 6
ĐC	19,13	19,04 ^b	19,01 ^b	18,99 ^b	18,97 ^b	19,94 ^b	18,90 ^b
CAS	19,13	19,09 ^a	19,07 ^a	19,05 ^a	19,05 ^a	19,04 ^a	19,02 ^a
LSD (0,05)		0,057	0,042	0,043	0,072	0,048	0,058

(Trong cùng một cột, các công thức có chỉ số mũ khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ở mức độ tin cậy 95%)

Hàm lượng TSS của các công thức thí nghiệm đều giảm, công thức ĐC giảm nhanh hơn từ $19,13^{\circ}\text{Bx}$ xuống $18,90^{\circ}\text{Bx}$ (giảm 1,2% so với ban đầu); công thức bảo quản bằng công nghệ CAS giảm khá chậm, từ $19,13^{\circ}\text{Bx}$ xuống $19,02^{\circ}\text{Bx}$ (chỉ giảm 0,6% so với ban đầu). Xử lý thống kê, 2 công thức này có sự khác nhau đáng kể ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$.

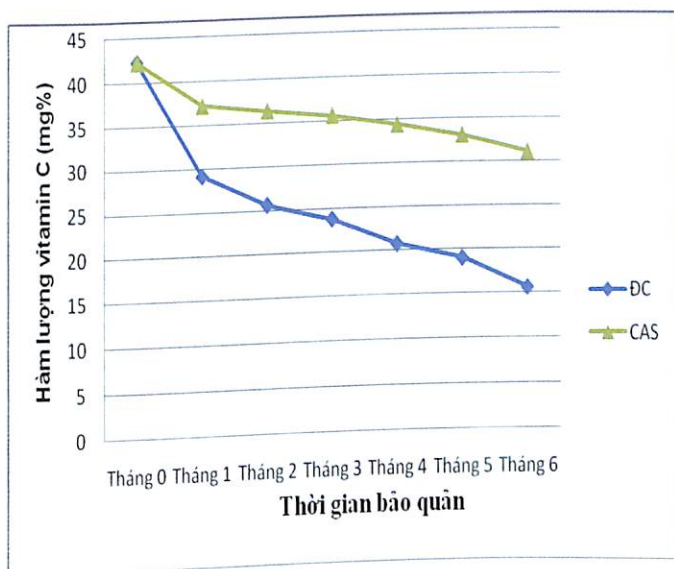


Hình 5: ảnh hưởng của điều kiện bảo quản bằng công nghệ CAS đến TSS của quả vải thiều

Bảng 7: kết quả đánh giá ảnh hưởng của công nghệ CAS đến hàm lượng vitamin C của quả vải thiều (mg%)

CT	Tháng 0	Tháng 1	Tháng 2	Tháng 3	Tháng 4	Tháng 5	Tháng 6
ĐC	42,24	30,08 ^b	25,58 ^b	23,77 ^b	20,75 ^b	19,03 ^b	15,61 ^b
CAS	42,24	37,16 ^a	36,36 ^a	35,59 ^a	34,37 ^a	33,01 ^a	31,02 ^a
LSD (0,05)		0,873	1,183	1,433	0,668	0,922	1,251

(Trong cùng một cột các công thức có chỉ số mũ khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ở mức độ tin cậy 95%)



Hình 6: ảnh hưởng của điều kiện bảo quản bằng công nghệ CAS đến hàm lượng vitamin C của quả vải thiều

Sau 6 tháng bảo quản, hàm lượng vitamin C của 2 công thức đều giảm, công thức ĐC giảm khá nhanh, từ 42,24 mg% xuống 15,61 mg% (giảm 63% so với ban đầu), công thức bảo quản bằng công nghệ CAS có hàm lượng vitamin C giảm chậm hơn, từ 42,24 mg%



Vải thiều Lục Ngạn

xuống 31,02 mg% (giảm 26,6% so với ban đầu). Hàm lượng vitamin C giảm có thể do thẩm thấu ra ngoài qua lỗ thoát hơi nước. Ngoài ra, việc làm rã đông tự nhiên cũng đóng vai trò trong việc giảm hàm lượng vitamin C và các chất dinh dưỡng do tan băng nhanh chóng. Ở công thức ĐC, do quá trình đóng băng chậm, làm biến đổi cấu trúc, tạo nên các tinh thể đá to, sau thời gian bảo quản làm giảm nhanh các chất dinh dưỡng sau khi rã đông, giống như kết quả nghiên cứu của Liang và cộng sự, 2015 [10].

Ảnh hưởng của điều kiện bảo quản bằng công nghệ CAS đến chất lượng cảm quan quả vải thiều

Kết quả đánh giá cảm quan của quả vải thiều được bảo quản ở công thức ĐC và bảo quản bằng công nghệ CAS sau 6 tháng được thể hiện ở bảng 8.

Bảng 8: ảnh hưởng của điều kiện bảo quản bằng công nghệ CAS đến chất lượng cảm quan quả vải thiều sau 6 tháng

Công thức	Hình thức bên ngoài	Trạng thái bên trong	Mùi	Vị	Điểm trung bình có trọng lượng	Xếp loại
Vải tươi	4,8 ± 0,1	4,9 ± 0,1	4,8 ± 0,1	4,9 ± 0,1	19,42	Tốt
ĐC	3,1 ± 0,1	3,9 ± 0,1	4,2 ± 0,1	4,2 ± 0,1	15,46	Khá
CAS	4,6 ± 0,1	4,7 ± 0,1	4,8 ± 0,1	4,8 ± 0,1	18,91	Tốt
Hệ số trọng lượng	0,95	1	0,85	1,2		

Mặc dù vẫn có sự giảm nhẹ về chất lượng so với quả vải tươi ban đầu, nhưng công thức bảo quản bằng công nghệ CAS cho thấy các ưu thế về: hình thức bên ngoài, trạng thái bên trong, mùi, vị, và chất lượng vẫn đạt loại tốt. Công thức ĐC bảo quản bằng tủ đông lạnh

thường cho chất lượng cảm quan giảm đáng kể, và chỉ đạt ở mức khá.

Kết luận

Từ nghiên cứu thực nghiệm về điều kiện bảo quản quả vải thiều bằng công nghệ CAS với tủ đông lạnh có dao động điều hòa ở -25°C cho thấy, chất lượng quả vải tốt hơn so với công thức ĐC bảo quản trong tủ lạnh đông -25°C . Quả vải được bảo quản bằng công nghệ CAS sau 6 tháng có các chỉ số màu sắc L và a giảm nhẹ, sự nâu hóa vỏ quả tăng chậm, hạn chế được các biến đổi hóa lý như hao hụt khối lượng chỉ giảm 0,24%, hàm lượng TSS giảm khá nhẹ (0,6%), hàm lượng vitamin C giảm 26,6%, đặc biệt chất lượng cảm quan vẫn duy trì ở mức độ tốt.

Những kết quả nghiên cứu bước đầu về ứng dụng công nghệ CAS trong bảo quản quả vải cho thấy, đây là một công nghệ hiệu quả để lưu trữ lâu dài quả vải cũng như các mặt hàng nông sản khác, nhằm làm tăng giá trị và khả năng xuất khẩu nông sản Việt Nam ra thị trường thế giới. Do đó, cần tiếp tục có những nghiên cứu về việc ứng dụng công nghệ CAS trong việc bảo quản các loại nông sản khác để làm chủ được công nghệ này một cách tối ưu nhất.

Tài liệu tham khảo

[1] Ducamp-Collin M.N, Ramarson H, Lebrun M, Self G & Reynes M (2008), "Effect of citric acid and chitosan on maintaining red colouration of litchi fruit pericarp", *Postharvest Biology and Technology*, **49(2)**, pp.241-246.

[2] Jiang Y, Li Y, Li J (2004), "Browning control, shelf life extension and quality maintenance of frozen litchi fruit by hydrochloric acid", *Journal of Food Engineering*, **63(2)**, pp.147-151.

[3] Olesen T, Nacey L, Wiltshire N & O'Brien S (2004), "Hot water treatments for the control of rots on harvested litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit", *Postharvest Biology and Technology*, **32(2)**, pp.135-146.

[4] Liang Y.S, Chen N.L, Ke L.S (2012), "Influence of dipping in sodium metabisulfite on pericarp browning of litchi cv. Yu Her Pau

(Feizixiao)", *Postharvest Biology and Technology*, **68**, pp.72-77.

[5] Lin B, Du Y, Liang X, Wang X, Yang J (2011), "Effect of chitosan coating on respiratory behavior and quality of stored litchi under ambient temperature", *Journal of Food Engineering*, **102(1)**, pp.94-99.

[6] Mangaraj S, Goswami T, Giri S & Tripathi M (2012), "Permselective MA packaging of litchi (cv. Shahi) for preserving quality and extension of shelf-life", *Postharvest Biology and Technology*, **71**, pp.1-12.

[7] Jiang S, Chao L, Hui M, Chao D (2011), "Experiment on different storage temperature impact on litchi's quality chang", *Procedia Environmental Sciences*, **11**, pp.719-725.

[8] Liu H, Song L, You Y, Li Y, Duan X, Jiang Y, et al (2011), "Cold storage duration affects litchi fruit quality, membrane permeability, enzyme activities and energy charge during shelf time at ambient temperature", *Postharvest Biology and Technology*, **60(1)**, pp.24-30.

[9] Guseinova B.M, Daudova T.I (2008), "Nutritional value and safety of homogenized quick-frozen mixtures, prepared from dagestan grown fruits and berries", *Voprosy Pitaniia*, **77(4)**, pp.77-83.

[10] Dongwu Liang, Fengying Lin, Gongming Yang, Xiju Yue, Quankai Zhang, Zhaoqi Zhang, Houbin Chen (2015), "Advantages of immersion freezing for quality preservation of litchi fruit during frozen storage", *LWT - Food Science and Technology*, **60(2)**, pp.948-956.

[11] Archer D.L (2004), "Freezing: an underutilized food safety technology?", *International Journal of Food Microbiology*, **90(2)**, pp.127-138.

[12] Duden R & Hubner G (1981), "Enzymatic oxidation reaction in frozen parsley", *Zeitschrift fur Ernährungswissenschaft*, **20(4)**, pp.270-274.

[13] ABI (2011), *CAS - Cells Alive System, The CAS Energy Function has an international patent*, p.10.

[14] ABI (2011), *Time Frozen, CAS - Cells Alive System*, p.5.

[15] Thi Bich Thuy Nguyen, S Ketsa, W.G Van Doorn (2003), "Relationship between browning and the activities of polyphenol oxidase and phenylalanine ammonia lyase in banana peel during low temperature storage", *Postharvest Biology and Technology*, **30(2)**, pp.187-193.

[16] Ruenroengklin N, Zhong J, Duan X, Yang B, Li J, Jiang Y (2008), "Effects of various temperatures and pH values on the extraction yield of phenolics from litchi fruit pericarp tissue and the antioxidant activity of the extracted anthocyanins", *International Journal of Molecular Sciences*, **9(7)**, pp.1333-1341.