

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA BAO GÓI ĐẾN CHẤT LƯỢNG QUẢ DÂU TÂY (*Fragaria vesca*) BẢO QUẢN BẰNG CÔNG NGHỆ HYOKAN

Nguyễn Thị Hoàng Lan^{1*}, Tạ Thu Hằng², Đoàn Thị Bắc², Nguyễn Ngọc Cường³

¹Khoa Công nghệ thực phẩm, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

²Viện Nghiên cứu phát triển Vùng

³Khoa Cơ - Điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Tác giả liên hệ: lancntp@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 02.03.2021

Ngày chấp nhận đăng: 26.04.2021

TÓM TẮT

Nghiên cứu được tiến hành nhằm tìm ra phương thức bao gói phù hợp nhất trong bảo quản quả dâu tây bằng công nghệ Hyokan. Quả dâu tây được thu hoạch với độ chín đạt 80% phần vỏ quả đã chuyển sang màu đỏ. Quả dâu tây được bảo quản bằng công nghệ Hyokan ở nhiệt độ -2°C, điện áp 3.500V với 4 công thức bao gói khác nhau là màng xốp PE, màng thực phẩm LDPE và lót giấy thấm và để trong hộp nhựa. Công thức đối chứng được bảo quản bằng tủ lạnh ở nhiệt độ 2-4°C. Quả dâu tây được bảo quản bằng tủ lạnh thường nhiệt độ 2-4°C có sự suy giảm nhanh hơn về chất lượng cảm quan, chất lượng dinh dưỡng và vi sinh vật. Công thức bao gói với màng thực phẩm LDPE cho chất lượng hóa lý, cảm quan và vi sinh tốt nhất (CT5). Với điều kiện bảo quản bằng công nghệ Hyokan và bao gói bằng màng thực phẩm PE, sau 21 ngày bảo quản, tỷ lệ hao hụt khối lượng là 0,31%; tỷ lệ hư hỏng là 13,89%, hàm lượng TSS là 7,83°Bx, axit tổng số 1,15% và vitamin C là 13,38 mg/g; chất lượng cảm quan đạt loại khá và vi sinh vật hiếu khí tổng số đạt theo quyết định 46/2007 QĐ-BYT.

Từ khóa: Bảo quản lạnh, công nghệ Hyokan, quả dâu tây.

Effects of Packaging to Quality of Strawberry by Hyokan Technology

ABSTRACT

The study investigated suitable packaging materials for strawberry storage with Hyokan technology. Strawberries were harvested at 80% full-ripen when the fruit skin changed to red and stored using Hyokan technology at -2°C, electric pressure 3.500V. Four packaging materials were investigated, including PE foam, PE clings film, filter paper and plastic box. The control sample was kept at 2-4°C in a regular refrigerator. The control sample showed a significant decrease in sensory quality, nutritional quality and microorganisms. The fruit covered by PE cling film (CT5) had the best nutritional quality and sensory score, and microorganism. By using the Hyokan technology and PE cling film, after 21 days storage, the weight loss was 0.31%, waste 13.89%, TSS 7.83°Bx, total acid 1.15% and vitamin C 13.38 mg/g; the sensory score was a distinction; the total aerobic microorganism was within the standard 46/2007 QĐ-BYT.

Keywords: Cold storage, Hyokan technology, strawberry fruit.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dâu tây (*Fragaria vesca*) là loài thực vật thuộc họ Hoa Hồng (Rosaceae) ngoài mục đích ăn tươi còn được sử dụng rộng rãi trong các loại thực phẩm như kem, mứt, thạch, si-rô, bánh kẹo. Quả dâu tây là nguồn giàu vitamin C,

nguồn cung cấp folate và kali tốt. Quả có chứa chủ yếu axit citric và axit malic, hàm lượng các loại axit này khác nhau trong các giống dâu tây, hàm lượng axit citric, axit malic và axit ascorbic của 2 giống dâu tây “Camarosa” và “Selva” tương ứng là 0,76% và 0,13%; 0,04% và 0,5%; 0,0% và 0,04%. Dâu tây có hương thơm và vị

chua thanh rất đặc trưng. Màu đỏ của quả là do sắc tố anthocyanin quyết định. Những lợi ích sức khỏe của dâu tây bao gồm có lợi cho mắt, não, giúp hỗ trợ bệnh nhân huyết áp cao, viêm khớp, bệnh gút và bệnh tim (Hancock, 2000).

Quả dâu tây có cấu trúc rất dễ dập nát do tác động cơ học, có cường độ hô hấp cao và tuổi thọ sau thu hoạch tương đối ngắn. Thời hạn sử dụng của sản phẩm tươi được giới hạn từ 1 đến 2 ngày ở nhiệt độ phòng (Fernando, 2004). Dâu tây là loại quả không chín sau thu hoạch, hư hỏng nhanh ở nhiệt độ thường. Một trong những nguyên nhân gây thối mềm, hư hỏng quả là mốc xám *Botrytis cinerea* và *Rhizopus sp.*, sự lây nhiễm nấm từ các quả bị bệnh sang quả không bị bệnh trong quá trình thu hoạch cũng như bảo quản làm cho tỷ lệ hư hỏng quả nhiều hơn, giảm giá trị của quả (Bertolini & cs. 2003). Đã có nhiều phương pháp bảo quản dâu tây được áp dụng. Nghiên cứu của Baka & cs. (1999) tiến hành khảo sát ảnh hưởng của tia UV đối với sự hư hỏng và chất lượng bảo quản của dâu tươi. Quả dâu tươi được chiếu tia UV bước sóng ngắn ở mức 0,25 và 1,0 KJ/m² và được bảo quản ở nhiệt độ 4°C hoặc 13°C. Kết quả cho thấy việc bảo quản kéo dài thêm 4-5 ngày. Quả được xử lý tia UV có tốc độ hô hấp thấp hơn, độ axit và hàm lượng anthocyanin cao hơn, bề mặt quả mịn hơn so với không xử lý. Nghiên cứu của Lara & cs. (2004) đã quan sát được sự thay đổi cấu trúc polyme thành tế bào của quả dâu ở các công thức xử lý bằng CaCl₂ 1% và được bảo quản 10 ngày ở nhiệt độ 3°C. Phương pháp xử lý bằng calcium tuy làm chậm quá trình chín ở mức độ không đáng kể nhưng nó cải thiện khả năng chống lại các loại nấm mốc gây hại mà không ảnh hưởng về bề ngoài của quả. Nghiên cứu của Chaiprasart & Pipattanawong. (2006) cho thấy quả dâu nếu được nhúng trong dung dịch chitosan ở các nồng độ từ 0,25 đến 1% hoặc canxi clorua (2-4%). bao gói bằng bao PVC và bảo quản lạnh có thể làm giảm sự hư hỏng quả khi bảo quản.

Ngày nay, xu hướng phát triển của xã hội hiện đại nhu cầu đòi hỏi của con người ngày càng cao, ngoài yêu cầu về chất lượng dinh dưỡng, cảm quan cần đảm bảo về an toàn thực

phẩm và thân thiện môi trường, do vậy việc đề xuất nghiên cứu ứng dụng những phương pháp bảo quản bằng nguyên lý vật lý an toàn là thực sự cần thiết. Công nghệ Hyokan là một công nghệ mới của Nhật Bản, hoạt động với nguyên lý cơ bản là sự kết hợp giữa trường tĩnh điện (50-60Hz) và dòng điện áp cao (tối đa 7.000V) để tạo ra dòng ion ổn định quanh hai cực bên trong của tủ lạnh. Khi không khí lạnh thổi vào, va đập tạo ra các dòng ion làm cho nước (nước tự do và nước liên kết) có trong tế bào thực phẩm không đóng băng ngay cả khi nhiệt độ âm. Chính điều đó mà công nghệ Hyokan có thể giữ được chất lượng thực phẩm sau một thời gian dài, được ứng dụng trong các kho bảo quản các loại nông, thủy hải sản, thực phẩm khác nhau; đặc biệt ứng dụng cho các container lạnh vận chuyển cung ứng thực phẩm có chức năng bảo quản và duy trì độ tươi của thực phẩm. Đoàn Thị Bắc & cs. (2018) đã tiến hành bảo quản quả cam Valencia 2 bằng công nghệ Hyokan, ở nhiệt độ 2°C, điện áp 3.500V. Kết quả nghiên cứu cho thấy chất lượng quả cam tốt hơn so với bảo quản trong tủ lạnh Sanaky ở nhiệt độ 2-4°C. Quả cam được bảo quản bằng công nghệ Hyokan sau 4 tháng vẫn giữ được màu sắc vỏ quả, hao hụt khối lượng tự nhiên thấp (2,8%), hạn chế được các biến đổi hóa lý. Bên cạnh đó, Viện Nghiên cứu và Phát triển Vùng đã thử nghiệm thành công trên rất nhiều loại quả khác nhau như: bơ, vải, xoài... Nghiên cứu của Tạ Thu Hằng & cs. (2019) cho thấy bảo quản dâu tây Mộc Châu bằng công nghệ Hyokan - công nghệ điện trường của Nhật Bản ở nhiệt độ -2°C, điện áp 3.500V cho chất lượng tốt hơn so với bảo quản ở nhiệt độ thường 2-4°C. Dâu tây bảo quản bằng công nghệ Hyokan sau 14 ngày vẫn giữ được màu sắc bên ngoài, độ cứng giảm chậm; các biến đổi hàm lượng chất khô hòa tan tổng số (TSS), hàm lượng axit và vitamin C có xu hướng giảm chậm, hao hụt tự nhiên giảm 0,22%, tỷ lệ hư hỏng là 8,33%. Tuy nhiên, nghiên cứu này chưa đề cập đến ảnh hưởng của bao gói đến chất lượng của quả. Quả được bao gói trong các màng bán thấm chọn lọc như LDPE, HDPE, PVC... nhằm ngăn cản sự bay hơi nước, khuếch tán có chọn lọc khí oxi và cacbonic, làm giảm cường độ hô hấp và

các hoạt động trao đổi chất; do đó, nâng cao chất lượng sản phẩm và kéo dài thời gian bảo quản các loại quả sau thu hoạch (Kasim & cs., 2013). Hiện nay ở Việt Nam, các nghiên cứu về tác động của bao bì bao gói kết hợp công nghệ Hyokan chưa được công bố. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là tìm ra phương thức bao gói phù hợp nhất trong bảo quản quả dâu tây bằng công nghệ Hyokan.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu

- Quả Dâu tây giống *Tochiotome* (Hana) xuất xứ từ Nhật Bản được mua tại Mộc Châu, tỉnh Sơn La. Quả được thu hái vào lúc sớm, còn nguyên cuống, thu hoạch khi ba phần tư bề mặt có màu đỏ đặc trưng (TCVN 9692: 2013). Sau đó dâu tây được xếp vào hộp nhựa, đặt trong thùng carton và vận chuyển về phòng thí nghiệm trong vòng 3-4 tiếng vào ban đêm.

- Thiết bị: Tủ lạnh Hyokan Nhật Bản, tủ lạnh thường Sanaky

- Hóa chất: Dung dịch I₂, HCL 2%, NaOH, phenolplatein, xanh methylen, pepton, NaCl, cao thịt, glucoza.

- Bao bì đóng gói: màng xếp hơi PE (3mm), màng thực phẩm LDPE (3mm), hộp nhựa có nắp.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Quả dâu tây được chọn dùng cho thí nghiệm đảm bảo đồng đều, độ chín đạt 80% vỏ quả chuyển sang màu đỏ, quả tươi, nguyên vẹn, không bị dập nát, hư hỏng. Quả dâu được rửa sạch, lau khô. Sau đó từng quả được bọc trong màng xếp hơi PE (3mm), màng thực phẩm LDPE (0,03mm), và cho vào hộp nhựa có đậy nắp, riêng CT4 hộp nhựa có đục các lỗ khí (d = 2mm). Bảo quản dâu tây bằng công nghệ Hyokan ở nhiệt độ -2°C, điện áp 3.500V với 5 công thức (CT) được tiến hành như sau:

+ CT1 (Đối chứng): Quả dâu tây được bọc trong màng xếp hơi PE, bảo quản trong tủ lạnh thường có nhiệt độ 2-4°C

+ CT2: Quả dâu tây được bọc trong màng xếp hơi PE, bảo quản bằng công nghệ Hyokan

+ CT3: Quả dâu tây được cho vào hộp nhựa lót giấy thấm bảo quản bằng công nghệ Hyokan

+ CT4: Quả dâu tây được bọc trong màng xếp hơi PE, cho vào hộp nhựa có đục các lỗ khí (d = 2mm), bảo quản bằng công nghệ Hyokan

+ CT5: Quả dâu tây được bọc bằng màng thực phẩm LDPE, bảo quản bằng công nghệ Hyokan.

Mỗi công thức thí nghiệm gồm 12 hộp cho 4 lần lấy mẫu, mỗi mẫu làm lặp lại 3 lần. Khối lượng 1 mẫu là 1 kg/hộp. Thời gian phân tích chất lượng quả dâu tây được tiến hành định kỳ 1 tuần/lần, thực hiện bảo quản sau 28 ngày, phân tích các chỉ tiêu như sự thay đổi màu sắc, hao hụt khối lượng, hàm lượng chất khô hòa tan tổng số, hàm lượng axit tổng số, hàm lượng vitamin C, đánh giá chất lượng cảm quan và vi sinh vật tổng số.

2.3. Phương pháp phân tích

- Xác định chỉ số màu sắc (L, a) bằng máy đo màu sắc cầm tay NR3000. Đo tại 3 vị trí khác nhau trên quả dâu tây, giá trị màu sắc được đánh giá theo hệ thống CIE (L, a, b).

- Xác định tỷ lệ hao hụt khối lượng bằng phương pháp cân, sử dụng cân phân kỹ thuật điện tử SPS202F, có sai số ± 0,01g. 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;

M₁ (g): khối lượng quả trước khi bảo quản;

M₂ (g): khối lượng quả ở các lần phân tích.

- Tỷ lệ hư hỏng (%):

$$F = \frac{Hn \times 100}{H}$$

Trong đó:

F (%): tỷ lệ hư hỏng;

Hn: số quả bị hư hỏng ở các lần phân tích (n = 1, 2, 3,...);

H: số quả lúc đầu trong mẫu thí nghiệm.

Quả hư hỏng là quả xuất hiện những đốm đen, xuất hiện nấm mốc, quả bị ủng, dập nát.

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

- Xác định hàm lượng axit tổng số bằng phương pháp chuẩn độ theo TCVN 5483-91 (ISO 750 - 19811).

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

- Đánh giá chất lượng cảm quan dựa vào phương pháp cho điểm theo TCVN 3215-79 với thang điểm từ 0-5 đối với 4 chỉ tiêu: hình thức bên ngoài quả, vị, trạng thái bên trong quả và mùi.

+ Mã hóa mẫu: Lấy 3 số ngẫu nhiên trong bảng số tự nhiên.

+ Chuẩn bị mẫu: Mẫu được xếp vào đĩa theo

thứ tự được mã hóa và mỗi người trong hội đồng nhận được một đĩa.

+ Cách thức tập huấn hội đồng: Hội đồng 10 người, người kiểm tra phải có khả năng đánh giá khách quan có khả năng phân biệt cảm giác tốt, có kiến thức chuyên môn tốt và kiến thức phân tích cảm quan; người kiểm tra không ở trạng thái quá no hoặc quá đói, không được dùng đồ ăn thức uống có chất gia vị kích thích mạnh hay một chất nào đó có lưu vị lâu.

+ Thứ tự đánh giá các chỉ tiêu theo dõi: Màu sắc bên ngoài quả → vị → trạng thái bên trong quả → mùi.

- Vi sinh vật hiếu khí tổng số được xác định bằng phương pháp đổ đĩa theo TCVN 4884:2005.

Bảng 1. Mức độ quan trọng của từng chỉ tiêu đánh giá

Tên chỉ tiêu	Hệ số trọng lượng
Màu sắc bên ngoài quả	1,2
Vị	1
Trạng thái bên trong quả	0,95
Mùi	0,85

Bảng 2. Sự biến đổi màu sắc quả dâu tây trong quá trình bảo quản bằng công nghệ Hyokan

Chỉ tiêu	Công thức	0 ngày	7 ngày	14 ngày	21 ngày	28 ngày
Chỉ số L	Đối chứng (CT1)	34,69	33,98 ^a	33,17 ^a	32,85 ^b	-
	CT2	34,69	34,68 ^b	34,64 ^a	33,59 ^a	34,54 ^a
	CT3	34,69	34,12 ^b	32,92 ^a	31,98 ^{bc}	31,88 ^b
	CT4	34,69	32,93 ^b	32,70 ^a	30,92 ^c	29,70 ^b
	CT5	34,69	38,28 ^a	34,54 ^a	33,68 ^a	33,20 ^a
Chỉ số a	Đối chứng (CT1)	25,47	24,52 ^b	23,93 ^b	23,16 ^b	-
	CT2	25,47	28,11 ^a	26,90 ^a	25,83 ^a	25,27 ^a
	CT3	25,47	26,72 ^{ab}	24,85 ^{bc}	23,16 ^{bc}	21,20 ^c
	CT4	25,47	25,32 ^{bc}	24,59 ^{bc}	24,22 ^{ab}	21,08 ^c
	CT5	25,47	26,02 ^b	25,11 ^b	25,51 ^a	23,28 ^b
Chỉ số b	Đối chứng (CT1)	53,58	50,23 ^b	44,93 ^b	43,59 ^b	-
	CT2	53,58	53,05 ^a	50,98 ^a	49,22 ^a	48,12 ^{ab}
	CT3	53,58	50,78 ^b	50,26 ^a	48,86 ^a	47,02 ^b
	CT4	53,58	53,28 ^a	49,52 ^a	48,45 ^a	44,57 ^c
	CT5	53,58	52,18 ^a	51,86 ^a	50,71 ^a	49,78 ^a

Ghi chú: Trong cùng một cột, các công thức có mang chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ($P < 0,05$)

2.4. Xử lý số liệu

Số liệu được tính toán thống kê bằng phần mềm Microsoft Excel 2007. Phân tích phương sai và so sánh các giá trị trung bình ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,5\%$ bằng phần mềm Irristat 4.0. Số liệu sau tính toán đều được làm tròn tới chữ số thập phân thứ 2.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sự biến đổi màu sắc quả dâu tây trong quá trình bảo quản bằng công nghệ Hyokan

Màu sắc là một trong những tiêu chí hàng đầu ảnh hưởng đến quyết định mua của người tiêu dùng. Pelargonidin-3-glucoside, pelargonidin-3-rutinoside và cyanidin-3-glucoside là thành phần chính của anthocyanin trong dâu tây quyết định màu đỏ tươi của quả (Han & cs., 2004). Đánh giá sự biến đổi màu sắc của quả dâu tây trên ba tiêu chí: độ sáng (chỉ số L), màu đỏ của dâu (chỉ số a), màu vàng (chỉ số b). Kết quả được thể hiện ở bảng 2.

Kết quả cho thấy các chỉ tiêu về màu sắc ở 5 công thức có xu hướng giảm dần, giảm nhanh hơn ở công thức đối chứng sau 21 ngày bảo quản, công thức đối chứng (CT1) chỉ số L của dâu tây có sự giảm nhanh hơn so với công thức quả dâu được bảo quản bằng công nghệ Hyokan (CT2 và CT5) và sự thay đổi này là khác nhau có ý nghĩa ($P < 0,05$). Về hai chỉ số a và b của quả dâu tây, công thức đối chứng có xu hướng giảm nhanh hơn và có sự khác biệt với công thức Hyokan ở mọi thời điểm thống kê. CT2 quả được bọc trong màng xốp hơi PE và CT5, quả được bọc bằng màng thực phẩm và đựng trong hộp nhựa có nắp không đục lỗ có mức độ giảm về các chỉ số màu sắc chậm hơn so với các công thức khác.

Với công thức Hyokan, quả thay đổi màu sắc chậm hơn do có sự tác động của điện trường làm các phân tử bên trong quả dao động liên tục và không liên kết với nhau, làm hạn chế quá trình hô hấp cũng như sự biến đổi sắc tố của quả. Điều này cho thấy công nghệ Hyokan có tác dụng duy trì màu sắc quả tốt hơn bảo quản trong tủ lạnh thường. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Đoàn Thị Bắc & cs. (2018) khi

tiến hành bảo quản quả cam Valencia 2 bằng công nghệ Hyokan.

3.2. Hao hụt khối lượng của quả dâu tây trong quá trình bảo quản bằng công nghệ Hyokan

Hao hụt khối lượng tự nhiên là hao hụt không thể tránh khỏi của bất cứ loại rau, củ, quả nào sau thu hoạch. Sự mất nước là nguyên nhân chính dẫn đến khối lượng quả bị hao hụt, làm quả khô, giảm chất lượng cảm quan của quả. Ngoài ra, còn do quá trình hô hấp làm tiêu hao chất dự trữ trong quả. Kết quả đánh giá sự hao hụt khối lượng quả được thể hiện ở bảng 3.

Trong thời gian bảo quản, khối lượng dâu tây của 5 công thức có xu hướng giảm dần, giảm nhanh hơn ở công thức đối chứng, tỷ lệ hao hụt khối lượng là 2,09% sau 21 ngày bảo quản, trong khi đó sự hao hụt khối lượng của dâu tây ở các công thức Hyokan thấp hơn rất nhiều 0,31-0,71%. Sự khác nhau giữa bảo quản thường và bảo quản bằng công nghệ Hyokan có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95% ở tất cả các thời điểm bảo quản. Sự hao hụt này có thể giải thích do xảy ra quá trình hô hấp sử dụng cơ chất và mất nước ở quả. Bên cạnh đó còn do dâu tây rất dễ bị mất nước nhanh do đây là loại trái cây có vỏ cực mỏng (Han & cs., 2004). Công nghệ Hyokan có khả năng hạn chế quá trình hô hấp xảy ra bên trong quả cũng như ức chế sự phát triển của vi sinh vật nên sự hao hụt khối lượng diễn ra chậm, tổn thất sau thu hoạch khi bảo quản quả dâu tây ít hơn tủ lạnh thường. CT2 và CT5 được bao gói kín làm giảm quá trình thoát hơi nước của quả nên hao hụt khối lượng tự nhiên thấp hơn so với CT3 và CT4.

3.3. Hàm lượng TSS, axit tổng số, vitamin C của quả dâu tây trong quá trình bảo quản bằng công nghệ Hyokan

Chất lượng hóa sinh của quả là yếu tố hàng đầu để đánh giá giá trị của sản phẩm được người tiêu dùng chấp nhận. Axit hữu cơ có vai trò quan trọng trong việc tạo ra vị cho nông sản, đặc biệt là trái cây, tỷ lệ đường và axit sẽ tạo ra vị đặc trưng của sản phẩm. Trong quá trình bảo quản, hàm lượng axit hữu cơ giảm mạnh làm

cho hương vị của quả cũng giảm. Hàm lượng vitamin C trong dâu tây lớn. Vitamin C có vai trò quan trọng với sức khỏe con người. Trong quá trình bảo quản hàm lượng vitamin C giảm đáng kể do sự oxy hóa trực tiếp vitamin C bởi enzyme ascorbic oxidase chuyển thành dạng dehydroascorbic và do vitamin C làm cơ chất cho quá trình hô hấp. Do đó làm giảm lượng vitamin C trong quá trình bảo quản. Kết quả đánh giá hàm lượng chất khô hòa tan (TSS), hàm lượng axit tổng số, hàm lượng vitamin C của các công thức bảo quản được thể hiện ở bảng 4.

Hàm lượng chất khô hòa tan (TSS) của quả dâu tây có thành phần chủ yếu là đường. Hàm lượng chất khô hòa tan có xu hướng giảm dần ở các công thức. Sau 21 ngày bảo quản, công thức đối chứng giảm nhanh hơn so với công thức Hyokan có ý nghĩa ($P < 0,05$). Dâu tây ở CT2 và CT5 luôn có TSS cao nhất lần lượt là 7,87% và 7,80%. Bọc dâu tây bằng màng thực phẩm LDPE và bọc màng xốp hơi PE giữ được hàm lượng chất khô rất tốt, vật liệu bao gói đã hạn chế hô hấp của quả, từ đó làm giảm tiêu hao hàm lượng chất khô hòa tan dự trữ trong quả.

Bảng 3. Hao hụt khối lượng của quả dâu tây (%) trong quá trình bảo quản bằng công nghệ Hyokan

Công thức	0 ngày	7 ngày	14 ngày	21 ngày	28 ngày
Đối chứng (CT1)	0,00	0,43 ^a	1,33 ^a	2,09 ^a	-
CT2	0,00	0,02 ^b	0,22 ^b	0,47 ^b	0,60 ^b
CT3	0,00	0,02 ^b	0,33 ^b	0,71 ^b	1,10 ^a
CT4	0,00	0,01 ^b	0,21 ^b	0,63 ^b	0,63 ^b
CT5	0,00	0,01 ^b	0,23 ^b	0,31 ^b	0,40 ^c

Ghi chú: Trong cùng một cột, các công thức có mang chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ($P < 0,05$).

Bảng 4. Hàm lượng TSS, axit tổng số, vitamin C của quả dâu tây trong quá trình bảo quản bằng công nghệ Hyokan

Chỉ tiêu	Công thức	0 ngày	7 ngày	14 ngày	21 ngày	28 ngày
Hàm lượng chất khô hòa tan (°Bx)	Đối chứng (CT1)	9,83	8,53 ^b	7,63 ^c	6,13 ^c	-
	CT2	9,83	8,93 ^a	8,16 ^a	7,90 ^a	7,87 ^a
	CT3	9,83	8,36 ^b	7,56 ^c	7,10 ^b	6,83 ^b
	CT4	9,83	8,43 ^b	7,93 ^b	7,06 ^b	6,93 ^b
	CT5	9,83	8,93 ^a	8,10 ^a	7,83 ^a	7,80 ^a
Hàm lượng axit tổng số (%)	Đối chứng (CT1)	1,20	1,18 ^a	1,13 ^a	1,02 ^a	-
	CT2	1,20	1,25 ^a	1,22 ^a	1,18 ^a	1,10 ^a
	CT3	1,20	1,19 ^a	1,18 ^a	1,07 ^a	1,00 ^a
	CT4	1,20	1,18 ^a	1,18 ^a	1,11 ^a	1,10 ^a
	CT5	1,20	1,29 ^a	1,27 ^a	1,15 ^a	1,11 ^a
Hàm lượng vitamin C (mg/g)	Đối chứng (CT1)	14,20	12,51 ^b	11,92 ^b	10,83 ^{bc}	-
	CT2	14,20	13,81 ^a	13,73 ^a	13,44 ^a	13,50 ^a
	CT3	14,20	13,36 ^{ab}	12,07 ^a	11,26 ^b	11,29 ^b
	CT4	14,20	12,55 ^b	12,45 ^a	10,11 ^c	9,65 ^b
	CT5	14,20	14,05 ^a	13,75 ^a	13,38 ^a	13,59 ^a

Ghi chú: Trong cùng một cột, các công thức có mang chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ($P < 0,05$).

Hàm lượng axit tổng số của quả dâu tây được bảo quản ở công thức đối chứng và công thức Hyokan có xu hướng giảm xuống theo thời gian bảo quản tuy nhiên không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở mọi thời điểm bảo quản ($P > 0,05$).

Trong quá trình bảo quản, hàm lượng vitamin C của quả dâu tây được bảo quản ở công thức đối chứng và công thức Hyokan có xu hướng giảm. Ở công thức Hyokan CT2 và CT5, hàm lượng vitamin C giảm ít nhất từ 14,20 mg% xuống 13,38 mg% sau 21 ngày bảo quản. Trong khi đó công thức đối chứng, hàm lượng vitamin C của quả dâu tây giảm nhiều hơn, còn 10,68 mg%.

Kết quả này phù hợp với nghiên cứu Fernando (2004), TSS, axit, vitamin C trong dâu tây được lưu trữ ở 0°C, 5°C, 10°C đều có xu hướng giảm là do các hoạt động hô hấp cao của quả. Dâu tây khi được lưu trữ ở 0°C khả năng hô hấp thấp hơn nên có thể giúp bảo tồn các carbohydrate trong mô tốt hơn.

3.4. Chất lượng cảm quan quả dâu tây trong quá trình bảo quản bằng công nghệ Hyokan

Tiến hành đánh giá cảm quan ở ngày thứ 21 của quá trình bảo quản và kết quả được thể hiện ở bảng 5.

Bảng 5 cho thấy, sau 21 ngày bảo quản, cả 5 công thức thí nghiệm có chất lượng cảm quan giảm dần về các chỉ tiêu như màu sắc bên ngoài, trạng thái bên trong, mùi và vị. Ở công thức đối chứng, các chỉ tiêu theo dõi chất lượng cảm quan giảm nhanh, độ tươi giảm, màu sắc vỏ quả thay đổi nhiều, quả mềm hơn, mùi và vị đã có sự bị thay đổi, chất lượng cảm quan chỉ ở mức trung bình. Chất lượng cảm quan của dâu tây bảo quản bằng công nghệ Hyokan có độ tươi, vị ngọt giảm nhẹ, quả mềm hơn, chất lượng cảm quan vẫn đạt loại khá. Tuy nhiên CT5 cho chất lượng cảm quan đạt cao nhất 17,32 điểm. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Lê Thị Hồng & cs. (2020) khi sử dụng màng PE để bảo quản múi mít bằng công nghệ Hyokan.

3.5. Tỷ lệ hư hỏng của quả dâu tây trong quá trình bảo quản bằng công nghệ Hyokan

Tỷ lệ hư hỏng của dâu tây trong quá trình bảo quản là một trong các chỉ tiêu quan trọng để xác định hiệu quả của quá trình bảo quản sau thu hoạch. Một trong những nguyên nhân gây thối mềm, hư hỏng quả là do sự lây nhiễm nấm từ các quả bị bệnh sang quả không bị bệnh trong quá trình thu hoạch cũng như bảo quản làm cho tỷ lệ hư hỏng quả nhiều hơn, giảm giá trị của quả. Kết quả đánh giá tỷ lệ thối hỏng trên quả dâu tây được hiện ở bảng 6.

Bảng 6 cho thấy tỷ lệ thối hỏng của dâu tây ở 5 công thức có xu hướng tăng dần theo thời gian bảo quản. Tỷ lệ thối hỏng giữa công thức đối chứng và công thức Hyokan có sự khác nhau rõ rệt và có ý nghĩa thống kê sau 7 ngày, 14 ngày bảo quản. Sau 7 ngày bảo quản, quả dâu tây được bảo quản ở tủ lạnh thường có tỷ lệ thối hỏng là 22,22%, trong khi dâu tây được bảo quản bằng công nghệ Hyokan chưa xuất hiện hiện tượng thối hỏng. Sau 14 ngày bảo quản thì tỷ lệ hư hỏng dâu tây ở tủ lạnh thường là 41,67% và tủ lạnh với công nghệ Hyokan từ 5,55 đến 11,11%. CT2 và CT5 có tỷ lệ thối hỏng thấp nhất ở các thời điểm bảo quản. Công nghệ Hyokan có khả năng bảo quản dâu tây trong 14 ngày với tỷ lệ hư hỏng thấp (< 10%) đối với tất cả các loại bao gói và quả được chứa trong hộp nhựa đậy nắp kín không đục lỗ (CT2, CT3 và CT5). Kết quả này tương đối phù hợp với nghiên cứu của Tạ Thu Hằng & cs. (2019) khi bảo quản quả dâu tây bằng công nghệ Hyokan ở nhiệt độ -2°C có tỷ lệ hư hỏng quả thấp 8,33%.

3.6. Chỉ tiêu vi sinh vật của quả dâu tây trong quá trình bảo quản bằng công nghệ Hyokan

Dâu tây là loại quả rất mẫn cảm với sự gây hại của vi sinh vật, đặc biệt là vi khuẩn và nấm sau thu hoạch do dâu tây có bề mặt vỏ mỏng. Các vi sinh vật này chủ yếu từ những quả bị bệnh bị tổn thương do va đập trong quá trình thu hoạch, vận chuyển và bảo quản. Vì vậy, trước khi đưa vào bảo quản cần chọn lựa dâu tây lành lặn, không dập nát, màu sắc đẹp, thơm, ngon. Kết quả theo dõi vi sinh vật tổng số khi bảo quản dâu tây bằng công nghệ Hyokan và ở tủ lạnh thông thường thể hiện ở bảng 7.

Bảng 5. Chất lượng cảm quan quả dâu tây sau 21 ngày bảo quản

Công thức	Màu sắc bên ngoài quả	Trạng thái bên trong quả	Mùi	Vị	Điểm trung bình có hệ số trọng lượng	Xếp loại
Đối chứng (CT1)	3,3	3,1	3,2	3,2	12,64	Trung bình
CT2	4,3	4,3	4,2	4,2	17,05	Khá
CT3	4,2	4,1	4	3,9	16,23	Khá
CT4	4,1	4,1	3,8	3,6	15,64	Khá
CT5	4,4	4,3	4,3	4,3	17,32	Khá
Hệ số trọng lượng	1,2	0,95	0,85	1		

Bảng 6. Tỷ lệ hư hỏng của quả dâu tây (%) trong quá trình bảo quản bằng công nghệ Hyokan

Công thức	0 ngày	7 ngày	14 ngày	21 ngày	28 ngày
Đối chứng (CT1)	0,00	22,22 ^a	41,67 ^a	91,67 ^a	-
CT2	0,00	0,00 ^b	5,55 ^c	11,11 ^c	30,56 ^a
CT3	0,00	0,00 ^b	8,33 ^{bc}	13,89 ^c	36,11 ^a
CT4	0,00	0,00 ^b	11,11 ^b	27,78 ^b	36,11 ^a
CT5	0,00	0,00 ^b	0,00 ^d	13,89 ^c	27,78 ^a

Ghi chú: Trong cùng một cột, các công thức có mang chữ cái khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa ($P < 0,05$).

Bảng 7. Chỉ tiêu vi sinh vật hiếu khí tổng số của quả dâu tây (CFU/g) trong quá trình bảo quản bằng công nghệ Hyokan

Công thức	Thời gian bảo quản (ngày)				
	0	7	14	21	28
Đối chứng CT1	$3,2 \times 10^2$	$9,4 \times 10^2$	$1,1 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$	-
CT2	$3,2 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$4,5 \times 10^2$	$4,9 \times 10^2$	$7,5 \times 10^2$
CT3	$3,2 \times 10^2$	$5,1 \times 10^2$	$6,5 \times 10^2$	$6,9 \times 10^2$	$8,3 \times 10^2$
CT4	$3,2 \times 10^2$	$5,8 \times 10^2$	$6,4 \times 10^2$	$8,3 \times 10^2$	$9,8 \times 10^2$
CT5	$3,2 \times 10^2$	$4,6 \times 10^2$	$5,7 \times 10^2$	$6,1 \times 10^2$	$7,4 \times 10^2$

Bảng 7 cho thấy, số lượng vi sinh vật hiếu khí tổng số trong quả dâu tây của các công thức có xu hướng tăng dần theo thời gian bảo quản. Số lượng vi sinh vật trong dâu tây ở công thức đối chứng có xu hướng tăng nhanh hơn công thức Hyokan, tuy nhiên số lượng vi sinh vật vẫn ở ngưỡng cho phép theo quyết định 46/2007 QĐ-BYT. Điều này cho thấy công nghệ Hyokan có khả năng ức chế sự phát triển của vi sinh vật tốt hơn so với tủ lạnh thường (Công thức đối chứng). Công nghệ Hyokan là công nghệ sử dụng trường tĩnh điện, nhiệt độ thấp có thể ức chế hoạt động của vi sinh vật, ức chế quá trình

lên men, ức chế quá trình oxy hóa, ức chế các hoạt động sinh lí của thực phẩm, việc sử dụng bao gói bằng màng thực phẩm LDPE và để tách riêng từng quả dâu làm giảm sự lây nhiễm giữa các quả hư hỏng trong quá trình bảo quản.

4. KẾT LUẬN

Bảo quản dâu tây bằng công nghệ Hyokan - công nghệ điện trường của Nhật Bản ở nhiệt độ -2°C , điện áp 3.500V với màng thực phẩm LDPE cho chất lượng hóa lý, cảm quan và vi sinh tốt nhất (CT5). Dâu tây bảo quản bằng

công nghệ Hyokan sau 21 ngày vẫn giữ được màu sắc bên ngoài, các biến đổi hàm lượng TSS, hàm lượng axit và vitamin C xu hướng giảm chậm, hao hụt tự nhiên giảm 0,31%, tỷ lệ hư hỏng là 13,89%, chất lượng cảm quan đạt khá và vi sinh vật hiếu khí tổng số đạt theo quyết định 46/2007 QĐ-BYT. Điện trường kết hợp với bao gói LDPE ở nhiệt độ lạnh làm ức chế hoạt động của vi sinh vật, làm chậm các quá trình biến đổi hóa, lý, sinh học bên trong quả dâu tây. Để hạn chế những tổn thất và hao hụt về chất lượng, hiệu quả về bảo quản sau thu hoạch, tiêu thụ dâu tây trong khoảng 14 đến 21 ngày khi bảo quản bằng công nghệ Hyokan là phù hợp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Baka M.M., Corcuff J., Castaigne R. & Arul F.J. (1999). Photochemical Treatment to Improve Storability of Fresh Strawberries. *Journal of Food Science*. 64(6): 1068-1072.
- Bertolini P. Baraldi E., Mari M., Truffelli B. & Lazzarin R. (2003). Effects of Long Term Exposure to High - CO₂ During Storage at 0°C on Biology and Infectivity of *Botrytis cinerea* in RedChicory. *J. Phytopathology*. 151: 201-207.
- Bộ Khoa học và Công nghệ (2005). TCVN 4884:2005 (ISO 4833:2003) về Vi sinh vật trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi. Phương pháp định lượng vi sinh vật trên đĩa thạch.
- Bộ Khoa học và Công nghệ (2013). TCVN 9692:2013 (ISO 6665:1983). Dâu tây - Hướng dẫn bảo quản lạnh.
- Bộ Y tế (2007). Quyết định 46/2007/QĐ/BYT Quy định giới hạn tối đa ô nhiễm sinh học và hóa học trong thực phẩm.
- Chaiprasart P., Hansawasdi C. & Pipattanawong N. (2006). The effect of chitosan coating and calcium chloride treatment on postharvest qualities of strawberry fruit (*Fragaria* × *Ananassa*). *Acta Horticulturae*. 708(5): 337-342.
- Fernando Ayala-Zavalaa S.A. (2004). Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. *Lebensm-Wiss, u-Technol*. 37.
- Han Y., Selby T.L., Schultze K.K., Nelson E.E. & Linton R.H. (2004). Decontamination of strawberries using batch and continuous chlorine dioxide gas treatments. *Journal of food protection*. 67(11): 2450-2455.
- Hancock J.F. (2000). Strawberry industry. *Strawberries CABI*.
- Kasim A., Workneh T.S. & Bezuidenhout C.N. (2013). A review on postharvest handling of avocado fruits. *Academic journal*. 8(21): 2385-2402.
- Lara I., Garcisa P. & Vendrell M. (2004). Modifications in cell wall composition after cold storage of calcium-treated strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 34(3): 331-339.
- Tạ Thu Hằng, Nguyễn Đắc Bình Minh, Kouichi Omura, Nguyễn Đắc Hoàng, Đoàn Thị Bắc & Phạm Thị Mai Anh (2019). Kết quả khảo sát hiệu quả bảo quản quả dâu tây bằng công nghệ Hyokan. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*. 24: 91-97.