

NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG VÀ TUỔI THỌ BẢO QUẢN CỦA RAU CẢI CHÍP XANH (*BRASSICA CHINENSIS*L.) BẰNG PHƯƠNG PHÁP BẢO QUẢN LẠNH

**Extention of Quality and Shelf Life of Green Bok Choy (*Brassica chinensis* L.)
Using Low Temperature Storage**

Dương Thị Hoàn¹, Nguyễn Thị Bích Thủy²

¹ Sinh viên Lớp Bảo quản chế biến K52, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội

² Khoa Công nghệ Thực phẩm, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội

Địa chỉ email tác giả liên lạc: ntbthuy@hva.edu.vn

Ngày gửi đăng: 29.05.2011; Ngày chấp nhận: 13.06.2011

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện trên giống rau cải chíp xanh của Nhật (*Brassica chinensis* L.) được trồng trên hệ thống thủy canh hồi lưu tại nhà lưới của Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội với mục đích đánh giá chất lượng và thời gian bảo quản rau. Sự hao hụt khối lượng tự nhiên, hàm lượng nước, cường độ hô hấp, màu sắc, hàm lượng đường tổng số, vitamin C và chất lượng cảm quan của rau được xác định trong suốt thời gian bảo quản rau ở nhiệt độ 4, 10 và 30°C. Ở 30°C, hao hụt khối lượng tự nhiên xảy ra đồng thời với sự biến màu sắc lá, sự giảm hàm lượng đường và vitamin C trên rau chỉ một ngày sau thu hoạch. Nhiệt độ thấp (4 - 10°C) có tác dụng duy trì chất lượng và kéo dài tuổi thọ bảo quản của rau 9 ngày ở nhiệt độ 4°C hoặc 6 ngày ở 10°C. Bảo quản lạnh rau cải chíp Nhật được xem là biện pháp lý tưởng để kéo dài tuổi thọ do làm chậm quá trình thoát hơi nước và hô hấp, hạn chế biến màu và hạn chế giảm hàm lượng đường và vitamin C trong rau.

Từ khóa: Bảo quản lạnh, *Brassica chinensis* L., cải chíp.

SUMMARY

We have studied the postharvest quality and storage life of green bok choy (*Brassica chinensis* L.) from Japan grown in the greenhouse using NFT hydroponic system at Hanoi University of Agriculture. Weight loss, water content, respiration rate, colour, total sugar, vitamin C content and organoleptic parameters were measured during storage of vegetables at 4, 10 and 30°C. At 30°C, a high weight loss occurs concurrently with a rapid change of colour and a decline in total sugar content just a day after harvesting. As temperature was lowered (4 - 10°C), bok choys quality is maintained and storage time is extended (9 days at 4°C or 6 days at 10°C). Refrigeration of bok choys appears to be an ideal technique for the extension of storage life due to the slow-down of the rate of water loss and respiration, preventing colour change and decline of total sugar and vitamin C content.

Key words: Bok choy, *Brassica chinensis* L., low temperature storage.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Rau là một loại thực phẩm rất cần thiết trong đời sống hằng ngày vì rau cung cấp nhiều loại dinh dưỡng, chất xơ, vitamin và một số nguyên tố vi lượng cần thiết cho cơ thể. Rau cũng là loại cây trồng có hiệu quả

kinh tế cao và góp phần không nhỏ trong việc tăng thu nhập cho người sản xuất.

Cải chíp là loại rau ăn lá mới được trồng ở nước ta trong những năm gần đây, do khá giàu dinh dưỡng nên rất được ưa chuộng. Rau cải chíp thường được thu hoạch

khi còn non. Rau cải chíp có hàm lượng nước cao nên thường mất nước nhanh và hô hấp mạnh, vì vậy chất lượng rau giảm nhanh chóng trong điều kiện thường. Do phải tham gia vào quá trình vận chuyển, phân phối nên rau tươi không phải lúc nào cũng được sử dụng ngay. Vì vậy cần phải có công nghệ bảo quản rau phù hợp sau khi thu hoạch để duy trì chất lượng và kéo dài thời gian thương mại của rau.

Trong các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng của rau ăn lá, nhiệt độ là yếu tố tác động chủ yếu đến hoạt động sinh lý và biến đổi hóa sinh của rau cải chíp. Cantwell và cs. (1998) đã chứng minh rằng nhiệt độ là yếu tố quyết định chất lượng và tuổi thọ sau thu hoạch của rau ăn lá. Các nghiên cứu cũng chỉ ra rằng rau ăn lá họ cải duy trì được chất lượng và kéo dài tuổi thọ khi bảo quản ở nhiệt độ từ 0 - 5°C (Porter và cs., 2003; Able và cs., 2005; Jiang và Pearce, 2005). Do vậy, việc nghiên cứu tìm ra một chế độ nhiệt bảo quản rau cải chíp tươi thích hợp là một công việc có ý nghĩa khoa học và thực tiễn. Nghiên cứu này được tiến hành nhằm mục đích đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ bảo quản đến chất lượng và tuổi thọ của rau.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Giống rau cải chíp xanh của Nhật (*Brassica chinensis* L.) được trồng trên hệ thống thủy canh hồi lưu (thủy canh động) tại nhà lưới Khoa Nông học – Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội. Rau cải chíp được thu hoạch sau 25 ngày trồng. Thu hoạch rau vào lúc sáng sớm khi trời mát. Dùng dao sắc cắt ở phần gốc cây rau, tỉa bỏ lá vàng, lá sâu, rồi đóng vào túi PE dày 0,04 mm có kích thước 30 x 45 cm. Sau đó đưa rau vào bảo quản ở 3 chế độ nhiệt độ khác nhau (4°C, 10°C, 30°C) tương ứng với các điều kiện khác nhau: 4°C nằm trong khoảng nhiệt độ bảo quản tối ưu;

10°C ứng với điều kiện của quá trình phân phối và tiêu thụ; 30°C là điều kiện bình thường. Mỗi công thức thí nghiệm gồm 3 cây cải đóng gói trong túi polyethylene. Mỗi công thức lặp lại 4 lần (4 túi). Thời gian bảo quản tối đa là 16 ngày. Mẫu thí nghiệm được kiểm tra định kỳ 3 ngày/lần.

2.2. 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. Hàm lượng nước được xác định bằng phương pháp sấy đến khối lượng không đổi. Cường độ hô hấp được xác định theo phương pháp hô hấp tĩnh sử dụng máy đo khí ICA.

Xác định màu sắc lá qua từng thời điểm phân tích bằng máy đo cầm tay Nippon Densuko NR-3000. Kết quả đo thể hiện bằng các chỉ số L, a, b. Độ biến đổi màu sắc của lá được xác định bằng công thức:

$$E = [(Li - Lo)^2 + (ai - ao)^2 + (bi - bo)^2]^{1/2}$$

Xác định hàm lượng đường tổng số bằng máy đo quang phổ theo phương pháp của Nguyễn Văn Mùi (2001); hàm lượng vitamin C bằng phương pháp chuẩn độ iốt 0,01N. Phương pháp đánh giá chất lượng cảm quan theo tiêu chuẩn TCVN 3215 – 79.

Phương pháp xử lý số liệu 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

Chất lượng rau nguyên liệu được đánh giá qua một số chỉ tiêu hóa lý. Kết quả ở bảng 1 cho thấy, rau cải chíp tại thời điểm thu hoạch vẫn còn non, có hàm lượng nước rất cao, do vậy có thể sẽ hô hấp mạnh. Hàm lượng đường tổng số của rau cải không cao, vì vậy tuổi thọ của rau sau thu hoạch sẽ bị hạn chế. Với những đặc điểm trên, lựa chọn nhiệt độ thích hợp cho quá trình bảo quản rau là rất quan trọng.

Bảng 1. Một số chỉ tiêu hóa lý của rau cải chíp tại thời điểm thu hoạch

Chỉ tiêu	Giá trị
Chiều cao trung bình (cm)	23,05 ± 0,42
Số lá trung bình (lá)	10-12
Hàm lượng nước (%)	95,43 ± 0,28
Hàm lượng đường TS (%)	1,07 ± 0,05
Hàm lượng vitamin C (mg%)	22,60 ± 1,03

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

Thời gian bảo quản (ngày)	Nhiệt độ bảo quản (°C)		
	4	10	30
0	0	0	0
3	0,11 ^a	0,14 ^a	0,38 ^b
6	0,13 ^a	0,15 ^a	0,50 ^b
9	0,15 ^a	0,18 ^a	
12	0,18 ^a	0,19 ^a	
15	0,20		

Ghi chú: Các số mũ không giống nhau trong cùng một hàng thì khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$

3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hao hụt khối lượng tự nhiên của rau cải chíp trong thời gian bảo quản

Sự hao hụt khối lượng tự nhiên là hiện tượng không thể tránh khỏi trong quá trình bảo quản rau quả tươi. Sản phẩm rau tươi sau bảo quản có hao hụt khối lượng tự nhiên càng nhiều thì tổn thất càng lớn và chất lượng rau quả càng kém. Nó phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố nội tại (thoát hơi nước, hô hấp, độ già thu hoạch...) và ngoại cảnh (nhiệt độ, độ ẩm...).

Tỉ lệ hao hụt khối lượng tự nhiên (HHKLTN) của rau cải bảo quản ở 3 điều kiện nhiệt độ đều tăng dần trong quá trình bảo quản. Càng về cuối thời gian bảo quản, mức độ HHKLTN càng cao. Tuy nhiên, nhiệt độ bảo quản có ảnh hưởng rõ rệt đến HHKLTN của rau (mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$). Nhìn chung, rau cải bảo quản ở nhiệt độ 30°C có mức HHKLTN cao hơn hẳn so với rau bảo quản ở nhiệt độ thấp. Sau 6 ngày bảo quản, HHKLTN ở rau cải bảo quản ở nhiệt độ 30°C là 0,5% trong khi mức hao hụt khối lượng của rau bảo quản ở 4°C là 0,13%.

Hao hụt khối lượng của rau bảo quản 15 ngày ở 4°C và 12 ngày ở 10°C còn thấp hơn rau bảo quản 3 ngày ở 30°C (Bảng 2).

Nguyên nhân của sự hao hụt khối lượng chủ yếu do hoạt động hô hấp và sự thoát hơi nước của rau. Có thể thấy nhiệt độ có ảnh hưởng quyết định đến việc duy trì khối lượng của rau. Do vậy, bảo quản ở nhiệt độ thấp (4-10°C) sẽ hạn chế sự hao hụt khối lượng của rau cải chíp. Theo Porter và cs. (2003), rau cải thảo bảo quản ở nhiệt độ 20°C có cường độ hô hấp và hao hụt khối lượng lớn hơn nhiều lần so với rau bảo quản ở nhiệt độ 0 - 2°C.

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hàm lượng nước của rau cải chíp trong thời gian bảo quản

Nước tham gia vào cấu trúc tế bào và các phản ứng hoá sinh của rau. Rau cải chíp được trồng thủy canh có hàm lượng nước rất cao (trên 95%). Trong quá trình bảo quản, hàm lượng nước của rau cải chíp sẽ giảm đi do sự thoát hơi nước qua các lỗ khí khổng trên bề mặt lá. Sự thoát hơi nước phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường bảo quản.

Bảng 3. Diễn biến hàm lượng nước (%) ở rau cải chíp trong quá trình bảo quản

Thời gian bảo quản (ngày)	Nhiệt độ bảo quản (°C)		
	4	10	30
0	95,43	95,43	95,43
3	95,23 ^a	94,87 ^a	94,84 ^a
6	94,89 ^a	95,07 ^a	91,65 ^b
9	93,79 ^a	94,20 ^b	
12	92,58 ^a	92,71 ^a	
15	91,42		

Ghi chú: các số mũ không giống nhau trong cùng một hàng thì khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$

Bảng 4. Cường độ hô hấp của rau cải chíp (ml CO₂/kg.h) trong quá trình bảo quản

Thời gian bảo quản (ngày)	Nhiệt độ bảo quản (°C)		
	4	10	30
0	9,92 ^a	15,74 ^a	50,40 ^b
2	5,69 ^a	6,44 ^a	74,61 ^b
4	2,86 ^a	7,08 ^a	55,93 ^b

Ghi chú: các số mũ không giống nhau trong cùng một hàng thì khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$

Bảng 3 cho thấy hàm lượng nước (HLN) của rau cải chíp trong thời gian bảo quản giảm dần. Tuy nhiên biến động HLN ở rau cải bảo quản ở các nhiệt độ cũng rất khác nhau. Sau 6 ngày bảo quản, HLN của rau bảo quản ở 4°C giảm 0,21%, ở nhiệt độ 10°C là 0,40%, ở 30°C là 3,78%. Sau 12 ngày bảo quản, HLN ở 4°C giảm 3,00%, ở 10°C giảm 2,9%. Sự giảm hàm lượng nước ở 2 nhiệt độ này là gần tương đương nhau, nhưng rau bảo quản ở 10°C đã bị vàng một phần lá, trong khi rau bảo quản ở 4°C mới bắt đầu có đốm vàng ở mép lá.

Theo nghiên cứu này, tốc độ thoát hơi nước tăng khi nhiệt độ bảo quản tăng. Do đó rau ở nhiệt độ phòng (30°C) có lượng nước hao hụt lớn nhất. Điều đó hoàn toàn phù hợp với diễn biến HHKLTN được ghi nhận ở bảng 2 và chứng minh rằng sự HHKLTN của rau một phần do lượng nước thất thoát từ sản phẩm rau bảo quản. Nghiên cứu trên rau cải chíp của Trung Quốc cũng đã khẳng định rau cải chíp thu hoạch khi còn non (20 - 25 ngày sau trồng) có hàm lượng đường cao hơn nhưng lại mất cảm hơn với sự thoát hơi nước, do đó nhanh chóng bị héo. Tốc độ thoát hơi nước có thể đến 2,8%/h nếu bảo quản rau

ở nhiệt độ 35°C mà không có bao gói (Jiang và Pearce, 2005).

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hoạt động hô hấp của rau cải chíp trong thời gian bảo quản

Hô hấp là hoạt động sinh lý tất yếu để duy trì hoạt động sống của nông sản. Quá trình hô hấp làm cho nông sản mất dần đi các chất hữu cơ dự trữ, làm giảm chất lượng sản phẩm. Rau cải chíp là loại sản phẩm hô hấp thường (non-climacteric) nhưng là sản phẩm non nên thường có cường độ hô hấp lớn. Cường độ hô hấp cũng phụ thuộc vào các yếu tố ngoại cảnh, đặc biệt là nhiệt độ.

Cường độ hô hấp (CĐHH) được xác định trong 4 ngày bởi đây là giai đoạn hô hấp có ảnh hưởng quan trọng nhất đến chất lượng rau. Có thể thấy CĐHH của rau cải bảo quản ở các nhiệt độ khác nhau thì xu hướng hô hấp và mức độ hô hấp cũng khác nhau (Bảng 4). CĐHH của rau cải bảo quản ở 30°C rất cao, tăng mạnh trong 2 ngày đầu từ 50,40 đến 74,46 (ml CO₂/kg.h), sau đó lại giảm xuống về gần mức hô hấp ban đầu 55,63 (ml CO₂/kg.h) trong 2 ngày tiếp theo.

Bảng 4. Cường độ hô hấp của rau cải chíp (ml CO₂/kg.h) trong quá trình bảo quản

Thời gian bảo quản (ngày)	Nhiệt độ bảo quản (°C)		
	4	10	30
0	9,92 ^a	15,74 ^a	50,40 ^b
2	5,69 ^a	6,44 ^a	74,61 ^b
4	2,86 ^a	7,08 ^a	55,93 ^b

Ghi chú: Các số mũ không giống nhau trong cùng một hàng thì khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$

Bảng 5. Sự biến đổi màu sắc (ΔE) của rau cải chíp trong quá trình bảo quản

Thời gian bảo quản (ngày)	Nhiệt độ bảo quản (°C)		
	4	10	30
0	30,68	30,68	30,68
3	32,15 ^a	31,27 ^a	42,19 ^b
6	34,01 ^a	35,28 ^a	52,97 ^b
9	36,12 ^a	39,28 ^a	
12	40,54 ^a	49,23 ^b	
15	46,29		

Ghi chú: các số mũ không giống nhau trong cùng một hàng thì khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$

Theo nghiên cứu này, khi cây rau bị cắt rời khỏi gốc thì tác động cơ học sẽ kích thích làm cho CĐHH tăng lên đột ngột. Hơn nữa do nhiệt độ môi trường bảo quản tương đối cao nên cũng ảnh hưởng đến CĐHH của rau dẫn đến sự tổn thất các hợp chất hữu cơ trong rau, làm chất lượng rau giảm mạnh.

Khi bảo quản rau ở nhiệt độ 10°C và 4°C, CĐHH ở mức thấp hơn và giảm trong bảo quản. CĐHH của rau cải bảo quản ở 4°C giảm từ 9,92 xuống 2,86 (ml CO₂/kg.h). Còn CĐHH của rau bảo quản ở 10°C cũng giảm mạnh từ 15,74 xuống 7,08 (ml CO₂/kg.h) sau 4 ngày. Ở nhiệt độ bảo quản càng thấp thì mức độ hô hấp của rau cũng thấp hơn, khiến cho sự hao tổn các hợp chất hữu cơ trong rau cũng giảm. Như vậy sẽ làm chậm quá trình già hóa, kéo dài được thời gian bảo quản rau. Kết quả xử lý thống kê cho thấy, sự khác nhau có ý nghĩa của CĐHH ở các mức nhiệt độ khác nhau (mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$). Theo Hardenburg (1986), cường độ hô hấp của rau họ cải ở mức cao và tăng tỉ lệ thuận với nhiệt độ bảo quản trong khoảng 0 - 20°C. Kết quả

của nghiên cứu này hoàn toàn phù hợp với tác giả trên.

3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến biến đổi màu sắc của rau cải chíp trong thời gian bảo quản

Với rau quả, hình thức bề ngoài là yếu tố quan trọng để tạo nên giá trị thương mại của chúng. Đối với rau ăn lá, điều quan trọng là cần duy trì được màu xanh của rau cho đến khi sử dụng. Màu sắc của rau cải được thể hiện thông qua 3 chỉ số L, a và b. Nghiên cứu này dùng chỉ số tổng hợp ΔE để biểu diễn sự biến động màu sắc của rau. Trong quá trình bảo quản, giá trị ΔE của rau bảo quản tăng dần theo thời gian. Trong những ngày đầu của quá trình bảo quản, sự thay đổi ΔE tương đối chậm, càng về sau sự thay đổi càng nhanh (Bảng 5). Giá trị ΔE của rau bảo quản ở 4°C tăng mạnh hơn so với rau bảo quản ở hai nhiệt độ 10°C và 30°C. Sau 3 ngày bảo quản, ΔE của cải chíp ở nhiệt độ 30°C tăng từ 30,68 lên 42,19, tương ứng với trạng thái rau kém xanh và tươi. Khi ΔE tăng đến 52,97 sau 6 ngày

bảo quản, rau cải đã chuyển màu vàng úa, không thể sử dụng được. Rau bảo quản ở nhiệt độ thấp hơn thì ΔE tăng chậm hơn ở nhiệt độ 4°C, sau 9 ngày bảo quản ΔE là 36,12 thì rau vẫn còn khá tươi. Biểu hiện trên tương tự như rau bảo quản 6 ngày ở 10°C.

Theo nhiều nghiên cứu, sự biến đổi màu sắc của rau có liên quan chủ yếu đến chuyển hóa chlorophyll và sự tổng hợp hợp carotene, làm cho cải chíp mất dần màu xanh và chuyển sang màu vàng úa. Nghiên cứu của Ferraute và cs. (2004) trên một số loại rau họ cải (rocket, chicory) ở nhiệt độ 4 - 5°C cho thấy có sự biến động về hàm lượng chlorophyll và carotenoid trong rau. Ở nhiệt độ 20°C, hàm lượng chlorophyll trong lá rau giảm từ 138 xuống 12 mg/100 g tươi sau 4 ngày bảo quản (Jiang và Pearce, 2005). Able và cs. (2005) cũng khẳng định rằng yếu tố có ảnh hưởng lớn nhất đến tuổi thọ bảo quản rau cải (*Brassica rapa* var. *chinensis*) ở nhiệt độ 10-20°C là hiện tượng vàng lá. Jiang và Pearce (2005) đã phát hiện rằng hàm lượng đường trong rau cải chíp là yếu tố quan trọng quyết định sự biến màu của rau trong bảo quản, thậm chí còn quan trọng hơn vai trò của ethylene.

3.5. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hàm lượng đường tổng số của rau cải chíp trong thời gian bảo quản

Hàm lượng đường tổng số trong rau cải

không lớn nhưng là thành phần dinh dưỡng quan trọng có ảnh hưởng quyết định đến chất lượng của rau. Trong quá trình hô hấp, cơ chất hô hấp đầu tiên rau sẽ sử dụng là đường, vì vậy hàm lượng đường sẽ giảm dần trong quá trình bảo quản.

Bảng 6 cho thấy, hàm lượng đường tổng số của rau cải bảo quản ở các nhiệt độ khác nhau đều giảm dần trong quá trình bảo quản. Từ nguyên liệu rau ban đầu có hàm lượng đường là 1,06%, sau 15 ngày bảo quản ở nhiệt độ 4°C thì chỉ còn 0,58%, sau 12 ngày ở nhiệt độ 10°C hàm lượng đường còn 0,46%, trong khi rau cải bảo quản ở nhiệt độ 30°C chỉ còn 0,19% sau 6 ngày bảo quản. Theo Jiang và Pearce (2005), hàm lượng đường glucose và đường fructose giảm nhanh chóng trong bảo quản rau cải vì là cơ chất hô hấp chính. Sự tổn thất đường trong hô hấp là nguyên nhân dẫn đến sự biến màu vàng của rau do già hóa (Able và cs., 2005).

3.6. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hàm lượng vitamin C của rau cải chíp trong thời gian bảo quản

Vitamin là một trong những thành phần quan trọng của rau quả. Trong rau cải chíp có chứa nhiều loại vitamin như: A, C, B₁... Vitamin C trong rau cải chíp chiếm hàm lượng tương đối cao so với một số loại rau khác. Vì vậy, hàm lượng vitamin C trong rau là một chỉ tiêu để đánh giá chất lượng rau tươi trong quá trình bảo quản.

Bảng 6. Sự biến đổi hàm lượng đường tổng số (%) của rau cải chíp trong quá trình bảo quản

Thời gian bảo quản (ngày)	Nhiệt độ bảo quản (°C)		
	4	10	30
0	1,06	1,06	1,06
3	1,04 ^a	0,99 ^a	0,64 ^a
6	0,99 ^a	0,92 ^a	0,19 ^b
9	0,88 ^a	0,80 ^a	
12	0,74 ^a	0,46 ^b	
15	0,58		

Ghi chú: các số mũ không giống nhau trong cùng một hàng thì khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$

Bảng 7. Sự biến đổi hàm lượng vitamin C (%) của rau cải chíp trong quá trình bảo quản

Thời gian bảo quản (ngày)	Nhiệt độ bảo quản (°C)		
	4	10	30
0	22,60	22,60	22,60
3	14,66 ^a	11,92 ^b	9,22 ^c
6	12,93 ^a	9,59 ^b	5,75 ^c
9	10,39 ^a	8,19 ^b	
12	10,30 ^a	7,96 ^b	
15	9,53		

Ghi chú: Các số mũ không giống nhau trong cùng một hàng thì khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$

Bảng 8. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến chất lượng cảm quan của rau cải chíp trong thời gian bảo quản

Thời gian bảo quản (ngày)	Nhiệt độ bảo quản (°C)		
	4	10	30
0	5,00	5,00	5,00
3	5,00	5,00	3,36
6	5,00	4,86	1,68
9	4,33	3,87	
12	3,72	2,83	
15	2,53		

Ghi chú: Các số mũ không giống nhau trong cùng một hàng thì khác nhau ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$

Bảng 7 cho thấy, hàm lượng vitamin C ở các công thức khác nhau đều giảm nhanh trong quá trình bảo quản. Đặc biệt rau bảo quản ở nhiệt độ 30°C, sự giảm này là rất nhanh: sau 6 ngày bảo quản, hàm lượng vitamin C giảm từ 22,60 mg% xuống còn 5,75 mg%. Ở nhiệt độ 4 và 10°C, hàm lượng vitamin C cũng giảm xuống nhưng với mức độ chậm hơn. Sự tổn thất của vitamin C trong bảo quản là do ảnh hưởng của oxy không khí, nhiệt độ và ánh sáng. Bởi vậy nhiệt độ cao khiến cho tổn thất vitamin C ở mức cao. Nghiên cứu của Jiang và Pearce (2005) cũng khẳng định rằng hàm lượng vitamin C giảm dần trong thời gian bảo quản rau, trung bình 33 – 53%.

3.7. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến chất lượng cảm quan của rau cải chíp trong thời gian bảo quản

Chất lượng cảm quan là cơ sở quyết định giá trị thương mại của sản phẩm. Số liệu ở bảng 8 cho thấy, chất lượng cảm quan của

các mẫu rau cải chíp giảm dần theo thời gian bảo quản. Sau 9 ngày bảo quản, rau ở nhiệt độ 4°C vẫn còn rất tươi, hầu như không có thay đổi gì so với ngày đầu. Rau bảo quản ở nhiệt độ 10°C cũng được chấp nhận sau 6 ngày bảo quản. Ở nhiệt độ 30°C, rau đã bị chuyển màu vàng sau 1 ngày thu hoạch. Trong nghiên cứu của Morris và cs. (1998), chất lượng cảm quan của Kai-lan (*Brassica oleracea var. alboglabra*) và Choi-sum (*Brassica rapa subsp. parachinensis*), hai loại rau ăn lá họ cải đặc trưng của châu Á, có tuổi thọ trên 21 ngày nếu bảo quản ở 0°C, 7 - 14 ngày nếu bảo quản ở 5°C và giảm đi 3 - 4 ngày nếu bảo quản ở 10°C.

Trong quá trình bảo quản, nghiên cứu này cũng theo dõi triệu chứng hư hỏng của rau và nhận thấy, tại thời điểm bảo quản cuối cùng ở mỗi mức nhiệt độ, khi lá rau chuyển sang úa vàng toàn bộ đồng thời rau cũng có biểu hiện bị nhũn và thối hỏng, tương ứng với mức tỷ lệ hư hỏng là 100% (số liệu không trình bày).

4. KẾT LUẬN

Nhiệt độ thấp (4 - 10°C) có tác dụng hạn chế hao hụt khối lượng bảo quản do giảm sự thoát hơi nước và cường độ hô hấp, làm chậm quá trình biến đổi màu sắc lá, sự tổn hao chất tan và vitamin C giảm thấp hơn. Rau cải chíp xanh của Nhật (*Brassica chinensis* L.) sản xuất bằng phương pháp thủy canh có thể bảo quản 9 ngày ở nhiệt độ 4°C hoặc 6 ngày ở 10°C mà vẫn đảm bảo chất lượng dinh dưỡng và cảm quan.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Able A. J., S. W. Wong, A. Prasad and T. J. O'Hare (2005). The physiology of senescence in detached pak choy leaves (*Brassica rapa* var. *chinensis*) during storage at different temperatures. *Postharvest Biol. and Technol.*, 35 (3), p. 271-278.
- Cantwell M., J. Rovelo, X. Nie and V. Rubatzky (1998). Specialty salads greens: postharvest physiology and shelf life. *Acta Hort.*, 467, p. 371 – 377.
- Ferraute A., L. Incrocci, R. Maggini, R. Serra and F. Tognoni (2004). Colour changes of fresh-cut leafy vegetables during storage. *International journal of Food, agriculture and environment* ISSN 1459 -0255, 2 (3 - 4), p. 40 - 44.
- Hardenburg R.E., A.E. Watada and C.Y. Wanf (1986). The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stock. *USDA Agric. Handbook* 66, p. 11-12.
- Jiang T. and D. Pearce (2005). Shelf-life extension of leafy vegetables: evaluating the impacts. *ACIAR Project PHT/1994/016*. Canberra, ACIAR.
- O'Hare, T.J., A.J. Able, L.S. Wong, A. Prasad and R. McLauchlan (2001). Fresh-cut Asian vegetables-pak choy as a model leafy vegetable. In: O'Hare, T., Bagshaw, J., Wu Li and Johnson, G.I., ed., *Postharvest handling of fresh vegetables*. Proceedings of a workshop held in Beijing, People's Republic of China, 9–11 May 2001, ACIAR. Proceedings, 105, p. 113–115.
- Porter K.L., A. Klieber and G. Collins (2003). Chilling injury limits lowtemperature storage of Yuki Chinese cabbage. *Postharvest. Biol. Technol.*, 28 (1), p. 153-158.
- Zong R. J., L. L. Morris, M.J Ahrens, V. Rubatzky and M. I. Cantwell (1998). Postharvest physiology and quality of Gailan (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) và Choi-sum (*Brassica rapa* subsp. *parachinensis*). *Proc 3rd IS on diversification of vegetables crops*. *Acta Hort.*, 467, p. 349 – 356.