



ẢNH HƯỞNG CỦA TIỀN XỬ LÝ VÀ PHƯƠNG THỨC BẢO QUẢN ĐẾN SỰ ỔN ĐỊNH MÀU SẮC VÀ ĐẶC TÍNH CẤU TRÚC CỦA NGÓ SEN SAU THU HOẠCH

Nguyễn Văn Mười¹, Huỳnh Ngọc Tâm¹ và Trần Thanh Trúc¹

¹ Khoa Nông nghiệp & Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 26/9/2014

Ngày chấp nhận: 07/11/2014

Title:

Pretreatment followed by preservation method to remain the color and texture of postharvest lotus sprout

Từ khóa:

Bảo quản lạnh, đặc tính cấu trúc, độ trắng sáng, ngó sen, tiền xử lý

Keywords:

Cold storage, lightness, lotus sprout, pretreatment, texture properties

ABSTRACT

The study was conducted to evaluate the effect of pretreatment with food additives on the quality of postharvest lotus sprout, and preservation method to prevent the browning reaction and softness of the material. The results of the study showed that fresh lotus sprout was pretreated in a solution of 0.75% ascorbic acid, 0.75% NaCl 0.75% and 0.5% CaCl₂ for 30 minutes (ratio of lotus sprout and soaking solution is 1: 2) to maintain their lighness (L^* value) and texture characteristic. After pretreatment, the quality of lotus sprout was still good after 14 days in cold storage with ice or cooler when it was packaged in PA film with 80% vacuum. For the lotus sprouts soaked in a solution of 1% citric acid, their freshness was maintained up to 30 days.

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả của việc tiền xử lý bằng các loại phụ gia thực phẩm đến chất lượng ngó sen tươi sau thu hoạch, đồng thời đề xuất biện pháp bảo quản sơ bộ ngó sen thích hợp nhằm hạn chế sự hóa nâu và hiện tượng úng mềm. Kết quả của nghiên cứu cho thấy, phương thức tiền xử lý ngó sen tươi trong dung dịch chứa acid ascorbic 0,75% kết hợp với NaCl 0,75% và CaCl₂ 0,5% với thời gian ngâm 30 phút (tỷ lệ ngó sen và dịch ngâm là 1: 2) giúp ngó sen duy trì tốt độ trắng sáng (giá trị L^*) và đặc tính cấu trúc. Phẩm chất của ngó sen vẫn còn duy trì tốt sau 14 ngày bảo quản lạnh bằng nước đá hoặc hệ thống tủ mát khi bao gói bằng bao bì PA với độ chân không 80%. Đối với ngó sen ngâm trong dung dịch acid citric 1%, độ tươi được duy trì đến 30 ngày.

1 GIỚI THIỆU

Hóa nâu do enzyme là một vấn đề quan trọng trong một số loại trái cây như mơ, táo, chuối... và rau như khoai tây, ngó sen, nấm, rau diếp... Các phản ứng hóa nâu thường làm giảm tính chất cảm quan của sản phẩm, thay đổi màu sắc, hương vị, cũng như cấu trúc của một số loại rau quả (Martinez và Whitaker, 1995). Việc xử lý với các loại hóa chất không rõ nguồn gốc, thành phần, xuất xứ và liều lượng sử dụng vẫn còn rất phổ biến trên thị trường, không đảm bảo điều kiện an toàn vệ

sinh thực phẩm. Ngó sen sau thu hoạch nếu không có biện pháp tiền xử lý hiệu quả sẽ nhanh chóng biến đổi màu và mất giá trị dinh dưỡng. Ngó sen sau quá trình tiền xử lý có giá bán tăng rất cao khi so sánh với việc bán tươi sau khi thu hoạch. Việc đa dạng sản phẩm chế biến từ ngó sen cũng là vấn đề quan trọng giúp duy trì chất lượng và kéo dài thời gian bảo quản của ngó sen, đồng thời tăng giá trị kinh tế của ngó sen. Giá ngó sen có thể chênh lệch 3 lần vào những thời điểm khác nhau trong năm (số liệu điều tra). Nhu cầu cấp thiết đặt ra để

phát triển kinh tế xã hội trong vùng trồng lúa có thể chuyển đổi để trồng sen đạt hiệu quả là đề xuất cách tiền xử lý, phương pháp bảo quản, sơ chế ngó sen sau thu hoạch để có định hướng phát triển ngành hàng.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Nguyên liệu, phụ gia

– Ngó sen được thu nhận từ Hợp tác xã thu mua và sơ chế sen Hải Nhơn (ấp Hải Hưng, xã Nhơn Hòa, huyện Tân Thạnh, tỉnh Long An). Yêu cầu thời gian tối đa cho phép từ khi ngó sen được thu hái đến khi vận chuyển đến Hợp tác xã không quá 2 giờ. Ngó sen được bảo quản trong thùng xốp ở nhiệt độ từ 0 ÷ 4°C bằng nước đá và vận chuyển về Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ với thời gian tối đa 4 giờ. Ở phòng thí nghiệm, ngó sen được rửa sơ bộ 2 lần bằng nước sạch, cắt riêng phần đầu ngó sen 5 cm, phần cọng sen được cắt khúc khoảng 5 ÷ 6 cm để chuẩn bị cho các nghiên cứu tiền xử lý tiếp theo. Khối lượng mỗi mẫu xử lý là 500 g.

– Các phụ gia sử dụng bao gồm acid citric (A.C), acid ascorbic (A.A), NaCl và CaCl₂ (PA, Trung Quốc).

2.2 Phương pháp phân tích các chỉ tiêu

– Màu sắc được xác định với máy so màu NH300, Shenzhen 3nh Technology Co., Ltd, Trung Quốc. Kết quả được thể hiện qua thông số độ sáng màu L*.

– Đặc tính cấu trúc được đo bằng lực cắt tác động (g lực) lên chiều ngang của mẫu, sử dụng máy đo cấu trúc Rheotex (Nhật Bản).

– Hàm lượng vitamin C được chuẩn độ với 2,6 diclophenol – indophenol 0,001 N (theo TCVN 4715-89).

– Mật số vi sinh vật hiếu khí được xác định theo TCVN 4884:2005, đếm số khuẩn lạc mọc trên môi trường Plate Count Agar (PCA) sau 24 ÷ 48 giờ ở 32 ÷ 37°C.

2.3 Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

Thí nghiệm được tiến hành trên cơ sở thay đổi một nhân tố và cố định các nhân tố còn lại. Kết quả của thí nghiệm trước được sử dụng làm thông số cố định cho thí nghiệm kế tiếp. Các thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại.

Số liệu được thu thập và xử lý bằng phần mềm thống kê Statgraphics Centurion 15.2, Copyright (C) PP, USA. Phân tích phương sai (ANOVA) và kiểm định LSD để kết luận về sự sai khác giữa trung bình các nghiệm thức.

2.4 Phương pháp bố trí thí nghiệm

2.4.1 Ảnh hưởng của tiền xử lý bằng phụ gia riêng lẻ đến chất lượng ngó sen

Ngó sen sau quá trình xử lý sơ bộ được ngâm trong dung dịch các phụ gia khác nhau gồm acid citric (A.C), acid ascorbic (A.A), NaCl và CaCl₂ tương ứng với 6 mức nồng độ từ 0,25% đến 1,5% w/v. Cố định thời gian ngâm là 30 phút và tỷ lệ dịch ngâm: ngó sen là 2 lít: 1 kg mẫu (Lê Văn Vui *et al.*, 2013). Xác định sự thay đổi màu sắc (độ sáng L*) và đặc tính cấu trúc của ngó sen sau quá trình xử lý.

2.4.2 Khả năng tiền xử lý ngó sen bằng phương thức kết hợp các loại phụ gia

Tiền xử lý ngó sen trong dung dịch phụ gia kết hợp thành phần dịch ngâm thay đổi dựa trên sự kết hợp các loại phụ gia với nồng độ thích hợp từ khảo sát 2.4.1. Sau thời gian ngâm 30 phút, làm ráo mẫu, tiến hành đo sự thay đổi cấu trúc và màu sắc ngó sen.

2.4.3 Ảnh hưởng của phương thức bảo quản đến sự thay đổi chất lượng ngó sen ở điều kiện nhiệt độ thấp 2 ÷ 4°C

Ngó sen được tiền xử lý ở điều kiện thích hợp, làm ráo. Sử dụng bao bì PA để bảo quản mẫu ở 2 phương thức (1) Đóng gói chân không ở độ chân không 80% (200 g/mẫu) và (2) bảo quản bằng dung dịch acid citric 1% (ngó sen ngâm chua) ở tỷ lệ mẫu và dịch ngâm là 2: 1 (100 g/mẫu).

Mẫu được bảo quản trong tủ mát (nhiệt độ 2 ÷ 4°C) hoặc thùng xốp (điều chỉnh nhiệt độ bằng nước đá). Theo dõi sự thay đổi các tính chất hóa lý của ngó sen theo thời gian bảo quản.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Tác động của phụ gia xử lý đến màu sắc và sự thay đổi đặc tính cấu trúc (H/Ho) ngó sen

Sau khi thu hoạch, ngó sen xảy ra các biến đổi sinh hóa dẫn đến giảm chất lượng và giá trị cảm quan. Một trong những biến đổi quan trọng nhất là biến đổi màu sắc do phản ứng hóa nâu xảy ra. Phản ứng hóa nâu xảy ra tạo một số hợp chất màu làm ảnh hưởng đến màu sắc đặc biệt là độ trắng sáng của các nguyên liệu giàu polyphenol oxidase - PPO (Pongsakul *et al.*, 2006), điển hình như ngó sen. Vì vậy, chất lượng cảm quan của ngó sen giảm nhanh chóng nếu không có biện pháp tiền xử lý thích hợp. Kết quả phân tích sự thay đổi màu sắc (L*) của ngó sen sau tiền xử lý ở các nồng độ khác nhau của các phụ gia riêng lẻ được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1: Sự thay đổi màu sắc (L^*) ngó sen sau tiền xử lý với các nồng độ khác nhau

| Nồng độ xử lý (%) | Acid ascorbic (A.A) | Acid citric (A.C) | CaCl ₂ | NaCl |
|-------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Đối chứng | 74,79 ^a ± 0,95 | 74,79 ^a ± 0,95 | 74,79 ^{ab} ± 0,95 | 74,79 ^{ab} ± 0,95 |
| 0,25 | 78,36 ^b ± 0,60 | 77,52 ^{ab} ± 1,96 | 75,41 ^{ab} ± 1,95 | 75,79 ^{ab} ± 0,35 |
| 0,50 | 79,93 ^b ± 1,54 | 85,15 ^d ± 1,05 | 82,23 ^d ± 0,94 | 76,94 ^b ± 0,68 |
| 0,75 | 84,13 ^d ± 0,40 | 81,06 ^c ± 1,15 | 76,53 ^{abc} ± 1,34 | 81,02 ^c ± 0,42 |
| 1,00 | 81,90 ^c ± 0,14 | 81,25 ^c ± 2,46 | 78,64 ^c ± 0,97 | 77,16 ^b ± 0,73 |
| 1,25 | 80,22 ^{bc} ± 2,04 | 79,90 ^{bc} ± 3,45 | 77,78 ^{bc} ± 3,65 | 74,47 ^{ab} ± 0,72 |
| 1,50 | 80,13 ^{bc} ± 0,72 | 80,70 ^{bc} ± 0,98 | 74,14 ^a ± 0,33 | 73,60 ^a ± 2,02 |

Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa của các nghiệm thức ở mức độ tin cậy 95%

Dựa vào kết quả ở Bảng 1 cho thấy, giá trị độ sáng (L^*) có sự khác biệt đáng kể giữa các nồng độ khi tiền xử lý với acid ascorbic. Giá trị độ sáng (L^*) của ngó sen sau khi tiền xử lý với acid ascorbic được cải thiện đáng kể. Khi tiền xử lý với nồng độ 0,75% cho giá trị độ sáng (L^*) đạt cao nhất (83,13). Tuy nhiên, khi gia tăng nồng độ tiền xử lý thì hiệu quả cải thiện độ sáng của ngó sen không tăng. Điều này là do acid ascorbic có thể bị phân hủy theo thời gian, oxy không khí, ánh sáng, pH và nhiệt độ của môi trường (Marshall *et al.*, 2000). Theo Martinez và Whitaker (1995) nhận thấy, hiệu quả ức chế chống hóa nâu có thể được giải thích do cơ chế tác dụng ức chế enzyme khi hợp chất o-diphenol trong nguyên liệu tiếp xúc với oxy trong không khí hình thành nên hợp chất o-quinone. Dưới tác dụng của acid ascorbic, chất o-quinone bị chuyển thành o-diphenol như trạng thái xuất phát. Mặt khác, acid ascorbic là một trong những acid có khả năng chống các phản ứng oxy hóa rất tốt và các phản ứng hóa nâu do enzyme mà không gây tổn thương đến các mô thực vật nếu được sử dụng với một lượng vừa đủ (Pongsakul *et al.*, 2006). Từ kết quả trên nhận thấy, nồng độ tối ưu cho việc ức chế hoạt động của PPO trong ngó sen khi tiền xử lý với acid ascorbic là 0,75%.

Xét về ảnh hưởng của citric đến sự thay đổi màu sắc ngó sen, kết quả ở Bảng 1 nhận thấy, acid citric giúp cải thiện độ sáng màu của ngó sen, độ sáng (L^*) đạt cao nhất ($L^* = 85,15$) ở nồng độ acid citric sử dụng là 0,5%. Điều này có thể giải thích do PPO có pH tối thích ở khoảng trung tính (Paul và Palmer, 1972), việc sử dụng các chất có tính acid, điển hình như acid citric để điều chỉnh pH môi trường thấp hơn pH tối ưu của enzyme sẽ giúp hạn chế hoạt động của PPO. Hơn thế nữa, acid citric còn có khả năng tạo phức “càng cua” với đồng (Cu) trong phenolase, làm ức chế hoạt động của PPO (Moline *et al.*, 1998). Tuy nhiên, việc sử dụng acid citric ở nồng độ cao có thể làm mất hương vị sản phẩm. Đồng thời, nồng độ xử lý cao

có thể dẫn đến hiện tượng mất nước trong tế bào của ngó sen do chênh lệch nồng độ chất tan, kết quả là giảm độ sáng (L^*) của ngó sen khi gia tăng nồng độ xử lý (Rong Bao Hua *et al.*, 2010). Thông thường, acid citric thường được dùng kết hợp với với acid ascorbic hay sodium sulphite như tác nhân ức chế sự hóa nâu do enzyme nhằm gia tăng hiệu quả vô hoạt PPO. Từ kết quả trên nhận thấy, nồng độ tối ưu cho việc ức chế hoạt động của PPO trong ngó sen khi tiền xử lý với acid citric là 0,5%.

Trong trường hợp tiền xử lý ngó sen với nồng độ calcium chloride trong dịch ngâm thay đổi từ 0,25 đến 1,5%, kết quả cũng cho thấy có sự khác biệt đáng kể về độ sáng (L^*) của ngó sen ở các nồng độ khảo sát. Khi mẫu được ngâm trong dung dịch CaCl₂ ở nồng độ 0,5% trong thời gian 30 phút, giá trị độ sáng đạt cao nhất (82,23). Nhìn chung, muối của ion Ca²⁺ giúp sự ổn định cấu trúc mô tế bào rau quả nhờ sự liên kết với acid pectic, tạo thành phức hợp pectate calcium, ngăn cản tác động của oxy, nhờ đó hạn chế sự hóa nâu (Ihl *et al.*, 2003). Ngoài ra, nghiên cứu của Rosen và Kader (1989) đã chứng minh vai trò của ion Cl⁻ trong việc ngăn cản hiện tượng hóa nâu. Kết quả nghiên cứu trùng khớp với nghiên cứu của Abbott *et al.* (1989) về hiệu quả của việc tiền xử lý với ion Ca²⁺ trong việc cải thiện độ cứng của mô tế bào cũng như trong việc làm giảm hóa nâu do enzyme. Theo nghiên cứu của Rong Bao-hua *et al.* (2010) cũng cho thấy, các ion Ca²⁺ và Al³⁺ có thể ức chế hoạt động của PPO và tác dụng ức chế của Al³⁺ là cao hơn so với Ca²⁺ khi nghiên cứu ảnh hưởng trên hoạt động của PPO. Ngó sen khi tiền xử lý với calcium chloride, nồng độ tối ưu cho việc ức chế hoạt động của PPO là 0,5%.

Muối sodium chloride (NaCl) cũng được sử dụng hỗ trợ cho việc ngăn cản sự hóa nâu không chỉ nhờ vào tác động của ion Cl⁻ (Rosen và Kader, 1989; Rouet –Mayer và Phillipon, 1986). Tuy nhiên, hiệu quả ức chế của PPO gia tăng khi pH giảm (Mayer và Harel, 1991). Kết quả khảo sát cho

thấy, giá trị độ sáng (L^*) đạt cao nhất khi xử lý ở nồng độ 0,75% cho giá trị độ sáng là 81,02. Tuy nhiên, nồng độ càng cao giá trị độ sáng có xu hướng giảm dần. Nguyên nhân của hiện tượng trên là do khi nồng độ tăng cao sẽ dẫn đến hiện tượng thâm thấu và nước sẽ di chuyển từ bên trong ra ngoài dẫn đến mất nước bề mặt của ngó sen và làm cho giá trị độ sáng (L^*) của ngó sen giảm dần. Nhìn chung, nồng độ ion Cl^- yêu cầu cho việc ức chế PPO là cao và có thể tác động đến mùi vị của sản phẩm (Mayer và Harel, 1991). Do đó, việc tiền xử lý với NaCl phải có một giá trị giới hạn về nồng độ. Theo Mayer và Philippon (1986), việc kiểm soát hóa nâu có thể thực hiện bằng cách ngâm dung dịch NaCl trong môi trường acid có pH ít nhất 3,5. Hoạt tính chống phản ứng hóa nâu của NaCl trong

rau quả nhưng chỉ mang tính chất tạm thời trong thời gian ngắn. Từ kết quả trên nhận thấy, nồng độ tối ưu cho việc ức chế hoạt động của PPO trong ngó sen khi tiền xử lý với sodium chloride là 0,75%.

Hiệu quả tiền xử lý còn được đánh giá thông qua chỉ tiêu lực cắt tương đối (H/H_0) của ngó sen sau tiền xử lý. Đặc tính cấu trúc của ngó sen sau tiền xử lý được đánh giá với chỉ tiêu lực cắt tương đối (H/H_0) dựa trên sự thay đổi lực cắt (g lực) sau quá trình tiền xử lý so với mẫu không qua quá trình xử lý. Hiệu quả của quá trình tiền xử lý đến đặc tính cấu trúc của ngó sen được thể hiện khi lực cắt của ngó sen có sự thay đổi ít so với các mẫu không xử lý. Kết quả được thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2: Độ cứng tương đối (H/H_0) của ngó sen sau tiền xử lý với phụ gia riêng lẻ

| Nồng độ xử lý (%) | A.A, % | A.C, % | CaCl ₂ , % | NaCl, % |
|-------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 0,25 | 96,13 ^d ± 1,24 | 84,03 ^{cd} ± 1,02 | 89,24 ^a ± 0,57 | 87,32 ^c ± 1,17 |
| 0,5 | 94,57 ^d ± 1,18 | 85,12 ^d ± 0,70 | 92,62 ^b ± 1,23 | 80,15 ^{cd} ± 0,78 |
| 0,75 | 94,41 ^d ± 0,85 | 82,42 ^{bc} ± 1,07 | 93,25 ^b ± 1,28 | 80,64 ^d ± 1,04 |
| 1,0 | 90,26 ^c ± 1,33 | 80,61 ^b ± 0,86 | 93,58 ^b ± 1,13 | 78,42 ^c ± 1,53 |
| 1,25 | 85,19 ^b ± 1,26 | 81,37 ^b ± 1,57 | 89,21 ^a ± 1,08 | 74,87 ^b ± 0,96 |
| 1,5 | 82,38 ^a ± 2,21 | 77,46 ^a ± 0,83 | 87,36 ^a ± 0,92 | 70,55 ^a ± 1,15 |

Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa của các nghiệm thức ở mức độ tin cậy 95%

Khi tăng nồng độ xử lý các loại phụ gia riêng lẻ, độ cứng tương đối của ngó sen có xu hướng giảm. Tuy nhiên, ở nồng độ sử dụng thấp sự giảm cấu trúc là không đáng kể, ngược lại, ở nồng độ cao sự biến đổi cấu trúc diễn ra mạnh (Alyward và Haisian, 1969). Nồng độ tối ưu của từng loại phụ gia riêng lẻ để thực hiện trong tiến trình tiền xử lý là khác nhau. Như vậy, nồng độ thích hợp của acid citric, acid ascorbic, calcium chloride, sodium chloride lần lượt là 0,5; 0,75; 0,5 và 0,75% (%w/v) làm thay đổi đặc tính cấu trúc của ngó sen ít nhất nhưng có thể giúp ngăn chặn hiện tượng hóa nâu và cải thiện sự trắng sáng của sản phẩm.

3.2 Nghiên cứu phương thức tiền xử lý bằng phụ gia kết hợp

Hiệu quả chống hóa nâu PPO trong ngó sen thể hiện đáng kể khi tiền xử lý kết hợp các loại phụ gia riêng lẻ (Rong Bao Hua *et al.*, 2010). Kết quả phân tích các chỉ tiêu hóa lý của ngó sen ở các phương thức tiền xử lý các loại phụ gia được trình bày ở Bảng 3.

Kết quả thể hiện ở Bảng 3 chứng minh rằng, lực cắt tương đối của ngó sen sau khi tiền xử lý khác biệt có ý nghĩa giữa các phương thức tiền xử lý khác nhau. Các phương thức kết hợp các loại phụ gia đã cho thấy hiệu quả đáng kể so với việc sử

dụng các loại phụ gia riêng lẻ trong việc cải thiện đặc tính cấu trúc của ngó sen tươi sau tiền xử lý. Sau tiền xử lý, phương thức xử lý C₅ (acid ascorbic 0,75%, NaCl 0,75% và CaCl₂ 0,5%) cho kết quả độ cứng tương đối (H/H_0) là 0,95 và hầu như không có sự khác biệt so với lực cắt tương đối của ngó sen ban đầu. Tuy nhiên, lực cắt tương đối của ngó sen ở phương thức kết hợp C₁ (acid citric 0,5%, NaCl 0,75%) và xử lý với acid citric (0,75%) có sự thay đổi lực cắt tương đối là nhiều nhất. Nguyên nhân là do ảnh hưởng của quá trình tiền xử lý gây ra hiện tượng mất nước trong cấu trúc tế bào ngó sen dẫn đến mất trạng thái tương cấu trúc trong tế bào ngó sen. Vì thế, lực cắt tương đối có sự khác biệt đáng kể so với ngó sen không tiền xử lý.

Tóm lại, việc tiền xử lý bằng phương thức kết hợp các loại phụ gia có hiệu quả trong việc cải thiện màu sắc do hiệu quả chống hóa nâu do enzyme, duy trì đặc tính cấu trúc của ngó sen tươi. Sau tiền xử lý nhận thấy, phương thức kết hợp C₅ (acid ascorbic 0,75%, NaCl 0,75% và CaCl₂ 0,5%) cho thấy hiệu quả chống hóa nâu là tốt nhất so với các phương thức kết hợp và phương thức riêng lẻ khác. Bên cạnh đó, giá trị lực cắt tương đối (H/H_0) của ngó sen được duy trì ổn định và gần như không chênh lệch nhiều so với lực cắt tương đối của nguyên liệu không tiền xử lý.

Bảng 3: Độ sáng và cấu trúc ngó sen ở các phương thức tiền xử lý

| Phương thức kết hợp | Độ sáng (L*) | Lực cắt tương đối (H/H ₀), % |
|--|-----------------------------|--|
| A.C 0,5% và NaCl 0,75% (C ₁) | 80,64 ^a ± 1,07 | 111,36 ^h ± 1,31 |
| A.C 0,5% và CaCl ₂ 0,5% (C ₂) | 85,53 ^d ± 0,99 | 88,62 ^c ± 0,95 |
| A.A 0,75% và NaCl 0,75% (C ₃) | 84,50 ^{cd} ± 1,75 | 91,27 ^d ± 2,06 |
| A.A 0,75% và CaCl ₂ 0,5% (C ₄) | 82,85 ^{bc} ± 1,97 | 107,35 ^g ± 1,58 |
| A.A 0,75%, NaCl 0,5% và CaCl ₂ 0,5% (C ₅) | 88,74 ^e ± 0,27 | 95,25 ^f ± 2,12 |
| A.C 0,5%, NaCl 0,75% và CaCl ₂ 0,5% (C ₆) | 84,27 ^{bcd} ± 1,57 | 85,56 ^b ± 1,46 |
| A.A 0,75% (C ₇) | 84,13 ^{bcd} ± 0,40 | 94,41 ^{ef} ± 0,85 |
| A.C 0,5% (C ₈) | 85,15 ^d ± 1,05 | 85,12 ^b ± 0,70 |
| CaCl ₂ 0,5% (C ₉) | 82,23 ^{ab} ± 0,94 | 92,62 ^{de} ± 1,23 |
| NaCl 0,75% (C ₁₀) | 80,64 ^a ± 1,04 | 80,64 ^a ± 1,04 |

Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa của các nghiệm thức ở mức độ tin cậy 95%

3.3 Sự thay đổi chất lượng ngó sen bảo quản bằng bao bì chân không

3.3.1 Mật số vi sinh vật ở các phương thức bảo quản khác nhau

An toàn thực phẩm là một trong những yếu tố quan trọng trong quá trình bảo quản rau quả

(Wiley, 1994; Bico *et al.*, 2009). Thành phần chủ yếu của ngó sen là nước, tinh bột và vitamin, đây là nguồn cung cấp dinh dưỡng cho sự phát triển của vi sinh vật. Sự thay đổi mật số vi sinh vật hiếu khí (VSVHK) trong ngó sen bảo quản chân không theo các phương thức bảo quản khác nhau được trình bày trong Bảng 4.

Bảng 4: Sự thay đổi mật số VSVHK (cfu/g) trong ngó sen bảo quản chân không

| Bảo quản | Ngày 0 | 2 ngày | 4 ngày | 8 ngày | 12 ngày | 14 ngày |
|----------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Nhiệt độ phòng | < 10 ⁽⁻⁾ (*) | 8,1 x 10 ² | hông | hông | hông | hông |
| Không khí lạnh | < 10 ⁽⁻⁾ | 2,2 x 10 ² | 4,7 x 10 ² | 4,8 x 10 ² | 6,7 x 10 ³ | 7,6 x 10 ³ |
| Nước đá | < 10 ⁽⁻⁾ | 2,3 x 10 ² | 4,6 x 10 ² | 2,8 x 10 ³ | 4,0 x 10 ³ | 4,9 x 10 ³ |

(*) <10⁽⁻⁾: dưới giới hạn phát hiện

Kết quả theo dõi chỉ tiêu vi sinh ở Bảng 4 cho thấy, mật số vi sinh vật hiếu khí sau quá trình tiền xử lý nằm dưới giới hạn phát hiện (<10⁽⁻⁾) cfu/g). Sau thời gian tồn trữ trong tủ mát và thùng đá, mật số vi sinh vật hiếu khí có chiều hướng gia tăng. Trong quá trình bảo quản, nhiệt độ thấp ngăn cản phần lớn các hoạt động của vi sinh vật hiếu khí, ức chế sự hoạt động và lan truyền của các phản ứng sinh hóa có trong nguyên liệu. Bên cạnh đó, acid ascorbic cũng có đặc tính kháng khuẩn do tạo thành ion H⁺, làm giảm giá trị pH môi trường, phá vỡ cấu trúc tế bào vi sinh vật (Wiley, 1994).

3.3.2 Ảnh hưởng của phương thức bảo quản đến sự thay đổi độ cứng tương đối (H/H₀), cấu trúc và màu sắc (L*) của ngó sen tươi

Quá trình kiểm soát nhiệt độ trong tồn trữ là phương pháp nhằm kéo dài khả năng bảo quản. Các phản ứng sinh lý sinh hóa thay đổi rất đáng kể, quá trình hô hấp và các quá trình trao đổi chất thông thường được hạn chế đến mức thấp khi bảo quản ở nhiệt độ lạnh 0 ÷ 2°C. Ngoài ra, tồn trữ lạnh còn là phương pháp duy trì giá trị cho nông sản để kéo dài thời gian sống và giá trị thương phẩm (Nguyễn Mạnh Khải, 2006). Kết quả phân tích ảnh hưởng của phương thức bảo quản đến các chỉ tiêu hóa lý của ngó sen thể hiện ở Bảng 5.

Bảng 5: Ảnh hưởng của phương thức bảo quản đến chất lượng ngó sen

| Phương thức bảo quản | Thời gian bảo quản | Cấu trúc (H/H ₀) | Vitamin C (mg%) | Màu sắc (L*) |
|----------------------|--------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Sau TXL | | 0,93 ^c ± 0,03 | 34,75 ^d ± 0,19 | 82,79 ^b ± 0,94 |
| Nhiệt độ phòng | 2 ngày | 0,64 ^a ± 0,05 | 3,29 ^a ± 0,24 | 63,12 ^a ± 0,28 |
| Không khí lạnh | 14 ngày | 0,85 ^b ± 0,02 | 28,51 ^c ± 0,27 | 79,21 ^b ± 0,26 |
| Nước đá | 14 ngày | 0,80 ^b ± 0,04 | 24,75 ^b ± 0,17 | 81,16 ^b ± 0,41 |

Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa của các nghiệm thức ở mức độ tin cậy 95%

Kết quả ở Bảng 5 cho thấy rằng, màu sắc của ngó sen giảm theo thời gian bảo quản ở các phương thức bảo quản, màu sắc sản phẩm giảm nhanh chóng khi bảo quản ở nhiệt độ phòng ($3,29 \pm 0,24$ mg%). Nguyên nhân chủ yếu là do xảy ra phản ứng hóa nâu, sự hóa nâu thường xảy ra mạnh khi điều kiện môi trường biến đổi mạnh. Khi đó, mô tế bào thực vật chịu tác động của nhiều yếu tố như ánh sáng, nhiệt độ, quá trình hô hấp trong tế bào rau quả,... làm cho chúng dễ bị tổn thương, vì thế đẩy nhanh quá trình oxy hóa các hợp chất phenol, điển hình như tyrosine thành melanin, màu sắc sản phẩm chuyển sang màu sậm hơn (Nguyễn Mạnh Khải, 2006).

Sau quá trình bảo quản các chỉ tiêu chất lượng của ngó sen vẫn còn duy trì khi bảo quản ở nhiệt độ thấp và không khác biệt khi sử dụng không khí lạnh và nước đá. Xét về hàm lượng vitamin C trong sản phẩm, kết quả khảo sát cho thấy, tiến trình tiền xử lý giúp tăng hàm lượng vitamin C do tác động của dịch ngâm có chứa acid ascorbic 0,75% (hàm lượng vitamin C trong ngó sen ban đầu là $9,39 \pm 0,54$ mg% tăng đến $34,75 \pm 0,19$ mg%) đã góp phần đáng kể trong việc hạn chế sự hóa nâu. Màu sắc và hàm lượng vitamin C của ngó sen ít bị biến đổi ở cả hai phương thức bảo quản ở nhiệt độ thấp và biến đổi mạnh khi bảo quản ở nhiệt độ phòng. Điều này cũng phù hợp với nghiên cứu của Alyward và Haisian, (1969). Ngó sen có cấu trúc

rỗng, làm tăng khả năng xảy ra phản ứng hóa nâu trong khi enzyme hóa nâu vẫn hiện diện (Rong Bao hua *et al.*, 2010).

3.4 Sự biến đổi chất lượng của sản phẩm ngó sen ngâm chua

3.4.1 Ảnh hưởng của phương thức bảo quản đến sự thay đổi một số chỉ tiêu hóa lý của ngó sen ngâm chua

Các chỉ tiêu màu sắc và mùi vị, cấu trúc là những yếu tố quan trọng dùng để đánh giá chất lượng sản phẩm rau quả chế biến. Kết quả phân tích các chỉ tiêu ngó sen ngâm chua sau thời gian bảo quản được thể hiện ở Bảng 6.

Đặc tính cấu trúc ngó sen có xu hướng giảm sau 30 ngày bảo quản (4 ngày đối với nhiệt độ phòng) trong dung dịch acid citric 1%. Bên cạnh đó, việc bảo quản ở nhiệt độ thấp là điều kiện góp phần duy trì hàm lượng vitamin C, màu sắc trong sản phẩm (Nguyễn Văn Mười, 2007). Ngó sen được ngâm trong dung dịch acid sẽ bị ảnh hưởng của quá trình thẩm thấu chất tan vào bên trong ngó sen, đồng thời nước từ bên trong tế bào thoát ra bên ngoài dịch ngâm chua, ngó sen mất nước sẽ trở nên dai hơn so với ban đầu trước khi ngâm dịch. Trong điều kiện bảo quản lạnh, các quá trình biến đổi chất lượng diễn ra với tốc độ chậm hơn ở nhiệt độ thường.

Bảng 6: Các chỉ tiêu hóa lý của ngó sen ngâm chua ở các chế độ bảo quản

| Phương pháp bảo quản | Thời gian bảo quản | Cấu trúc (H/Ho) | Vitamin C (mg%) | Màu sắc (L*) |
|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Nhiệt độ phòng | 4 ngày | $70,74^a \pm 1,82$ | $9,88^a \pm 1,09$ | $76,97^a \pm 0,95$ |
| Không khí lạnh (tủ mát) | 30 ngày | $77,38^b \pm 2,13$ | $18,36^b \pm 0,56$ | $76,53^a \pm 1,24$ |
| Nước đá | 30 ngày | $81,53^b \pm 2,51$ | $22,58^c \pm 1,13$ | $78,73^a \pm 1,65$ |

Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa của các nghiệm thức ở mức độ tin cậy 95%

Một số nghiên cứu trên dưa leo, ớt, cà chua cũng chỉ ra rằng, quá trình ngâm nguyên liệu tươi trong dung dịch acid nồng độ từ 0,5 ÷ 1,1% kết hợp với hệ thống tồn trữ ở nhiệt độ thấp giúp duy trì chất lượng rau quả và ngăn cản hoạt động của vi sinh vật. Dạng sản phẩm này được chế biến ở cả hai phương thức: nồng độ acid cao và thấp, bên cạnh đó, dung dịch ngâm có thể bổ sung muối NaCl để cải thiện mùi vị, tuy nhiên hàm lượng

muối bổ sung trong sản phẩm này thường thấp (Lee và Kang, 2004; Miller và Wehner, 1989).

3.4.2 Sự thay đổi mật số tổng số vi sinh vật hiếu khí trong ngó sen ngâm chua

Mật số vi sinh vật là chỉ tiêu quan trọng đánh giá chất lượng sản phẩm, kết quả phân tích vi sinh có trong ngó sen ngâm chua theo thời gian bảo quản được thể hiện qua Bảng 7.

Bảng 7: Ảnh hưởng của phương thức bảo quản đến mật số VSVHK (cfu/g) trong ngó sen ngâm chua

| Phương thức bảo quản | Sau 7 ngày | Sau 14 ngày | Sau 21 ngày | Sau 30 ngày |
|-------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Nhiệt độ phòng | $3,7.10^3$ | $7,8.10^4$ | $> 10^5$ | $> 10^5$ |
| Không khí lạnh (tủ mát) | $1,4.10^2$ | $2,7.10^2$ | $2,8.10^3$ | $6,4.10^3$ |
| Nước đá | $1,1.10^2$ | $2,4.10^2$ | $2,0.10^3$ | $5,9.10^3$ |

Kết quả phân tích cho thấy, mật số VSVHK có khuynh hướng tăng dần theo thời gian ở tất cả các phương thức bảo quản. Mật số VSVHK ở các mẫu bảo quản bằng không khí lạnh và nước đá có sự hiện diện của mật số tổng số vi sinh vật hiếu khí thấp hơn tiêu chuẩn cho phép là 10^4 cfu/g. Điều này chứng tỏ vai trò của nhiệt độ thấp trong bảo quản rau quả và ảnh hưởng đến sự phát triển của vi sinh vật. Nghiên cứu của Hardenburg *et al.* (1986) cũng đề xuất biện pháp sử dụng nhiệt độ thấp $1 \div 2^\circ\text{C}$ kết hợp với việc điều khiển khí quyển tồn trữ để kéo dài thời gian bảo quản các sản phẩm ngâm chua, hạn chế sự lên men và mất màu, mùi vị đặc trưng của sản phẩm. Bên cạnh đó, các chỉ tiêu vi sinh cũng được kiểm soát.

4 KẾT LUẬN

Việc sử dụng phương thức ngâm ngó sen với thời gian 30 phút trong dung dịch gồm acid ascorbic 0,75%, CaCl_2 0,5% và NaCl 0,75% là phương thức tiền xử lý thích hợp giúp ngăn cản sự hóa nâu, ổn định chất lượng nguyên liệu. Chất lượng của ngó sen tươi đạt tốt nhất sau quá trình 14 ngày bảo quản lạnh bằng không khí lạnh và nước đá kết hợp với bao gói bằng bao bì PA ở độ chân không 80%. Ngó sen trong dung dịch acid citric 1% vẫn còn duy trì chất lượng sau 30 ngày bảo quản lạnh.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Long An, Trường Đại học Cần Thơ đã tài trợ kinh phí và tạo điều kiện thuận lợi để đề tài được thực hiện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abbott, J.A., Conway W.S. and C.E. Sams, 1989. Postharvest calcium chloride infiltration affects textural attributes of apples, *J. Am.Soc.Hortic.Sci.* 114, 935-936.
- Alyward, F. and D.R. Haisian, 1969. Oxidation system in fruits and vegetables their relation to the quality of pressured products. *Advances in Food research*, 17: 1-76.
- Bico, S.L.S., Raposo, M.F.J., Morais, R.M.S.C. and A.M.M.B. Morais, 2009. Combined effects of chemical dip and/or carrageenan coating and/or controlled atmosphere on quality of fresh-cut banana. *Food Control*, 5: 508-514.
- Hardenburg R.E., Watada A.E and C.Y. Wang. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U.S. Department of Agriculture, *Agriculture Handbook*, 66: 47-48.
- Ihl M., L.Aravena, E. Scheuermann, E. Uquiche and V. Bifani, 2003. Effect of immersion solutions on shelf-life of minimally processed lettuce. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 36: 591-599.
- Lê Văn Vui, Trần Thanh Trúc và Nguyễn Văn Mười, 2013. Một số tính chất cơ bản của polyphenol oxidase trong ngó sen. *Kỷ yếu Hội thảo Công nghệ sinh học vùng Đồng bằng sông Cửu Long*: 124-129.
- Lee, S.Y. and D.H.Kang, 2004. Microbial Safety of Pickled Fruits and Vegetables. Hurdle Technology Department of Food Science and Human Nutrition, Washington State University, Pullman, Washington, 99: 164-6376.
- Marshall, M.R., J. Kim. and C.I. Wei, 2000. Enzymatic browning in fruits, vegetable and seafoods. *Journal of Food and Agriculture Organization*, 41: 259-312.
- Martinez, M.V. and J.R. Whitaker, 1995. The biochemistry and control of enzymatic browning. *Trends Food Science Technology*, 6: 195-200.
- Mayer, A.M. and E. Harel, 1991. Phenoloxidases and their significant in fruit and vegetables. In: P.F. Fox, ed. *Food Enzymology*, v1, Elsevier, London: 373-398.
- Mayer, A.M., Philippon, J. and J. Nicolas, 1986. In: *Encycloedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*, R. McRae, R. K. Robinson, M. J. Sadler (Eds.), Acad. Press London (1993), 199-510.
- Miller, C.H. and T.C. Wehner, 1989. Quality and Preservation of Vegetables. Cucumbers (Chapter 8). In Michael Eskin N.A. (Editor). CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, 245-264.
- Moline, H.E., Buta, J.G. and I.M. Newmann, 1998. Prevention of browning of banana slices using natural products and their derivatives. *Journal of Food Quality*, 22: 499-511.
- Nguyễn Mạnh Khải, 2006. *Giáo trình Bảo quản nông sản*. Nhà xuất bản Giáo dục.
- Nguyễn Văn Mười, 2007. *Công nghệ chế biến lạnh thực phẩm*, Nhà xuất bản Giáo dục.

16. Paul, P.C. and H.H. Palmer, 1972. Food theory and applications, John Wiley & Sons Inc, New York.
17. Pongsakul, N,B. Leelasart and N. Rakarlyatham, 2006. Effect of L-cysteine, potassium metabisulfite, ascorbic acid and citric acid on inhibition of enzymatic browning in Longan. *Chiang Mai Journal of Science*, 33: 137-141.
18. Rong Bao-hua, S. Wang, T. Chang, L. Shi, 2010. Studies on the enzymatic characteristics of polyphenol oxidase in lotus sprout. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 19: 276-280.
19. Rosen J.C and A.A. Kader, 1989. Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruit. *Journal of Food Science*, 54: 656-659.
20. Rouet –Mayer M.A. and J. Phillipon, 1986. Inhibition of catechol oxidase from apple by sodium chloride. *Phytochemistry*, 25(12): 2717-2719.
21. Wiley, R.C. 1994. *Minimally Processed Refrigerated Fruits và Vegetables*, Chapman and Hall, New York, NY.