

Thanh trùng Măng tây đóng hộp sử dụng thiết bị vi sóng

Mai Thanh Nhân

Khoa Dược, Đại học Nguyễn Tất Thành
mtnhan@ntt.edu.vn

Tóm tắt

Măng tây (*Asparagus officinalis* L.) là một loại rau giàu hoạt tính kháng oxi hóa. Trong nghiên cứu này, măng tây đóng hộp được thanh trùng bằng vi sóng. Ảnh hưởng của công suất vi sóng và thời gian xử lý vi sóng đến mức độ an toàn vi sinh của sản phẩm được khảo sát. Ở công suất vi sóng là 2,67W/g và thời gian xử lý vi sóng là 4 phút, sản phẩm an toàn về mặt vi sinh. Sản phẩm được thanh trùng bằng vi sóng có tổn thất về hàm lượng vitamin C, hàm lượng các hợp chất phenol và hoạt tính kháng oxi hóa ít hơn lần lượt là 19,2%, 26,4%, 22,9% so với phương pháp thanh trùng truyền thống. Sau 8 ngày bảo quản ở điều kiện gia tốc nhiệt 60°C theo phương pháp Q₁₀, tổn thất về hàm lượng vitamin C, hàm lượng các hợp chất phenol và hoạt tính kháng oxi hóa của sản phẩm trong thời gian bảo quản lần lượt là 78,0%, 36,3%, 37,4%. Sản phẩm Măng tây đóng hộp có điểm số của chỉ tiêu mức độ ưa thích chung là 7,50 điểm, đạt yêu cầu về chất lượng cảm quan. Kết quả nghiên cứu cho thấy thanh trùng Măng tây đóng hộp sử dụng vi sóng là phương pháp an toàn và hữu hiệu hơn so với phương pháp thanh trùng truyền thống, có thể ứng dụng trong công nghệ chế biến rau quả đóng hộp.

Nhận 28.06.2019
Được duyệt 27.08.2020
Công bố 30.10.2020

Từ khóa

Măng tây, thanh trùng bằng vi sóng, hàm lượng các hợp chất phenol, hoạt tính kháng oxi hóa, phương pháp Q₁₀

© 2020 Journal of Science and Technology - NTTU

1 Giới thiệu

Măng tây (*Asparagus officinalis* L.) là một loại rau xanh giàu axit amin, khoáng chất và các hợp chất có hoạt tính sinh học như flavonoid (chủ yếu là rutin), vitamin C, glutathione và các hợp chất phenol khác; được chứng minh là có thể ngăn chặn một số bệnh ung thư, bệnh tim và tai biến mạch máu não [1]. Hiện tại, Măng tây được tiêu thụ chủ yếu ở dạng tươi, nhưng quá trình xơ hóa và hư hỏng của Măng tây tươi xảy ra rất nhanh chóng sau khi thu hoạch nên thời gian sử dụng ngắn (3-5 ngày). Vì vậy, việc đưa ra các phương pháp chế biến nhằm kéo dài thời gian bảo quản, góp phần đa dạng hóa sản phẩm và giữ được các thành phần dinh dưỡng trong nguyên liệu ban đầu là vấn đề đang được quan tâm.

Rau quả đóng hộp là một trong những sản phẩm tiện ích có thời gian bảo quản lâu. Tuy nhiên, thanh trùng đồ hộp rau quả theo phương pháp xử lý nhiệt truyền thống gây tổn thất khá lớn các thành phần dinh dưỡng có trong nguyên liệu, đặc biệt là các hoạt chất sinh học có lợi cho cơ thể như vitamin C và các hợp chất phenol. Vì thế, việc tìm ra phương pháp thanh trùng nhằm hạn chế sự tổn thất các hợp chất quý đang thu hút nhiều nhà khoa học.

Thanh trùng đồ hộp bằng vi sóng là một trong những phương pháp được quan tâm bởi thời gian xử lý ngắn, giúp sản phẩm giữ được thành phần dinh dưỡng, cấu trúc và những giá trị cảm quan khác. Trong nghiên cứu này, Măng tây đóng hộp được thanh trùng bằng vi sóng nhằm rút ngắn thời gian thanh trùng và đảm bảo được chất lượng của sản phẩm.

2 Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1 Nguyên vật liệu và thiết bị

2.1.1 Nguyên vật liệu

Măng tây: được mua từ Công ty TNHH Xuất nhập khẩu Măng tây xanh. Măng tây sử dụng thuộc giống F1 California 500. Chọn Măng tây non, búp chưa nở, búp măng thẳng, ít xơ, không bị dập, héo. Chiều dài Măng dao động trong khoảng từ 25 cm – 28 cm, thân thẳng, không bị dị dạng, không sâu bệnh.

Bao bì: hộp thủy tinh Iwaki, Nhật Bản, được nhập khẩu và phân phối bởi Công ty TNHH Đồ dùng Gia đình Sapa, có dung tích 550 mL. Kích thước (chiều rộng x chiều cao): 100 mm x 123 mm.

Gia vị: giấm, đường tinh luyện, muối ăn và nước.

2.1.2 Thiết bị

- Thiết bị vi sóng hiệu Electrolux EMS2047X, Thụy Điển.



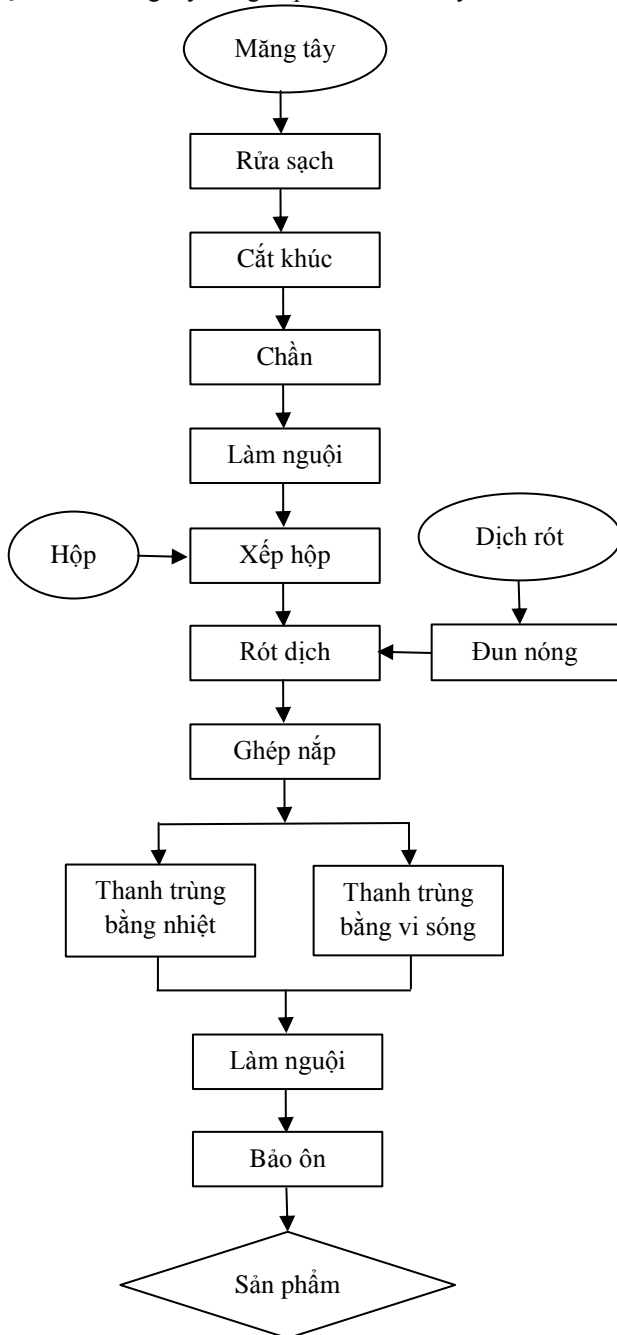
- Máy đo hàm lượng vitamin C: RQflex plus 10, Merck, Đức. Test thử axit ascorbic Merckoquant, Đức. Các test thử được bảo quản ở nhiệt độ từ 15÷25°C.

- Máy đo cấu trúc LFRA Texture Analyzer Brookfield của hãng Brookfield Ametek, Mĩ.

2.2 Phương pháp nghiên cứu

2.2.1 Phương pháp chuẩn bị Măng tây đóng hộp

Quy trình Măng tây đóng hộp được trình bày ở Hình 1.



Hình 1 Sơ đồ quy trình măng tây đóng hộp

- Rửa: Măng tây được rửa với nước sạch để loại bỏ đất, cát và bụi bám trên thân và gốc Măng. Phần chồi Măng để bị dập, hư hỏng nên cần rửa nhẹ tay.

- Cắt khúc: Măng tây sau khi rửa sạch được cắt khúc 8 cm để chuẩn bị cho các bước tiếp theo.

- Chần: nguyên liệu được chần nước nóng khoảng 90°C trong thời gian 30 giây. Mục đích của quá trình chần là đình chỉ các quá trình sinh hóa xảy ra trong nguyên liệu, giữ màu sắc của nguyên liệu. Chần còn làm tăng độ thấm thấu của chất nguyên sinh giúp dung dịch nước rút dễ ngấm vào nguyên liệu và làm giảm lượng vi sinh vật kìm chịu nhiệt bám trên bề mặt nguyên liệu [2].

- Làm nguội (sau chần): quá trình làm lạnh nhanh bằng cách nhúng nguyên liệu trong nước khoảng 10 giây rồi vớt ra, giúp hạn chế sự biến đổi quá mức của nguyên liệu do nhiệt độ như làm thất thoát chất dinh dưỡng, làm Măng tây bị mềm nhũn, giảm giá trị cảm quan của sản phẩm sau này.

- Xếp hộp: Măng tây được xếp vào bao bì thủy tinh có dung tích 550 mL với tỉ lệ cái/dịch rót là 60/40.

- Rót dịch, ghép nắp: dịch rót gồm các thành phần đường, muối, giấm và nước với tỉ lệ đường 9,7%; muối 3%; giấm 1,3% và 86% nước, đun nóng đến nhiệt độ 80°C, rồi tiến hành rót hộp. Quá trình này làm giảm thời gian nâng nhiệt ở giai đoạn thanh trùng, giúp bài khí ra khỏi hộp. Sau đó tiến hành ghép nắp để hạn chế sự tiếp xúc của sản phẩm với môi trường bên ngoài.

- Thanh trùng: quá trình thanh trùng nhằm ức chế và tiêu diệt vi sinh vật có hại, giúp kéo dài thời gian bảo quản sản phẩm.

- Làm nguội (sau thanh trùng): làm nguội sản phẩm bằng nước đến khoảng nhiệt độ 40°C rồi đem đi bảo quản với mục đích hạn chế sự tổn thất các chất dinh dưỡng, giữ được chất lượng cảm quan của sản phẩm.

- Bảo ôn: sản phẩm được bảo ôn ở nhiệt độ phòng để ổn định cấu trúc, tạo sự hài hòa về mùi, vị cho sản phẩm. Đồng thời giúp phát hiện sản phẩm bị hư hỏng trong quá trình bảo quản.

- Quy trình lấy dịch Măng tây để phân tích hàm lượng vitamin C, hàm lượng các hợp chất phenol, hoạt tính kháng oxi hóa có trong nguyên liệu và sản phẩm được thực hiện như sau:

+ Mẫu nguyên liệu Măng tây tươi: rửa sạch, cắt khúc rồi đem đi ép để thu được dịch Măng tây thô. Sau đó đem hỗn hợp dịch ép đi li tâm lạnh với tốc độ 5.000 vòng/phút trong thời gian 20 phút ở 10°C để tách cặn mịn. Dịch Măng tây tiếp tục được đem đi xác định hàm lượng vitamin C, hàm lượng các hợp chất phenol và hoạt tính kháng oxi hóa.

+ Mẫu Măng tây đóng hộp: được chọn lựa ngẫu nhiên từ trong hộp sau quá trình thanh trùng và xử lý tương tự như mẫu nguyên liệu Măng tây tươi.

2.2.2 Khảo sát ảnh hưởng của công suất vi sóng đến mức độ an toàn vi sinh của sản phẩm

Thông số khảo sát: công suất vi sóng được thay đổi lần lượt là: (0,8 W, 1,33 W, 2,13 W, 2,67 W)/g sản phẩm.

Thông số cố định: thời gian 3 phút, khối lượng mẫu 300 ± 5 g, thể tích dịch rót 200 mL.

Hàm mục tiêu: mật độ vi sinh vật sau quá trình thanh trùng.
2.2.3 Khảo sát ảnh hưởng của thời gian vi sóng đến mức độ an toàn vi sinh của sản phẩm

Thông số khảo sát: thời gian vi sóng được thay đổi lần lượt là: (1, 2, 3, 4, 5) phút.

Thông số cố định: công suất phù hợp chọn từ thực nghiệm 2.2.2, khối lượng mẫu 300 ± 5 g, thể tích dịch rót 200 mL.

Hàm mục tiêu: mật độ vi sinh vật sau quá trình thanh trùng.
2.2.4 So sánh hàm lượng vitamin C, hàm lượng các hợp chất phenol, hoạt tính kháng oxi hóa và cấu trúc của sản phẩm theo phương pháp xử lý nhiệt và xử lý bằng vi sóng.

- Đối với phương pháp thanh trùng truyền thống
Măng tây đóng hộp được thanh trùng theo phương pháp truyền thống sử dụng bể nước thanh trùng có thể điều chỉnh nhiệt độ (water bath). Chế độ thanh trùng được chọn có công thức là:

$$\frac{10 - 15 - 20}{85^{\circ}\text{C}}$$

Trong đó:

- 10 là thời gian nâng nhiệt của nước lên 85°C (phút).
- 15 là thời gian giữ nhiệt ở nhiệt độ 85°C (phút).
- 20 là thời gian hạ nhiệt độ của mẫu xuống 40°C (phút).
- 85 là nhiệt độ thanh trùng ($^{\circ}\text{C}$).

- Đối với phương pháp thanh trùng bằng vi sóng
Công suất và thời gian xử lý vi sóng được chọn từ kết quả thực nghiệm 2.2.2 và 2.2.3 để thanh trùng Măng tây đóng hộp.

Sau đó, tiến hành khảo sát tổn thất hàm lượng vitamin C, hàm lượng các hợp chất phenol, hoạt tính kháng oxi hóa và cấu trúc của Măng tây đóng hộp thanh trùng bằng vi sóng và thanh trùng bằng nhiệt.

2.2.5 Khảo sát tổn thất hàm lượng vitamin C, hàm lượng các hợp chất phenol, hoạt tính kháng oxi hóa và sự thay đổi cấu trúc của sản phẩm trong thời gian bảo quản bằng phương pháp gia tốc nhiệt (phương pháp Q_{10})

Nghiên cứu xác định giá trị Q_{10} bằng cách lưu trữ sản phẩm ở nhiệt độ 60°C , sau đó xác định hạn sử dụng của sản phẩm. Mỗi lần tăng nhiệt độ thêm 10°C so với nhiệt độ bình thường, sản phẩm sẽ giảm hạn sử dụng tương ứng là Q_{10} lần. Với giá trị Q_{10} đã biết, hạn sử dụng được tính bằng công thức:

$$t_s = t_0 \cdot Q_{10}^n$$

Trong đó:

- t_s là hạn sử dụng ở điều kiện lưu trữ bình thường.
- t_0 là hạn sử dụng ở điều kiện gia tốc nhiệt.
- $n = \frac{T_0 - T_s}{10^{\circ}\text{C}}$ với T_0 là nhiệt độ gia tốc nhiệt ($^{\circ}\text{C}$), T_s là nhiệt độ lưu trữ bình thường ($^{\circ}\text{C}$) [3].

2.2.6 Phương pháp xác định hàm lượng phenolic tổng

Tổng hàm lượng các hợp chất phenol được phân tích dựa trên phương pháp quang phổ so màu, sử dụng thuốc thử Folin Ciocalteu [4].

- Mẫu chuẩn: chuẩn bị các dung dịch axit gallic chuẩn có nồng độ lần lượt là: (20, 40, 50, 80, 100) ppm từ dung dịch axit gallic stock 1000 ppm. Cho 40 μL các dung dịch axit gallic chuẩn vào ống nghiệm. Thêm 200 μL thuốc thử Folin-Ciocalteu vào, lắc đều. Sau khoảng 5 - 8 phút, thêm 600 μL dung dịch Na_2CO_3 20% và 3,16 mL nước cất vào ống nghiệm, lắc đều. Đặt các ống nghiệm vào bể điều nhiệt ở nhiệt độ 40°C trong thời gian 30 phút.

Mẫu trắng (blank): thực hiện tương tự như trên nhưng thay bằng 40 μL nước cất.

- Đo mẫu: cho 40 μL mẫu đã pha loãng vào ống nghiệm. Các bước tiếp theo thực hiện tương tự như trên.

Sau đó, tiến hành đo các mẫu ở bước sóng 760 nm. Dụng cụ chuẩn của độ hấp thụ A theo nồng độ axit gallic chuẩn (mgGAE/L). Từ đồ thị đường chuẩn, xác định hàm lượng các hợp chất phenol có trong mẫu phân tích.

2.2.7 Phương pháp xác định hàm lượng vitamin C

Hàm lượng vitamin C được xác định bằng kit thử và thiết bị đo RQflex plus 10, Merck, Đức.

- Cách tiến hành:

Pha loãng mẫu bằng dung dịch axit oxalic 1% với tỉ lệ thích hợp. Bật máy đo RQflex plus 10. Nhúng ngập test thử vào trong dung dịch mẫu đã được pha loãng bằng axit oxalic 1%. Cần thận đưa test thử vào trong khoảng đo của máy. Thời gian chuẩn bị tối đa cho các thao tác là 15 giây. Sau thời gian 15 giây, máy sẽ hiển thị kết quả trên màn hình.

Hàm lượng axit ascorbic được tính theo đơn vị mg/L theo công thức:

Hàm lượng vitamin C (mg/L) = Giá trị đo được x Hệ số pha loãng.

2.2.8 Phương pháp xác định hoạt tính kháng oxi hóa

Hoạt tính kháng oxi hóa được phân tích dựa trên phương pháp quang phổ so màu, sử dụng ABTS [5].

- Chuẩn bị thuốc thử: Hòa tan 0,096 g ABTS trong nước cất và định mức đến vạch 25 mL (dung dịch A). Hòa tan 0,017 g $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ trong nước cất và định mức đến vạch 25 mL (dung dịch B).

- Chuẩn bị dung dịch stock: trộn dung dịch A và dung dịch B theo tỉ lệ 1:1 về thể tích, để ở nhiệt độ phòng, trong bóng tối từ 12 - 16 giờ. Pha loãng dung dịch stock bằng ethanol để đạt độ hấp thụ $0,7 \pm 0,02$ ở bước sóng 734 nm (dung dịch C).

Dụng cụ chuẩn: Pha dung dịch chuẩn Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic axit) ở các giá trị nồng độ: 25, 50, 100, 200, 250 μM . Cho 200 μL Trolox chuẩn vào 5700 μL dung dịch C. Để ở nhiệt độ phòng trong bóng tối 1 phút. Đo độ hấp thụ ở bước sóng 734 nm. Dụng cụ chuẩn phân trăm ức chế theo nồng độ Trolox.

- Xác định hoạt tính kháng oxi hóa của mẫu: cho 200 μ L mẫu đã pha loãng vào 5700 μ L dung dịch C. Đo độ hấp thụ ở bước sóng 734 nm.

Mẫu trắng (blank) thực hiện tương tự như trên nhưng thay bằng 200 μ L nước cất.

Dựa vào đường chuẩn để tính toán đương lượng mol Trolox. Kết quả được biểu diễn theo đương lượng mol Trolox/thể tích dịch rau quả (μ molTEAC/L dịch rau quả). Sự giảm độ hấp thụ được tính theo công thức:

$$\Delta A = A_1 - A_2$$

Trong đó:

A1 là độ hấp thụ của mẫu trắng.

A2 là độ hấp thụ của mẫu phân tích.

Từ đồ thị đường chuẩn và độ giảm hấp thụ ΔA , xác định được hoạt tính kháng oxi hóa của mẫu phân tích theo đương lượng mol Trolox.

2.2.9 Phương pháp đánh giá cảm quan sản phẩm

Chất lượng cảm quan của sản phẩm được đánh giá theo phương pháp cho điểm, dùng phép thử chấp nhận.

- Cách tiến hành:

Sản phẩm Măng tây đóng hộp thanh trùng bằng vi sóng được đánh giá cảm quan bởi một nhóm gồm 60 người, là sinh viên, học viên cao học từ 18 tuổi trở lên. Các tiêu chí đánh giá sản phẩm trong nghiên cứu này bao gồm:

Trạng thái, cấu trúc: sản phẩm có kích thước đồng đều, nước dầm trong, Măng tây không bị mềm nhũn.

Màu sắc: Măng tây có màu vàng oliu, không bị chuyển sang màu nâu đen.

Mùi: sản phẩm có mùi đặc trưng của Măng tây, không lẫn mùi lạ.

Vị: sản phẩm có vị hài hòa, không lẫn vị lạ.

Mức độ ưa thích chung: đánh giá chung về các tiêu chí kể trên.

Người thử đánh giá mức độ ưa thích của họ đối với sản phẩm trên thang điểm 9 (điểm 1: cực kì không thích; điểm 9: cực kì thích) [6].

2.2.10 Phương pháp đo cấu trúc của nguyên liệu và sản phẩm
Cấu trúc của sản phẩm được xác định bằng máy LFRA Texture Analyzer Brookfield, MI.

- Cách tiến hành:

Mẫu thử được chia làm ba phân khúc: phân khúc chồi (bud segment), phân khúc giữa (middle segment) và phân khúc cuối (butt segment), có kích thước bằng nhau là 8 cm để xác định độ cứng thông qua máy đo cấu trúc, sau đó lấy giá trị trung bình từ kết quả đo được [7].

2.2.11 Phương pháp phân tích vi sinh

Chỉ tiêu vi sinh của sản phẩm được khảo sát theo các TCVN thuộc Quyết định 46/2007/QĐ-BYT của Bộ Y tế.

Các vi sinh vật được quan tâm là: Tổng số vi khuẩn hiếu khí, tổng số nấm men, nấm mốc, Coliforms tổng số, *Staphylococcus aureus* và *Clostridium botulinum* [8-10].

Theo Nguyễn Đức Lượng [11], đồ hộp có pH từ 4,6 – 5,2 thì bào tử được bảo tồn, chỉ phát triển và tạo chất độc khi đồ hộp nhiễm nhiều vi sinh vật (trên 1000 bào tử/g), và đồ hộp có pH từ 3,2 – 4,6 thì bào tử không phát triển và không tạo chất độc. Sản phẩm Măng tây đóng hộp không phải xét đến chỉ tiêu về *Clostridium botulinum*.

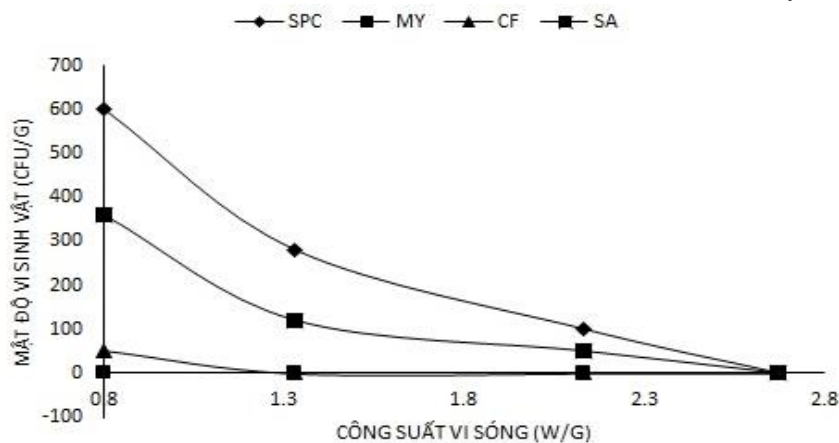
2.2.12 Phương pháp xử lý thống kê

Tất cả các thực nghiệm được lặp lại 3 lần. Kết quả trình bày là giá trị trung bình, các giá trị trung bình được xem là khác biệt có ý nghĩa thống kê khi $P < 0,05$. Phân tích phương sai ANOVA được tiến hành trên phần mềm Statgraphics.

3 Kết quả nghiên cứu

3.1 Khảo sát ảnh hưởng của công suất vi sóng đến mức độ an toàn vi sinh của sản phẩm

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của công suất vi sóng đến mức độ an toàn vi sinh được trình bày ở Hình 2.



Hình 2 Ảnh hưởng của công suất vi sóng đến mức độ an toàn vi sinh của sản phẩm

SPC: Tổng số vi sinh vật hiếu khí; MY: Tổng số nấm men, nấm mốc; CF: Coliforms tổng số; SA: *Staphylococcus aureus*

Khi thay đổi công suất vi sóng từ (0,8 - 2,67) W/g, mật độ vi sinh vật trong Măng tây đóng hộp giảm dần. Tại công

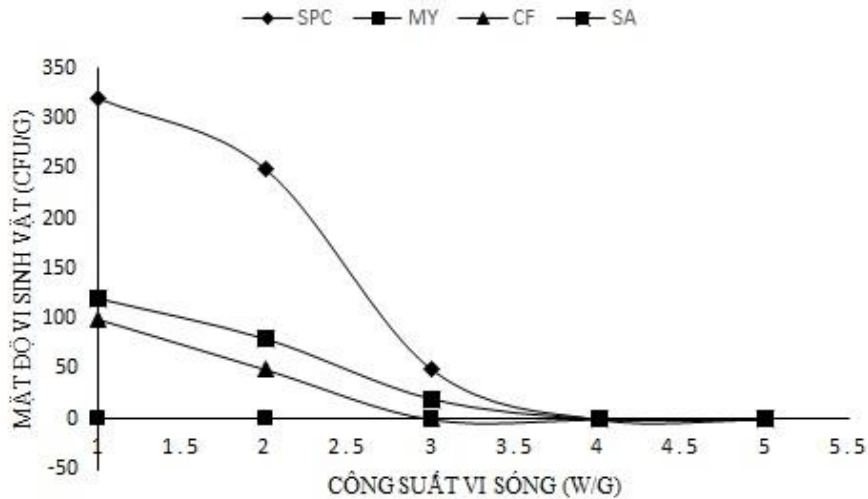
suất 2,67 W/g không phát hiện vi khuẩn hiếu khí, Coliforms và *Staphylococcus aureus* trong mẫu. Điều này có thể giải

thích là do khi công suất vi sóng tăng làm tăng mức năng lượng tác động đến phân tử vật chất trong Măng tây, dẫn đến tăng sự chuyển động hỗn loạn của các phân tử lưỡng cực trong điện trường. Chính sự chuyển động hỗn loạn này tạo ra nhiệt ỨC chế và tiêu diệt vi sinh vật trong sản phẩm [12]. I. Anaya và cộng sự [13] đã xử lý bắp rang bằng vi sóng ở công suất 700 W, tần số 2450 MHz trong 3 phút để tiêu diệt vi khuẩn *Salmonella*, trong khi chế biến bắp rang theo phương pháp xử lý bằng nhiệt ở nhiệt độ 110°C thì cần thời gian là 4 phút để đạt được hiệu quả diệt khuẩn tương tự như xử lý bằng vi sóng. Juan A. Canumir và cộng

sự [14] cũng đã đưa ra kết luận là quá trình thanh trùng bằng vi sóng có tác dụng tiêu diệt *Escherichia coli* trong nước táo ép khi tiến hành ở điều kiện công suất từ 700 W - 900 W, tần số 2450 MHz trong khoảng thời gian từ 40 s - 90 s. Như vậy, ở công suất 2,67 W/g không phát hiện vi sinh vật có hại trong mẫu nên công suất 2,67 W/g được chọn để tiến hành các khảo sát tiếp theo.

3.2 Khảo sát ảnh hưởng của thời gian vi sóng đến mức độ an toàn vi sinh của sản phẩm

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của thời gian vi sóng đến mức độ an toàn vi sinh được trình bày ở Hình 3.



Hình 3 Ảnh hưởng của thời gian vi sóng đến mức độ an toàn vi sinh của sản phẩm

SPC: Tổng số vi sinh vật hiếu khí; MY: Tổng số nấm men, nấm mốc; CF: Coliforms tổng số; SA: *Staphylococcus aureus*

Khi thời gian xử lý càng lâu thì mật độ vi sinh vật trong sản phẩm càng giảm. Tại thời gian xử lý vi sóng là 4 phút, không phát hiện SPC, MY, CF, SA trong sản phẩm. Điều này được giải thích là khi thời gian thanh trùng bằng vi sóng càng lâu thì chuyển động hỗn loạn của các phân tử càng dài, dẫn đến nhiệt sinh ra đủ để ỨC chế và tiêu diệt vi sinh vật [12]. Tùy thuộc vào trạng thái của sản phẩm mà công suất và thời gian xử lý vi sóng khác nhau. Theo nghiên cứu của Juan A. Canumir và cộng sự [14] khi thanh trùng sản phẩm nước ép Táo bằng vi sóng, ở công suất 900 W, khi tăng thời gian xử lý từ 40 s - 90 s, mật độ *Escherichia coli* giảm từ 10 cfu/mL đến mức không phát hiện.

Như vậy, 4 phút xử lý vi sóng được chọn làm thời gian thanh trùng cho những nghiên cứu sau. Với phương pháp thanh trùng truyền thống thì thời gian xử lý nhiệt khoảng 15 phút, sản phẩm an toàn về vi sinh vật. Có thể nói, thanh trùng bằng vi sóng rút ngắn đáng kể thời gian xử lý nhiệt sản phẩm nhằm hạn chế những tổn thất hay biến đổi không có lợi cho sản phẩm. Tóm lại, công suất vi sóng 2,67 W/g và thời gian xử lý 4 phút được chọn để thanh trùng Măng tây đóng hộp.

3.3 So sánh hàm lượng vitamin C, hàm lượng các hợp chất

phenol, hoạt tính kháng oxi hóa và cấu trúc của sản phẩm theo phương pháp xử lý nhiệt và xử lý bằng vi sóng.

Các thông số hàm lượng vitamin C, hàm lượng các hợp chất phenol, hoạt tính kháng oxi hóa và cấu trúc của sản phẩm sau khi thanh trùng bằng vi sóng và bằng nhiệt được khảo sát. Kết quả được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1 Hàm lượng vitamin C, hàm lượng các hợp chất phenol, hoạt tính kháng oxi hóa và cấu trúc của sản phẩm (thanh trùng bằng vi sóng và thanh trùng bằng xử lý nhiệt) so với mẫu nguyên liệu ban đầu (trước thanh trùng)

Các thông số	Mẫu nguyên liệu	Mẫu xử lý vi sóng	Mẫu xử lý nhiệt
Hàm lượng vitamin C (mg/L)	310,33 ± 13,43 ^a	207,67 ± 8,62 ^b	169,0 ± 4,58 ^c
Hàm lượng các hợp chất phenol (mgGAE/L)	1137,33 ± 56,86 ^a	670,67 ± 25,17 ^b	530,67 ± 20,82 ^c
Hoạt tính kháng oxi hóa (µmolTEAC/L)	3786,07 ± 159,57 ^a	1810,47 ± 71,28 ^b	1518,62 ± 74,19 ^c
Độ cứng (g lực)	991,03 ± 82,54 ^a	494,43 ± 15,33 ^b	239,8 ± 62,62 ^c

Các giá trị có kí hiệu khác nhau trong cùng một hàng biểu thị sự khác nhau có nghĩa (P < 0,05)

Tồn thất về hàm lượng vitamin C, hàm lượng các hợp chất phenol, hoạt tính kháng oxi hóa và cấu trúc của sản phẩm thanh trùng bằng vi sóng ít hơn thanh trùng bằng nhiệt lần lượt là 22,9%, 26,4%, 19,2%, 106,2%. Điều này có thể được giải thích là thanh trùng bằng vi sóng rút ngắn thời gian xử lý do tia vi sóng đi xuyên qua bao bì đến trực tiếp sản phẩm, không gây tổn thất năng lượng nên thời gian xử lý rất ngắn [12]. Từ đó sẽ hạn chế được tồn thất hàm lượng vitamin C, hàm lượng các hợp chất phenol, giảm tồn thất hoạt tính kháng oxi hóa và giữ được cấu trúc của sản phẩm tốt hơn so với phương pháp thanh trùng bằng nhiệt. Patricia CM. và cộng sự [15] đã sử dụng vi sóng để chần Bông cải xanh ở công suất 950 W, tần số 2450 MHz trong 3 phút. Hàm lượng vitamin C sau khi xử lý bằng vi sóng cao hơn 23% so với phương pháp xử lý nhiệt truyền thống.

3.4 Tồn thất hàm lượng vitamin C, hàm lượng các hợp chất phenol, hoạt tính kháng oxi hóa và sự thay đổi cấu trúc của sản phẩm trong thời gian bảo quản

Măng tây đóng hộp sau khi thanh trùng bằng vi sóng được đem đi bảo quản và theo dõi tồn thất về hàm lượng vitamin C, hàm lượng các hợp chất phenol, hoạt tính kháng oxi hóa và sự thay đổi cấu trúc của sản phẩm. Kết quả được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2 Tồn thất về hàm lượng vitamin C, hàm lượng các hợp chất phenol, hoạt tính kháng oxi hóa và độ cứng của mẫu sản phẩm (sau thanh trùng bằng vi sóng và trong thời gian bảo quản) so với mẫu nguyên liệu ban đầu (trước thanh trùng)

Các thông số	Thời gian bảo quản (ngày)	Hàm lượng vitamin C (mg/L)	Hàm lượng hợp chất phenol (mgGAE/L)	Hoạt tính kháng oxi hóa ($\mu\text{molTEAC/L}$)	Độ cứng (g lực)
Mẫu nguyên liệu	0	310,33 \pm 13,43 ^f	1137,33 \pm 56,86 ^e	3786,07 \pm 159,57 ^e	991,03 \pm 82,54 ^d
Mẫu sản phẩm (sau thanh trùng và bảo quản)	0	207,67 \pm 8,62 ^c	670,67 \pm 25,17 ^f	1810,47 \pm 71,28 ^f	494,43 \pm 15,33 ^c
	2	166,67 \pm 2,08 ^d	557,33 \pm 15,28 ^e	1585,97 \pm 33,89 ^e	473,4 \pm 34,87 ^c
	4	139,33 \pm 6,03 ^c	497,33 \pm 25,17 ^d	1424,33 \pm 120,73 ^{de}	421,3 \pm 80,67 ^{bc}
	6	90,33 \pm 1,53 ^b	467,33 \pm 15,28 ^{cd}	1343,51 \pm 60,74 ^d	380,83 \pm 79,06 ^{abc}
	8	45,67 \pm 2,08 ^a	427,33 \pm 20,82 ^{bc}	1132,48 \pm 13,59 ^c	345,1 \pm 96,46 ^{ab}

Các giá trị có kí hiệu khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác nhau có nghĩa ($P < 0,05$)

Kết quả cho thấy hàm lượng vitamin C giảm 78%, hàm lượng các hợp chất phenol và hoạt tính kháng oxi hóa giảm tương ứng là 36,3%; 37,4% sau 8 ngày bảo quản ở điều kiện gia tốc nhiệt. Điều này được giải thích là do vitamin C và các hợp chất phenol rất nhạy cảm, dễ bị phân hủy ở nhiệt độ cao; do vitamin C nhạy cảm với ánh sáng và nhiệt độ

hơn các hợp chất phenol nên vitamin C tồn thất nhiều hơn các hợp chất phenol [16]. Thêm vào đó, hàm lượng vitamin C, hàm lượng hợp chất phenol có quan hệ chặt chẽ với hoạt tính kháng oxi hóa, nên khi hàm lượng vitamin C, hàm lượng các hợp chất phenol giảm thì hoạt tính kháng oxi hóa của sản phẩm cũng giảm theo [17,18].

Đối với sự thay đổi cấu trúc của sản phẩm trong quá trình bảo quản, kết quả cho thấy thời gian bảo quản kéo dài thì độ cứng của sản phẩm giảm dần. Khi thời gian bảo quản tăng dần từ 0 - 8 ngày thì cấu trúc của sản phẩm giảm từ 494,43 g lực xuống còn 345,1 g lực (giảm 30,2%). Điều này được giải thích là do sự biến đổi bên trong thành phần sản phẩm và sự khuếch tán của các hợp chất hòa tan trong sản phẩm vào môi trường dịch rút làm mềm cấu trúc của sản phẩm. Tuy nhiên, phương pháp thanh trùng bằng vi sóng giữ được cấu trúc của sản phẩm tốt hơn so với phương pháp xử lý bằng nhiệt nhờ rút ngắn được thời gian thanh trùng [19-21].

Áp dụng công thức $t_s = t_0 \cdot Q_{10}^n$ như đã trình bày ở phần 2.2.5, thời gian bảo quản thực tế của sản phẩm được dự đoán khoảng trên 7 tháng (216 ngày).

3.5 Đánh giá cảm quan sản phẩm Măng tây đóng hộp thanh trùng bằng vi sóng

Kết quả đánh giá cảm quan của sản phẩm Măng tây đóng hộp được trình bày theo Bảng 3.

Bảng 3 Kết quả đánh giá cảm quan của sản phẩm Măng tây đóng hộp thanh trùng bằng vi sóng

Các chỉ tiêu	Điểm cảm quan
Trạng thái, cấu trúc	8,03 \pm 0,66 ^a
Màu sắc	7,53 \pm 0,68 ^b
Mùi	7,1 \pm 0,3 ^c
Vị	7,4 \pm 0,62 ^b
Mức độ ưa thích chung	7,5 \pm 0,5 ^b

Các giá trị có kí hiệu khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác nhau có nghĩa ($P < 0,05$)

Kết quả đánh giá cảm quan cho thấy chỉ tiêu về trạng thái, cấu trúc có điểm số trung bình cao nhất là 8,03 điểm, và chỉ tiêu về mùi có điểm số trung bình thấp nhất là 7,1 điểm, trong khi các chỉ tiêu về màu sắc, vị và mức độ ưa thích chung được đánh giá ngang bằng nhau (về mặt ý nghĩa thống kê) với điểm số lần lượt là 7,53, 7,4, 7,5 điểm. Quá trình xử lý bằng vi sóng rút ngắn thời gian xử lý nhiệt giúp hạn chế sự biến đổi về mặt cấu trúc của sản phẩm [22,23] nên sản phẩm vẫn giữ được cấu trúc giòn, không bị mềm nhũn.

Đối với chỉ tiêu mùi, vì sản phẩm không có bổ sung thêm thành phần tạo mùi mà chỉ dựa trên cơ sở mùi tự nhiên có trong nguyên liệu Măng tây tươi nên chưa tạo được ảnh hưởng nhiều đến khứu giác khi ngửi, dẫn đến chỉ tiêu về mùi chưa được đánh giá cao. Sự thay đổi màu sắc của sản phẩm chủ yếu do quá trình chuyển màu từ chlorophyll (màu xanh) sang pheophytin (màu vàng oliu) dưới tác động của nhiệt độ cao và pH axit [2], nhưng với thời gian thanh trùng ngắn, sự biến đổi về màu sắc của sản phẩm vẫn ở mức hội

đồng cảm quan có thể chấp nhận được. Cùng với tiêu chí về màu sắc, chỉ tiêu vị cũng được đánh giá bằng điểm số tương đồng, điều này cho thấy tỉ lệ phối chế dịch rót là hợp lý, giúp sản phẩm có vị hài hòa.

Điểm số của chỉ tiêu mức độ ưa thích chung đối với sản phẩm Măng tây đóng hộp thanh trùng bằng vi sóng do hội đồng đánh giá là 7,5 điểm, kết quả này hoàn toàn phù hợp với điểm trung bình lấy từ các chỉ tiêu về trạng thái, cấu trúc, màu sắc và mùi vị của sản phẩm (7,52 điểm). Như vậy, sản phẩm Măng tây đóng hộp được đánh giá cảm quan ở mức khá và đạt yêu cầu về chất lượng cảm quan (tất cả các chỉ tiêu cảm quan bao gồm trạng thái, cấu trúc, màu sắc, mùi và vị đều có điểm số đánh giá từ hội đồng ở mức trên 7 điểm, cao hơn so với thang điểm trung bình là 5 điểm).

4 Kết luận và đề nghị

Chế độ thanh trùng Măng tây đóng hộp bằng vi sóng như sau: Công suất là 2,67 W/g; Thời gian là 4 phút. Qui cách sản phẩm: Khối lượng tịnh là (500 ± 5) g; Bao bì thủy tinh chịu nhiệt, dung tích 550 mL; Kích thước (chiều rộng x chiều cao) là 100 mm x 123 mm. Thành phần nguyên liệu và gia vị gồm có Măng tây (60%) và giấm, đường, muối (40%). Sản phẩm có thể được bảo quản ở điều kiện bình thường, sử dụng trực tiếp và dùng được cho mọi đối tượng. Hạn sử dụng khoảng

trên 7 tháng (216 ngày) kể từ ngày sản xuất. Thành phần các hợp chất có hoạt tính sinh học trong sản phẩm Măng tây đóng hộp thanh trùng bằng vi sóng bao gồm: Hàm lượng vitamin C là $(207,67 \pm 8,62)$ mg/L; Hàm lượng các hợp chất phenol là $(670,67 \pm 25,17)$ mgGAE/L; Hoạt tính kháng oxi hóa là $(1810,47 \pm 71,28)$ $\mu\text{molTEAC/L}$. Nhìn chung, tồn thất về hàm lượng vitamin C, hàm lượng các hợp chất phenol và hoạt tính kháng oxi hóa của sản phẩm thanh trùng bằng vi sóng thấp hơn sản phẩm thanh trùng truyền thống lần lượt là 22,9%, 26,4%, 19,2%. Cấu trúc của sản phẩm thanh trùng bằng vi sóng ổn định hơn. Các chỉ tiêu về vi sinh vật (cfu/g) không phát hiện tổng số vi khuẩn hiếu khí; Tổng số nấm men, nấm mốc; Coliforms tổng số và *Staphylococcus aureus* trong sản phẩm.

Tác giả đề xuất tiến hành khảo sát quá trình thanh trùng bằng vi sóng sử dụng bao bì nhựa chịu vi sóng như màng MAP (Modified Atmosphere Packaging) nhằm giảm giá thành sản phẩm; Thử nghiệm thanh trùng bằng vi sóng các loại sản phẩm rau quả khác như Dưa chuột, Ngô bao tử, các loại nước ép từ rau quả... Khảo sát phân bố nhiệt độ trong suốt quá trình thanh trùng bằng vi sóng nhằm thuận tiện cho việc lựa chọn công suất và thời gian xử lý vi sóng, đồng thời, nghiên cứu thiết bị vi sóng có năng suất lớn để có thể triển khai trên qui mô công nghiệp.

Tài liệu tham khảo

1. Rui Fan et al (2014). *Extraction and analysis of antioxidant compounds from the residues of Asparagus officinalis L.* J Food Sci Technol, 1, pp. 1-11
2. Lê Mỹ Hồng (2005). *Giáo trình công nghệ chế biến thực phẩm đóng hộp*. Đại học Cần Thơ, 152 trang
3. Klara Stenmark (2013). *Stress test methods : a potential approach to hurry up shelf-life tests on oat products*. Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, Department of Food Science, 379, pp. 1-46
4. Liang-Yu Chen et al (2015). *Effect of esterification condensation on the Folin-Ciocalteu method for the quantitative measurement of total phenols*. Food Chemistry, 170, pp. 10-15
5. Thaipong K. et al (2006). *Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts*. Journal of Food Composition and Analysis, 19, pp. 669-675
6. Nguyễn Hoàng Dũng (2005). *Giáo trình thực hành đánh giá cảm quan*. Đại học Bách Khoa, Tp. Hồ Chí Minh, 59 trang
7. M.H. Lau, J. Tang (2002). *Pasteurization of pickled asparagus using 915 MHz microwaves*. Journal of Food Engineering, 51, pp. 283-290
8. Lê Văn Việt Mẫn, Lại Mai Hương (2014). *Thí nghiệm vi sinh vật học thực phẩm*. NXB Đại học Quốc Gia, 152 trang
9. Mc. Landsborough L. (2005). *Food microbiology laboratory*. CRC Press, 179p
10. Lê Ngọc Tú (2006). *Độc tố học và an toàn thực phẩm*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 400 trang
11. Nguyễn Đức Lượng (2011). *Công nghệ vi sinh vật, Tập 1, Cơ sở vi sinh vật công nghiệp*. NXB Đại học Quốc Gia, 237 trang
12. M. Brewer (2005). *Microwave processing, nutritional and sensory quality*. Woodhead Publishing Limited and CRC Press, 5, pp. 283-290
13. I. Anaya et al (2008). *Survivability of Salmonella cells in popcorn after microwave oven and conventional cooking*. Microbiological Research, 163, pp. 73-79
14. Juan A. Canumir et al (2002). *Pasteurisation of apple juice by using microwaves*. Lebensm.-Wiss. u.-Technol., 35, pp. 389-392
15. Patricia CM. et al (2011). *Evaluation of microwave technology in blanching of broccoli (Brassica oleracea L. var Botrytis) as a substitute for conventional blanching*. Procedia Food Science, 1, pp. 426-432

16. Carvalho G.L.M.J.D et al (2006). *Effect of enzymatic hydrolysis on particle size reduction in lemon juice (Citrus limon, L.)*. Journal of Food Technology, 9, pp. 277-282
17. Huang W. Y. et al (2010). *Survey of antioxidant capacity and nutritional quality of selected edible and medicinal fruit plants in Hong Kong*. Journal of Food Composition and Analysis, 23, pp. 510-517
18. Kiselova Y. et al (2006). *Correlation between the in vitro antioxidant activity and polyphenol content of aqueous extracts from Bulgarian herbs*. Phytother Research, 20, pp. 961-965
19. Jean-Claude Laguerre, M. M. Hamoud-Agha (2019). *Microwave heating for food preservation*. IntechOpen, 1, pp. 1-18
20. Jing Peng et al (2017). *Microwave pasteurization of pre-packaged carrots*. Journal of Food Engineering, 202, pp. 56-64
21. Varith J. et al (2007). *Combined microwave-hot air drying of peeled logan*. Journal of Food Engineering, 81, pp. 459-468
22. Pradeep Puligundla et al (2013). *Potentials of microwave heating technology for select food processing applications - a brief overview and update*. J Food Process Technol, 4, pp. 1-9
23. Witkiewicz K., Nastaj JF. (2010). *Simulation strategies in mathematical modeling of microwave heating in freeze-drying process*. Drying Technology, 28, pp. 1001-1012

Pasteurization of canned asparagus using microwaves

Mai Thanh Nhan

Faculty of pharmacy, Nguyen Tat Thanh University

mtnhan@ntt.edu.vn

Abstract Asparagus is a kind of vegetable with high antioxidant activity. In this study, canned asparagus was pasteurized using microwaves. The effects of microwave power and time toward microbiological criteria of the product were investigated. At the microwave power of 2.67W/g and the time of 4 minutes, the product was safe from microbiological criteria. Moreover, the reduction of vitamin C, phenolic contents and antioxidant activity of the sterilized products by microwave method was less than 19.2%, 26.4%, and 22.9% respectively as compared with that of the conventional pasteurization. After 8 days of storage using Q₁₀ method, the vitamin C concentration, total phenolic content, and antioxidant activity were decreased up to by 78.0%, 36.3%, and 37.4%; respectively. Canned asparagus product had a score of overall preference score of 7.50. This result suggested that the pasteurization of canned asparagus using microwaves was more effective than the traditional pasteurization method and is suggested as a useful method for canned vegetable processing technology.

Keywords Asparagus, microwave pasteurization, total phenolic content, antioxidant activity, Q₁₀ method