HỆ THỐNG BẢO QUẢN RAU CỦ QUẢ SẠCH BẰNG CÔNG NGHỆ PLASMA LẠNH

Đặng Hoàng Vũ¹, Trần Ngọc Đảm², Dương Minh Hùng³

FRUITS AND VEGETABLES PRESERVATION SYSTEM USING COLD PLASMA TECHNOLOGY

Dang Hoang Vu¹, Tran Ngoc Dam², Duong Minh Hung³

Tóm tắt – Trong quá trình sản xuất và bảo quản rau củ quả, hóa chất và phụ phẩm nông nghiệp luôn tồn dư và tiềm ẩn một số bệnh có trong tự nhiên. Việc đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm đối với rau củ quả là hết sức cần thiết cho người tiêu dùng và doanh nghiệp chế biến xuất khẩu. Bài báo này trình bày phương pháp và thực nghiệm hệ thống thiết bị sơ chế và bảo quản rau củ quả với công nghệ Plasma lạnh. Hệ thống xử lý nước và không khí bằng công nghệ Plasma lạnh bao gồm các mô-đun xử lý tương ứng với quy trình xử lý rau củ quả trước khi đem đi bảo quản; đánh giá kết quả nước sau khi xử lý và thực nghiệm trên loại rau củ quả qua nước được xử lý bằng công nghệ Plasma lạnh với điều kiện thực nghiệm khác nhau. Kết quả cho thấy, rau củ quả qua hệ thống Plasma lạnh sẽ giữ tươi được lâu hơn so với xử lý thông thường.

Từ khóa: an toàn thực phẩm, Plasma lạnh, rau củ quả.

Abstract – In the process of fruits and vegetable producing and preserving, it always exists chemicals, agricultural by-products and potential diseases in nature. Ensuring food safety and hygiene for fruits and vegetables is essential for consumers and processing exporters. This paper presents methods and experiments on a system of equipment for preparing and preserving fruits and vegetables with cold plasma technology. The water and air treatment system using cold plasma technology includes treatment modules corresponding to the process of treating fruits and vegetables before being stored. Evaluation of the water after treatment and experiment on vegetables and fruits through cold plasma technology with different experimental conditions are conducted. Results show that when vegetables and fruits passed the cold plasma system, they will stay fresh longer than conventional treatments.

Keywords: cold Plasma technology; vegetables; food safety.

^{1,3}Trường Đại học Trà Vinh
²Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM
Ngày nhận bài: 15/9/2020; Ngày nhận kết quả bình duyệt: 20/12/2020; Ngày chấp nhận đăng: 25/12/2020
Email: hoangvuck@tvu.edu.vn
^{1,3}Tra Vinh University
²HCMC University of Technology and Education
Received date: 15th September 2020; Revised date: 20th December 2020; Accepted date: 25th December 2020

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, nhu cầu sử dụng rau, củ, quả sạch cũng như để xuất khẩu của nước ta là rất lớn. Theo thống kê của Hiệp hội Rau quả Việt Nam, kim ngạch xuất khẩu rau quả liên tục tăng trưởng nhanh từ 1,073 tỉ USD năm 2013 đến hơn 3,8 tỉ USD năm 2018. Thị trường xuất khẩu trái cây của Việt Nam được mở rộng và tăng trưởng mạnh [1]. Trong những năm gần đây, Nhà nước đã có nhiều chủ trương, biện pháp, chính sách nhằm bảo đảm vệ sinh an toàn thực phẩm nói chung và phát triển sản xuất rau, củ, quả sạch nói riêng. Trên địa bàn cả nước, nhiều vùng sản xuất rau, củ, quả tập trung đã hình thành. Điều này đã đẩy mạnh phong trào thực hành nông nghiệp tốt (GAP). Việt Nam đã có những mô hình tổ chức sản xuất, sơ chế, kinh doanh và tiêu thụ rau sạch ở các địa phương khá thành công. Song, trên thực tế, vấn đề sản xuất và cung ứng rau sạch vẫn còn tồn tại một số hạn chế. Thứ nhất, việc sản xuất rau hiện nay còn manh mún, nhỏ lẻ theo truyền thống, chưa quy hoạch thành vùng sản xuất rau sạch, diện tích rau chuyên canh còn ít. Thứ hai, chúng ta chưa xây dựng được hệ thống phân phối, tiêu thụ rau sạch một cách hợp lý. Do chi phí sản xuất rau sạch cao hơn chi phí sản xuất rau thông thường cùng loại nên nó chưa khuyến khích được người sản xuất rau sạch phát triển. Thứ ba, rau, củ, quả sạch vẫn chưa đa dạng về chủng loại. Các loại rau thông dụng như cà chua, rau cải, bắp cải... Do rau sạch không dùng thuốc bảo vệ thực vật, dễ chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố tự nhiên nên loại rau này nhanh chóng héo không để được lâu. Thứ tư, người tiêu dùng vẫn nghi ngờ về chất lượng các loại rau sạch đang được bày bán trên thị trường.

Bởi lẽ, nhiều cửa hàng bán rau treo biển bán rau sạch nhưng lại không rõ nguồn gốc loại rau này được trồng ở đâu và chăm sóc như thế nào. Thứ năm, vấn đề vệ sinh an toàn thực phẩm đối với rau, củ, quả chưa thực sự kiểm soát được.

Để giải quyết nguyên nhân nói trên, công nghệ bảo quản rau bằng Plasma lạnh được phát triển bởi nhóm nghiên cứu CES Plasma (Phòng Nghiên cứu Năng lượng và Môi trường) đã được ứng dụng vào việc tạo nước tiệt trùng không dùng hóa chất (nước oxy hóa cao), nước sạch, tiệt trùng khí sạch và tiệt trùng dụng cụ [2]. Với ưu điểm từ công nghệ Plasma lạnh, nhóm tác giả nghiên cứu hệ thống bảo quản rau quả sạch đáp ứng nhu cầu tiêu thụ và xuất khẩu theo tiêu chuẩn VietGAP [3].

II. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

Các phương pháp xử lý rau củ quả hiện tại như phương pháp hóa học [4], kết hợp hóa lý như: Natasaco chống nấm men và nấm mốc. AnsiP 1-MCP là dòng sản phẩm bảo quản sau thu hoạch, ngăn ngừa trái cây chín và vàng, có hiệu quả kinh tế thấp vì chi phí đầu tư và duy trì hệ thống lớn, hiệu suất thấp, tốn nhiều hóa chất, tốn nhân công và gây ảnh hưởng sức khỏe người tiêu dùng. Để thay thế công nghệ cổ điển, giải quyết những nhược điểm trên, công nghệ Plasma lạnh được ứng dụng trong việc xử lý nước mang lại kết quả cao dựa vào nguyên lý động lực học electrons và ions, nguyên lý oxy hóa bậc cao [5], [6]. Ngoài ra, công nghệ Plasma lạnh có tính oxy hóa rất cao, dùng cho tiệt trùng không khí trong công nghệ bảo quản [7] và xử lý vi sinh trong lưu trữ thực phẩm nhằm thay thế dùng hóa chất gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người [8]. Công nghệ Plasma

hiện đang được ứng dụng để xử lý môi trường và bảo quản thực phẩm ở những nước phát triển. Công nghệ Plasma áp suất thấp hay Plasma lạnh (Non-thermal Plasma – NTP) là dòng vật chất tích điện mang năng lượng cao, bao gồm phân tử khí, hạt tích điện là các ion, các ion âm, gốc tự do, điện tử và bức xạ điện từ (photon) ở nhiệt độ gần phòng. NTP là một công nghệ mới nổi trong công nghệ không sử dụng nhiệt độ cao với ứng dụng tiềm năng để khử trùng trong các ngành công nghiệp thực phẩm [9]. Các nghiên cứu điển hình như xử lý màng sinh học bề mặt của Vleugels et al. [2]. Các tác giả đã báo cáo các mẫu ớt chuông đỏ, xanh lá cây và màu vàng thay đổi màu sắc không đáng kể sau khi tiếp xúc với plasma. Plasma khí cũng có thể được sử dụng để loại bỏ các chất gây dị ứng từ bề mặt của thiết bị chế biến thực phẩm [10], [11]. Nghiên cứu plasma lạnh trong việc ngừng hoạt động của vi sinh vật và bào tử với điều kiện plasma được tạo ra ở tần số 13,56 MHz trong môi trường khí Helium và Oxy. Kết quả sau khi xử lý vi khuẩn, tế bào chất bị biến dạng nghiêm trọng và thất thoát nhiễm sắc thể. Tia UV phát sinh từ plasma ảnh hưởng không đáng kể đến khả năng tồn tại của bào tử [2].

Nhóm nghiên cứu tại Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh do Trần Ngọc Đảm và Thái Văn Phước tiến hành xử lý đĩa petri đã được cấy bào tử nấm mốc *Aspergillus oryzae* bằng thiết bị Plasma jet theo hình zic zắc với nhiều tốc độ xử lý khác nhau (100–800 mm/phút). Thực nghiệm cho thấy, ở tốc độ xử lý 100–200 mm/phút tỉ lệ tiêu diệt nấm mốc đạt > 90% và đạt 100% ở 100 mm/phút [12].

III. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

A. Xây dựng mô hình hệ thống tiệt trùng Plasma lạnh

Không gian làm việc của hệ thống là không gian sản xuất riêng, nhỏ gọn như Hình 1. Không gian sản xuất làm khung bằng kim loại, bao quanh bằng vách an toàn thực phẩm, đảm bảo an toàn thực phẩm một chiều và được chia làm ba khu:

- Khu 1 (sơ chế tại kho): Phân loại và vệ sinh thô.

- Khu 2 (tinh chế tại kho): Vệ sinh với nước oxy hóa cao kết hợp không khí sạch. Khu này cần ba máy: Máy tạo nước oxy hóa cao (CESO), máy rửa và tiệt trùng rau tự động (CESC), máy tiệt trùng không khí (CESA).

- Khu 3 (đóng gói): Khu này cần hai máy: Máy tiệt trùng không khí (CESA), dùng chung và máy tiệt trùng dụng cụ.

(1) Rau củ quả đã được sơ chế

(2) Máy rửa

(3) Băng tải

(4) Tủ bảo quản lạnh

(5) Nước oxy hóa bậc cao

(6) Nước sạch (H_2O)

(7) Hệ thống tiệt trùng không khí.

Mô tả nguyên lý làm việc của hệ thống tiệt trùng Plasma lạnh

Hệ thống gồm có hai khu vực chính: khu vực thứ nhất chứa bộ phận cung cấp nước tiệt trùng, nước sạch và bộ phận tiệt trùng không khí. Khu vực thứ hai là khu vực kín chứa máy rửa nông sản, băng tải có hệ thống phun nước áp lực cao và tủ bảo quản nông sản sau xử lý. Khu vực thứ nhất có nhiệm vụ cung cấp nước tiệt trùng, nước sạch và không khí sạch cho khu vực thứ hai. Để tạo ra nước tiệt trùng, máy bơm 1 sẽ bơm nước có trộn lẫn dung dịch HCl với nồng độ 0,1% được chứa trong bể 1

Hình 1: Không gian làm việc của hệ thống

Hình 2: Sơ đồ nguyên lí hệ thống Plasma lạnh

qua bộ Plasma 1 để xử lí, sau khi xử lí xong, nước sẽ chảy vào bể 2. Cách tạo ra nước sạch cũng tương tự vậy, máy bơm 2 sẽ bơm nước được chứa trong bể 3 vào bộ Plasma 2 để xử lí và sau đó nước sạch sẽ chảy vào bể 4. Đối với bộ phận tiệt trùng không khí, trước đó, không khí sẽ được lọc và được bơm vào thiết bị xử lí bằng Plasma để tạo không khí sạch cung cấp cho khu vực thứ hai. Khu vực thứ hai sẽ diễn ra quá trình rửa và bảo quản nông sản. Đầu tiên, nông sản sau khi đã được làm sạch sơ bộ ở bên ngoài (rửa sạch bùn đất, loại bỏ bộ phận hư, thối...) sẽ được chuyển vào máy rửa chứa nước tiệt trùng được cung cấp từ bể 2, sau đó, nông sản sẽ được chuyển qua băng tải thứ hai. Ở đây, chúng sẽ được phun nước với áp lực cao, với 2/3 lượng vòi phun đầu tiên là nước tiệt trùng được bơm từ bể 2 và 1/3 lượng vòi còn lại phun nước sạch từ bể 4. Cuối cùng, nông sản sẽ được đóng gói và bảo quản lạnh.

B. Tiến trình thực nghiệm hệ thống tiệt trùng plasma lạnh

Mẫu thực nghiệm: Thí nghiệm được tiến hành trên bốn loại rau, quả gồm: rong nho biển, nho, dâu tây và xà lách.

Mục đích thực nghiệm: Xác định khoảng thời gian bảo quản rau, củ, quả (rau, củ, quả phải còn tươi) đối với từng trường hợp xử lí (nồng độ HCl, thời gian xử lí) và xác định lượng vi khuẩn E.coli còn lại trên rau, củ, quả (theo tiêu chuẩn quy định) [3].

Điều kiện thực nghiệm: Thực nghiệm với các điều kiện cho bốn loại rau, quả gồm dâu tây, nho, rong nho biển, xà lách. Các mẫu sau khi xử lí được đựng trong bao bì và bảo quản lạnh.

IV. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

A. Kết quả kiểm định nước trong hệ thống rửa

Kiểm nghiệm nước sạch dùng trong hệ thống rửa rau củ trước khi bảo quản qua các chỉ tiêu theo quy định của Bộ Y tế (theo QCVN nước sinh hoạt QCVN 02:2009/BYT): vi khuẩn Coliform, vi khuẩn E.coli, liên cầu khuẩn; Pseudomonas aeruginosa*.

Kết quả cho thấy, chất lượng nước trong hệ thống đảm bảo các tiêu chuẩn về nước sạch, trong đó năm tiêu chí về mức độ nhiễm khuẩn của nước cũng như chất lượng nước có kết quả là 0. Điều này có nghĩa là không có tồn dư vi khuẩn, nước hoàn toàn sạch khuẩn.

B. Mẫu rong nho biển

Kết quả mẫu rong nho biển bị biến đổi trong khoảng thời gian 09 ngày với điều kiện thực nghiệm được thể hiện qua Hình 3.

C. Mẫu nho

Kết quả mẫu nho bị biến đổi trong khoảng thời gian 09 ngày với điều kiện thực nghiệm được thể hiện qua Hình 4.

D. Mẫu dâu tây

Kết quả mẫu dâu tây bị biến đổi trong khoảng thời gian 09 ngày với điều kiện thực nghiệm được thể hiện qua Hình 5.

E. Mẫu xà lách

Kết quả mẫu xà lách bị biến đổi trong khoảng thời gian 09 ngày với điều kiện thực nghiệm được thể hiện qua Hình 6.

Bảng 1: Bảng điều kiện thực nghiệm với nồng độ 0,1% HCl

<div>Điều kiện</div> <div>Loại nông sản</div>	Điều kiện 1		Điều kiện 2	
	% HCl	Thời gian (s)	% HCl	Thời gian (s)
Rong nho biển	0.1	30	0.1	60
Nho	0.1	30	0.1	60
Dâu tây	0.1	30	0.1	60
Xà lách	0.1	30	0.1	60

Bảng 2: Bảng điều kiện thực nghiệm với nồng độ 0,2% HCl

<div>Điều kiện</div> <div>Loại nông sản</div>	Điều kiện 3		Điều kiện 4	
	% HCl	Thời gian (s)	% HCl	Thời gian (s)
Rong nho biển	0.2	60	0.2	120
Nho	0.2	60	0.2	120
Dâu tây	0.2	60	0.2	120
Xà lách	0.2	60	0.2	120

V. KẾT LUẬN

Bài báo này trình bày hệ thống thiết bị ứng dụng công nghệ plasma lạnh và quy trình thực nghiệm giải pháp xử lí rau, củ, quả trước khi đem bảo quản lạnh thông qua các công đoạn làm sạch không khí, nước sạch và bảo vệ môi trường bảo quản nông sản với các điều kiện thực nghiệm.

Kết quả quan sát trên cho thấy, mẫu rong nho biển, nho, dâu tây, xà lách được rửa qua nước xử lí bằng công nghệ Plasma với nồng độ HCl khác nhau và môi trường tiệt trùng sẽ giữ được độ tươi kéo dài đến 09 ngày. Trong khi đó, mẫu không có xử lí sẽ có dấu hiệu hư hỏng sau 05 ngày bảo quản lạnh. Ứng dụng công nghệ Plasma lạnh xử lí môi trường nước và không khí giúp cho

Bảng 3: Bảng điều kiện thực nghiệm với nồng độ 0,3%HCl

<div>Điều kiện</div> <div>Loại nông sản</div>	Điều kiện 5		Điều kiện 6	
	%HCl	Thời gian (s)	(Không xử lí)	
Rong nho biển	0.3	120	x	x
Nho	0.3	120	x	x
Dâu tây	0.3	120	x	x
Xà lách	0.3	120	x	x

Hình 3: Kết quả mẫu rong nho biển bị biến đổi trong khoảng thời gian 09 ngày với điều kiện thực nghiệm

Hình 4: Kết quả mẫu nho bị biến đổi trong khoảng thời gian 09 ngày với điều kiện thực nghiệm

Bảng 4: Bảng kết quả kiểm nghiệm mẫu nước rửa trong hệ thống bảo quản

TT	Yêu cầu thử nghiệm	Kết quả	Đơn vị	Phương pháp thử nghiệm	Giới hạn
1	Coliform*	0	Cfu/250ml	TCVN 6187-1:2009	0
2	E.coli*	0	Cfu/250ml	TCVN 6187-1:2009	0
3	Liên cầu khuẩn*	0	Cfu/250ml	TCVN 6189-2:2009	0
4	Pseudimonas aeruginosa*	0	Cfu/250ml	ISO 16266: 2006 (E)	0
5	Bào tử VK kị khí sinh H2S*	0	Cfu/250ml	TCVN 6191-2:1996	0

Hình 5: Kết quả mẫu dâu tây bị biến đổi trong khoảng thời gian 09 ngày với điều kiện thực nghiệm

rau, quả giữ tươi lâu hơn so với việc áp dụng chất khử trùng hóa học hoặc xử lí thông thường. Phương pháp xử lí rau, củ, quả bằng công nghệ Plasma lạnh là một kĩ

Hình 6: Kết quả mẫu xà lách bị biến đổi trong khoảng thời gian 09 ngày với điều kiện thực nghiệm

thuật mới đầy hứa hẹn, nó giúp giảm lượng vi sinh vật trên rau quả tươi, mang lại hiệu quả kinh tế và an toàn vệ sinh thực phẩm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hiệp hội Rau quả Việt Nam. *Báo cáo tổng kết nhiệm kỳ III: 2013 – 2019*; 2019.
- [2] Trịnh Khánh Sơn, Thái Văn Phước. *Báo cáo phân tích xu hướng công nghệ, chuyên đề Ứng dụng công nghệ plasma trong chế biến và bảo quản thực phẩm*. Sở Khoa học và Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh; 2014.
- [3] Bộ Tiêu chuẩn Quốc gia (TCVN). *Thực hành nông nghiệp tốt tại Việt Nam (Viet GAP)*; 2017.
- [4] Sancopack. *Các phương pháp bảo quản rau quả sạch sau thu hoạch*. Truy cập từ: <http://sancopack.com/bao-bi-bao-ve-hang-hoa/cac-phuong-phap-bao-quan-rau-qua-sau-thu-hoach.html> [Truy cập ngày 16/10/2020].
- [5] Jo JO, Mok Y.S. In-situ production of ozone and ultraviolet light using a barrier discharge reactor for wastewater treatment. *Journal of Zhejiang University Science*. 2009; 10:1359–1366.
- [6] Mirosław Dors. Plasma for water treatment, Centre for Plasma and Laser Engineering The Szwalski Institute of Fluid-Flow Machinery. *Polish Academy of Sciences Gdańsk, Poland*; 2013.
- [7] Keener K.M. Atmospheric, nonequilibrium plasma. In *Encyclopedia of Agricultural, Food and Biological Engineering*. 2nd ed. Heldman D. R., Moraru C. I. Eds. 2010; 1:1–5.
- [8] Fernandez A, N. Shearer, D.R. Wilson, A. Thompson. Effect of microbial loading on the efficiency of cold atmospheric gas plasma inactivation of *Salmonella enterica* serovar yphimurium. *International Journal of Food Microbiology*. 2011; 152(3):175–180.
- [9] Keener K.M, J.L. Jensen, V.P. Valdramidis, E. Byrne, J. Connolly, J.P. Mosnier, P.J. Cullen. *Decontamination of Bacillus subtilis spores in a sealed package using a non-thermal plasma system*. Presentation # O5. NATO Advanced Research Workshop: Plasma for Bio-Decontamination, Medicine and Food Security. Jasna, Slovakia; 2011.
- [10] Ragni L., A. Berardinelli, L. Vannini C. Montanari F. Sirri, M.E. Guerzoni, A. Guarnieri. Thiết bị plasma không khí trong khí quyển dùng để khử nhiễm bề mặt của vỏ trứng. *Journal of Food Engineering*. 2010; 100:125–132.
- [11] Hubert Rauscher, Massimo Perucca, Guy Buyle. *Plasma Technology for Hyperfunctional Surfaces - Food, Biomedical and Textile Applications*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA, Weinheim; 2010.
- [12] Trịnh Khánh Sơn. *Inactivation of mold spores in cereals under Atmospheric Argon Plasma jet treatment*, *Advancements in Chemical Engineering and Food-Biotechnology Towards A Sustainable Development*; 2015.