

Nghiên cứu sấy măng bằng công nghệ sấy bơm nhiệt Sasaki

Đoàn Thị Bắc¹, Tạ Thu Hằng^{1*}, Nguyễn Đắc Bình Minh¹, Nguyễn Thị Hoàng Lan², Trần Thu Trang³

¹Viện Nghiên cứu và Phát triển Vùng, Bộ KH&CN

²Học viện Nông nghiệp Việt Nam

³Công ty Hanel PT

Ngày nhận bài 4/1/2021; ngày chuyển phản biện 8/1/2021; ngày nhận phản biện 26/2/2021; ngày chấp nhận đăng 12/3/2021

Tóm tắt:

Nghiên cứu được tiến hành nhằm khảo sát ảnh hưởng của các chế độ chần ở các nồng độ muối và nhiệt độ sấy bằng công nghệ sấy bơm nhiệt Sasaki đến chất lượng của sản phẩm măng sấy nhằm giữ được màu sắc, hương vị và chất lượng sản phẩm. Măng tươi được cắt thành lát có độ dày 6 mm, được xử lý chần trong nước muối ở 100°C với các nồng độ khác nhau (0, 1, 3, 5%) trong 15 phút, sau đó được sấy ở chế độ nhiệt khác nhau (30, 40, 50°C) bằng máy sấy Sasaki và được kiểm tra độ ẩm, màu sắc, hàm lượng xyanua, vi sinh vật, khả năng bù nước, chất lượng cảm quan sản phẩm. Kết quả cho thấy, măng tươi được chần trong nước muối nóng có nhiệt độ 100°C, nồng độ muối 3% trong 15 phút, được sấy ở 40°C bằng máy sấy Sasaki cho chất lượng tốt nhất. Chế độ xử lý này giúp màu sắc của măng ít biến đổi nhất và sự bù nước tốt nhất so với các chế độ xử lý khác. Măng khô có màu vàng sáng, đều nhau, mùi đặc trưng, dẻo dai, ít bị biến dạng, hàm lượng xyanua thấp và hàm lượng vi sinh đạt dưới ngưỡng, đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm.

Từ khóa: chần măng, măng bát độ, măng sấy, sấy nhiệt độ thấp.

Chỉ số phân loại: 2.10

Đặt vấn đề

Măng là một trong những loại thực vật được dùng làm món ăn phổ biến và chiếm vị trí quan trọng trong ẩm thực của người dân các nước Đông Nam Á cũng như Việt Nam. Măng chủ yếu được sử dụng ở dạng tươi, khô, cắt nhỏ, ngâm chua, đóng hộp hoặc lên men [1]. Tuy nhiên, hàm lượng carbohydrate và protein của măng giảm sau khi đóng hộp và lên men [2, 3]. Măng có ít chất béo và calo nhưng lại giàu chất dinh dưỡng như vitamin, protein, khoáng chất và chất xơ. Loại thực phẩm này cũng là một nguồn cung cấp kali tốt và chứa flavonoid, phenol tổng số và axit phenolic có khả năng chống oxy hóa [4], chống ung thư, kháng khuẩn, chống viêm [5, 6]. Tuy nhiên, ngoài các chất dinh dưỡng, măng còn chứa một hàm lượng chất độc gây chết người (cyanua) cần được loại bỏ trước khi sử dụng [7] (EFSA 2004). Các glycoside xyanogenic này khi thủy phân nội sinh tạo ra axit hydrocyanic có hại cho con người. Nồng độ hydro xyanua gây chết người cấp tính được báo cáo là 0,5-3,5 mg/kg thể trọng [7]. Bằng cách xử lý thích hợp, chất xyanua có thể được loại bỏ hoặc giảm bớt trước khi tiêu thụ, do đó làm giảm đáng kể nguy cơ gây hại cho sức khỏe con người.

Hiện nay, ở nước ta măng là một trong những cây trồng quan trọng nhưng mang tính thời vụ, dễ hư hỏng trong tự nhiên và thiếu công nghệ sau thu hoạch thích hợp. Do đó, việc chế biến, bảo quản và sử dụng măng đòi hỏi phải có những cơ sở khoa học cùng với kiến thức bản địa của người dân. Măng tươi mới thu hoạch phải được chế biến trước khi nấu để loại bỏ chất độc và vị đắng. Các quá trình (gọt vỏ, cắt lát, rửa dưới dòng nước chảy, đun sôi trong nhiều

giờ...) được người dân áp dụng dựa trên kiến thức truyền thống mà chưa có nghiên cứu khoa học nào về khía cạnh này. Để làm khô măng, người dân thường sấy măng bằng than củi hoặc phơi khô dưới ánh nắng mặt trời. Tuy nhiên, măng được làm khô bằng cách này dễ bị nhiễm khuẩn, không đảm bảo độ khô cần thiết, nếu bảo quản thời gian dài rất dễ bị mốc, hỏng. Do vậy, một số cơ sở sản xuất thủ công đã sử dụng lưu huỳnh là một chất độc trong quá trình sấy khô măng để chống ẩm mốc và tạo màu vàng cho măng có màu đẹp hơn. Một vài doanh nghiệp đã sử dụng phương pháp sấy nóng nhưng thời gian sấy lâu và khó giữ được màu sắc, hương vị ban đầu của sản phẩm. Vì vậy, việc thử nghiệm một công nghệ sấy mới với thời gian ngắn, đảm bảo độ khô, màu sắc và mùi vị cho sản phẩm, đặc biệt là an toàn cho người sử dụng là rất cần thiết.

Với lý do đó, Viện Nghiên cứu và Phát triển Vùng - Bộ KH&CN đã tiến hành “Nghiên cứu bảo quản măng bằng công nghệ sấy bơm nhiệt Sasaki”. Đây là một công nghệ sấy nhiệt độ thấp tuần hoàn độc đáo, được nghiên cứu ứng dụng tại Việt Nam theo tiêu chuẩn của Nhật Bản. Với nguyên lý sấy khô dạng bơm nhiệt, tách nước cưỡng bức ra khỏi sản phẩm sấy, làm bốc hơi nước từ trong sản phẩm, giúp cho sản phẩm giữ nguyên màu, nguyên mùi vị và rút ngắn 50% thời gian sấy, đặc biệt tiết kiệm 83% điện năng tiêu thụ so với sấy nhiệt truyền thống và 43% so với máy sấy dùng bơm nhiệt. Ngoài ra, công nghệ Sasaki có chức năng chiếu tia UV diệt khuẩn, giúp đảm bảo chất lượng, vệ sinh thực phẩm và có hệ thống cảm biến thông minh giúp tự động cân bằng nhiệt độ, độ ẩm trong buồng sấy, kết nối các hệ thống quản trị thông minh.

*Tác giả liên hệ: Email: ttrang311@yahoo.com

Study on drying bamboo shoots by Sasaki heat pump drying technology

Thi Bac Doan¹, Thu Hang Ta^{1*}, Dac Binh Minh Nguyen¹,
Thi Hoang Lan Nguyen², Thu Trang Tran³

¹Institute of Regional Research and Development,
Ministry of Science and Technology

²Vietnam National University of Agriculture

³Hanel PT Company

Received 4 January 2021; accepted 12 March 2021

Abstract:

The study was conducted to investigate the effects of blanching regimes at the salt concentration and drying temperature using Sasaki heat pump drying technology on the quality of dried bamboo shoots to create a product that can be kept color, flavour, and quality. Fresh bamboo shoots were cut into slices with a thickness of 6 mm, boiled in hot saltwater at 100°C at different concentrations (0, 1, 3, 5%) for 15 minutes. Then, they were dried in the temperature setting differences (30, 40, 50°C) by Sasaki dryers and tested for moisture, color, cyanide content, microorganisms, water compensation capacity, and product sensory quality. Fresh bamboo shoots were boiled in hot saltwater at 100°C, 3% salt concentration for 15 minutes, and dried at 40°C by Sasaki drier for the best quality. This treatment mode provides the lowest color variation and the best water compensation compared to other treatment modes. Dried bamboo shoots are bright yellow, uniform color, characteristic odour, toughness with little deformation, low cyanide content, and microbiological content below the threshold of food hygiene and safety.

Keywords: bat do bamboo shoots, blanching bamboo shoots, dried bamboo shoots, low-temperature drying.

Classification number: 2.10

Đối tượng, thời gian, thiết bị và phương pháp nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu

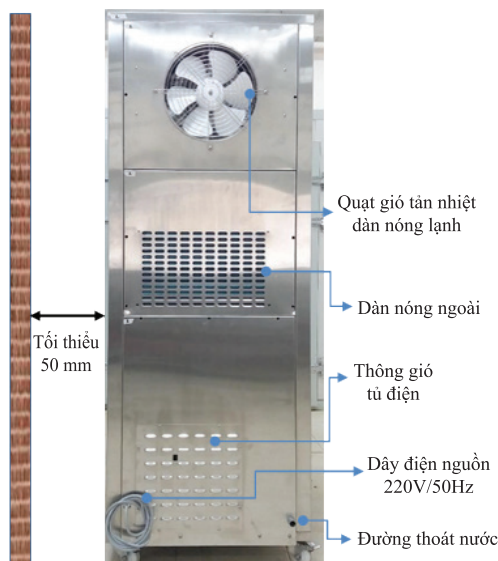
Đối tượng nghiên cứu là măng bát độ, mua tại thị trấn Lập Thạch, tỉnh Vĩnh Phúc. Thời gian từ khi thu hái đến khi đưa vào thí nghiệm không quá 24 h. Măng được lựa chọn đồng đều về kích thước, sau khi thu hái được bóc vỏ, rửa sạch và xử lý theo các công thức.

Thời gian nghiên cứu

Thời gian thực hiện nghiên cứu từ tháng 4 đến tháng 10/2020.

Thiết bị nghiên cứu

Máy sấy Sasaki sử dụng để nghiên cứu có model HPTSASAKI010, sản xuất tại Việt Nam, là dòng máy sấy bơm nhiệt nhỏ được tích hợp các hệ thống hút ẩm, tạo nhiệt, điều khiển, quạt gió trong cùng một thân máy với buồng sấy, khối lượng sấy tối đa 100 kg tùy theo loại sản phẩm (hình 1). Nhiệt độ sấy rộng, trong khoảng 3-80°C.



Hình 1. Khái quát một số bộ phận của thiết bị sấy Sasaki HPTSASAKI010.

Phương pháp nghiên cứu

Bố trí thí nghiệm:

Thí nghiệm 1: Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ chần măng tươi đến chất lượng sản phẩm măng sấy khô. Nguyên liệu măng sau thu hái được đưa về phòng thí nghiệm để sơ chế và làm sạch, thái miếng dọc theo thân măng với độ dày 6 mm, sau đó tiến hành xử lý nhiệt bằng cách chần trong nước muối nóng 100°C ở các nồng độ muối khác nhau (0, 1, 3, 5%) trong 15 phút, vớt ra rửa sạch để ráo nước, chuẩn bị cho công đoạn sấy khô.

Thí nghiệm 2: Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến chất lượng sản phẩm măng sấy khô. Nguyên liệu măng tươi sau khi được thái lát và xử lý chần ở nồng độ muối tốt nhất (kết quả của thí nghiệm 1) được đem đi sấy tại các nhiệt độ khác nhau (30, 40, 50°C) đến độ ẩm 6-7%.

Phương pháp phân tích các chỉ tiêu:

- Độ ẩm của sản phẩm được xác định theo phương pháp sấy khô đến khối lượng không đổi theo TCVN 4415:1987.

- Xác định chỉ số màu sắc (L, a, b) bằng máy đo màu sắc cầm tay NR3000. Đo tại 3 vị trí khác nhau trên lát cắt của sản phẩm, giá trị màu sắc được đánh giá theo hệ thống CIE (L, a, b). Giá trị tổng chênh lệch màu sắc (DE) của quá trình sấy măng được tính theo công thức: $DE = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$, trong đó: ΔE = tổng chênh lệch màu sắc; ΔL = sự khác biệt của độ sáng; Δa = sự khác biệt của độ đỏ; Δb = sự khác biệt của độ vàng.

- Sự bù nước được thể hiện thông qua tỷ lệ bù nước. Tỷ lệ bù nước cho ta biết khả năng của sản phẩm sấy khô tăng khối lượng lên bao nhiêu lần sau khi cho hút nước, được xác định bằng cách ngâm mẫu sau khi sấy khô vào nước ở nhiệt độ phòng (25°C) và 100°C.

Tỷ lệ bù nước = $\frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100$ (%), trong đó m_1 là khối lượng mẫu sấy khô đem đi bù nước (g); m_2 là khối lượng nước mẫu khô đã ngâm nước (g).

- Đánh giá chất lượng cảm quan dựa vào phương pháp cho điểm theo TCVN 3215-79. Hàm lượng *Coliform* xác định theo TCVN 6848-2007. Hàm lượng *E. coli* xác định theo TCVN 7924-2:2008. Tổng số bào tử nấm men - mốc xác định theo TCVN 8275-2:2010. Hàm lượng vi sinh vật hiếu khí tổng số xác định theo TCVN 4884:2005. Hàm lượng xyanua được xác định dựa theo phương pháp quang phổ của Hogg và Ahlgren (1942) [8].

Phương pháp xử lý số liệu: số liệu được xử lý thống kê bằng phần mềm Minitab 16 ở mức ý nghĩa $p=0,05$ với 3 lần lặp lại và phần mềm Microsoft Excel 2007.

Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Ảnh hưởng của chế độ chần măng tươi đến thời gian sấy và chất lượng sản phẩm măng sấy

Ảnh hưởng của chế độ chần măng tươi đến khả năng tách ẩm và thời gian sấy măng: kết quả đánh giá độ ẩm và thời gian sấy khô giữa các công thức măng chần với nước nóng có nồng độ muối khác nhau được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của chế độ chần măng tươi đến khả năng tách ẩm và thời gian sấy măng.

% NaCl	Độ ẩm măng tươi (%)	Độ ẩm trung bình măng sau sấy (%)	Thời gian sấy (phút)
ĐC (0)		6,37 ^a	990
1	88,49	6,33 ^a	975
3		6,31 ^a	960
5		6,35 ^a	945

Ghi chú: các giá trị trong cùng một cột có chỉ số mũ khác nhau thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa ở mức ý nghĩa $p=0,05$.

Số liệu bảng 1 cho thấy, chế độ chần măng bằng nước muối nóng có ảnh hưởng đến thời gian sấy khô măng để đạt được độ ẩm từ 6-7%. Ở công thức măng được chần với nước nóng có bổ sung thêm muối có thời gian sấy ngắn hơn so với công thức đối chứng (măng chần với nước nóng không bổ sung muối), trong đó công thức măng chần nước nóng có nồng độ muối 5% cho thời gian sấy ngắn nhất (945 phút). Mẫu măng chần bằng nước nóng không có muối thì thời gian sấy lâu nhất (990 phút). Từ đó, có thể thấy chế độ chần măng tươi có bổ sung thêm muối ảnh hưởng đến khả năng tách ẩm và thời gian sấy khô măng. Sự ảnh hưởng này có thể liên quan đến sự tách nước thẩm thấu trong giai đoạn tiền xử lý nguyên liệu trong các dung dịch thẩm thấu. Quá trình này phụ thuộc vào hiện tượng khuếch tán độ ẩm từ nguyên liệu thực phẩm bằng cách ngâm trong dung dịch ưu trương, ở môi trường nước muối có một phần muối ngấm vào trong tế bào và nước thì ngấm qua màng tế bào và đi ra. Thêm vào đó, việc bổ sung muối còn giúp ngăn cản

sự phát triển của một số vi sinh vật gây độc trong sản phẩm [9, 10].

Ảnh hưởng của chế độ chần măng tươi đến màu sắc của măng sấy: chế độ chần có ảnh hưởng lớn đến chất lượng và giá trị cảm quan, đồng thời giúp ổn định cấu trúc và màu sắc cho sản phẩm. Kết quả đánh giá màu sắc của lát măng ở các chế độ chần được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của chế độ chần măng tươi đến màu sắc của măng sấy.

Chỉ số	% NaCl	Măng tươi	Măng sau khi chần	Măng sau sấy
Chi số L	59,41	ĐC (0)	41,98 ^c	38,35 ^d
		1	44,57 ^b	44,79 ^c
		3	45,92 ^a	49,90 ^a
		5	45,70 ^a	46,42 ^b
Chi số a	8,10	ĐC (0)	6,26 ^b	12,12 ^b
		1	7,66 ^a	15,42 ^a
		3	7,55 ^a	16,53 ^a
		5	7,20 ^a	16,44 ^a
Chi số b	24,36	ĐC (0)	27,35 ^a	41,85 ^a
		1	27,22 ^a	37,75 ^b
		3	25,28 ^c	36,13 ^c
		5	26,12 ^b	40,83 ^a
ΔE		CT1	17,78 ^a	27,68 ^a
		CT2	15,12 ^b	21,14 ^c
		CT3	13,52 ^c	17,33 ^d
		CT4	13,85 ^c	22,58 ^b

Ghi chú: các giá trị trong cùng một cột có chỉ số mũ khác nhau thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa ở mức ý nghĩa $p=0,05$.

Từ số liệu bảng 2 cho thấy, chần măng tươi ở các nồng độ muối khác nhau đều có ảnh hưởng đến màu sắc của các mẫu măng sau chần và sấy khô. Sau khi chần, các chỉ số được xử lý thống kê ($p=0,05$) có sự khác nhau về màu sắc giữa các mẫu măng. Chỉ số L (độ sáng) của măng được chần bằng nước muối có nồng độ 3 và 5% là khác nhau không có ý nghĩa thống kê, nhưng có sự khác biệt với các mẫu măng chần bằng nước không có muối và nước muối có nồng độ 1%. Chỉ số L cao nhất khi măng được chần bằng nước muối có nồng độ 3% (45,92), thấp nhất khi chần bằng nước sôi không có muối (41,98).

Sau khi sấy, màu sắc của 4 mẫu măng đều có sự sai khác khi xử lý thống kê. Các mẫu măng được chần bằng nước muối sau khi sấy cho chỉ số L tăng so với mẫu trước khi sấy, nhưng với mẫu chần ở công thức đối chứng không có muối thì chỉ số L lại bị giảm từ 41,98 xuống 38,35. Mẫu măng sấy sau khi chần bằng nước muối 3% có chỉ số L cao nhất (49,90).

Giá trị a của tất cả các mẫu đều giảm đi sau khi chần, sau đó đều có xu hướng tăng lên sau khi sấy khô. Măng chần ở nồng độ muối 1, 3, 5% có xu hướng tăng cao hơn nhưng không có sự khác biệt giữa hai công thức khi xử lý thống kê. Chỉ số a thấp nhất là công thức đối chứng chần măng trong nước nóng không có muối.

Giá trị b của các công thức sau khi sấy có xu hướng tăng lên sau khi chần và sấy khô, và sự tăng lên này khác nhau giữa các công thức. Tổng chênh lệch màu sắc ΔE có sự khác biệt giữa măng sau khi sấy khô và mẫu măng tươi, giá trị ΔE thấp nhất ở măng sấy sau khi chần bằng nước muối nồng độ 3% (17,33). Từ đó, có thể thấy măng tươi được chần bằng nước muối nồng độ 3% sau khi sấy

có các chỉ số màu sắc tốt nhất.

Ảnh hưởng của chế độ chần măng tươi đến sự bù nước của sản phẩm măng sấy: đặc tính bù nước của các sản phẩm sấy khô được sử dụng rộng rãi làm chỉ số chất lượng. Tỷ lệ bù nước hợp lý chứng tỏ sự ổn định cấu trúc tế bào của sản phẩm. Sau khi tính toán và xử lý thống kê ($p=0,05$), tỷ lệ bù nước của các mẫu măng tại các thời điểm được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Ảnh hưởng của chế độ chần măng tươi đến sự bù nước (%) của sản phẩm măng sấy.

Nhiệt độ bù nước (°C)	Thời gian bù nước (phút)	% NaCl			
		ĐC	1	3	5
25	30	127,67 ^d	155,50 ^a	187,17 ^a	169,00 ^b
	60	214,83 ^c	261,50 ^a	265,83 ^a	242,00 ^b
	90	287,67 ^d	312,67 ^b	321,17 ^a	295,50 ^c
	120	329,67 ^c	350,83 ^b	357,33 ^a	322,83 ^d
100	3	101,17 ^d	143,00 ^a	152,67 ^a	150,17 ^b
	6	195,83 ^d	203,33 ^c	223,17 ^a	208,67 ^b
	9	236,33 ^d	242,67 ^c	273,67 ^a	251,33 ^b
	12	265,67 ^d	271,17 ^c	303,00 ^a	281,00 ^b

Ghi chú: các giá trị trong cùng một hàng có chỉ số mũ khác nhau thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa ở mức ý nghĩa $p=0,05$.

Kết quả xử lý thống kê ($p=0,05$) ở bảng 3 thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa giữa tỷ lệ bù nước của các mẫu măng khi được chần bằng các nồng độ muối khác nhau. Tỷ lệ này có xu hướng tăng khi tăng nồng độ muối từ 0 lên 3%, sau đó giảm khi tăng nồng độ muối lên 5%. Tỷ lệ bù nước cao nhất là mẫu măng được chần bằng nước muối 3% và thấp nhất ở mẫu măng được chần bằng nước không chứa muối. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của P.R. Nirmala và cộng sự (2018) [11] về ảnh hưởng của NaCl đến sự bù nước của quả lý gai Ấn Độ sấy khô, sự tăng khả năng bù nước có thể liên quan đến lực hút mạnh giữa nước (hợp chất phân cực) với các điện tích âm và dương của NaCl (phân tử lưỡng cực). Tuy nhiên, khi nồng độ muối cao có thể phá vỡ mô tế bào, thành tế bào tạo thành cụm với các tinh thể muối vô định hình làm giảm khả năng hút nước.

Ảnh hưởng của chế độ chần măng tươi đến chất lượng cảm quan của sản phẩm măng sấy: trong lĩnh vực nghiên cứu về thực phẩm và nguyên liệu, những tính chất và quy trình chế biến sẽ luôn đòi hỏi các phép thử cảm quan để đánh giá nhận thức của con người đối với các thay đổi trong sản phẩm. Kết quả đánh giá chất lượng cảm quan của các mẫu măng được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4. Đánh giá chất lượng cảm quan của măng sấy được chần trong các nồng độ muối khác nhau.

% NaCl	Màu sắc	Mùi	Cấu trúc, hình dạng	Tổng điểm có hệ số trọng lượng (điểm)	Xếp loại chất lượng
ĐC (0)	4,3	4,7	4,3	17,6	Khá
1	4,6	4,9	4,3	18,2	Khá
3	4,9	4,9	4,7	19,3	Tốt
5	4,4	4,9	4,6	18,3	Khá

Kết quả bảng 4 cho thấy, măng khi được xử lý trong nước nóng có nồng độ muối 3% được đánh giá xếp loại chất lượng tốt (19,3 điểm) bao gồm màu sắc, mùi và cấu trúc cũng được đánh giá cao nhất (lần lượt là 4,9; 4,9; 4,7 điểm). Các mẫu măng được xử lý chần nước

nóng có nồng độ muối 1 và 5% cũng được đánh giá cảm quan cao hơn so với mẫu măng xử lý chần trong nước nóng không chứa muối. Như vậy, chế độ chần măng tươi bằng nước muối có nồng độ 3% ở 100°C trong 15 phút giúp tiết kiệm thời gian sấy, mà vẫn giữ được màu sắc tươi sáng, tăng sự bù nước và có mùi hương, cấu trúc được đánh giá cao. Chế độ này phù hợp để xử lý măng tươi cho các công đoạn tiếp theo.

Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy tới thời gian sấy và chất lượng sản phẩm măng sấy

Măng tươi sau khi được xử lý chần nước muối nồng độ 3% ở 100°C trong 15 phút được đem đi sấy tại các nhiệt độ khác nhau đến độ ẩm 6-7% để xác định nhiệt độ sấy thích hợp và đánh giá chất lượng sản phẩm sau sấy (khối lượng 5 kg/mẻ).

Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến khả năng tách ẩm và thời gian sấy măng: kết quả đánh giá các ảnh hưởng của nhiệt độ đến khả năng tách ẩm và thời gian sấy được thể hiện trong bảng 5.

Bảng 5. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến khả năng tách ẩm và thời gian sấy măng.

Nhiệt độ sấy (°C)	Độ ẩm măng tươi (%)	Độ ẩm măng sau sấy (%)	Thời gian sấy (phút)
30°C	88,18 ^a	6,45 ^a	1050
40°C	87,92 ^a	6,44 ^a	960
50°C	87,9 ^a	6,45 ^a	870

Ghi chú: các giá trị trong cùng một cột có chỉ số mũ khác nhau thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa ở mức ý nghĩa $p=0,05$.

Số liệu bảng 5 cho thấy, nhiệt độ sấy có ảnh hưởng rõ rệt tới khả năng tách ẩm và thời gian sấy măng. Khi sấy măng đến độ ẩm 6-7% thì măng được sấy ở nhiệt độ 50°C có thời gian sấy ngắn nhất (870 phút), măng sấy ở nhiệt độ 30°C có thời gian sấy dài nhất (1050 phút). Như vậy, nhiệt độ sấy càng cao thì thời gian sấy măng càng ngắn và khả năng tách ẩm càng nhanh. Kết quả này cũng phù hợp với nguyên lý của quá trình sấy: nhiệt độ càng cao thì khả năng truyền nhiệt của tác nhân không khí nóng vào nguyên liệu sẽ càng nhanh. Do đó, hàm ẩm trên bề mặt vật liệu sấy sẽ bốc hơi nhanh hơn so với nhiệt độ thấp. Măng có thể sấy ở nhiệt độ 30-50°C, tuy nhiên cần đánh giá chất lượng sản phẩm để tìm ra nhiệt độ sấy phù hợp nhất.

Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến màu sắc sản phẩm măng sấy: kết quả ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến chỉ số màu sắc của măng sau khi sấy khô được thể hiện trong bảng 6.

Bảng 6. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến chỉ số màu sắc của măng sau khi sấy.

Nhiệt độ sấy (°C)	Chỉ số L		Chỉ số a		Chỉ số b	
	Măng tươi	Măng sau sấy	Măng tươi	Măng sau sấy	Măng tươi	Măng sau sấy
30	60,38 ^a	51,38 ^a	8,37 ^a	14,80 ^c	24,56 ^a	35,72 ^c
40	60,28 ^a	50,21 ^b	8,48 ^a	16,04 ^b	24,60 ^a	36,36 ^b
50	60,35 ^a	49,59 ^c	8,38 ^a	17,58 ^a	24,63 ^a	37,82 ^a

Ghi chú: các giá trị trong cùng một cột có chỉ số mũ khác nhau thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa ở mức ý nghĩa $p=0,05$.

Số liệu bảng 6 cho thấy, màu sắc của măng sau khi sấy khô có liên quan đến nhiệt độ sấy. Chỉ số màu sắc L của mẫu măng sấy biến đổi theo xu hướng giảm chỉ số màu sáng, trong khi chỉ số a

(màu đỏ), chỉ số b (màu vàng) có xu hướng tăng lên so với mẫu măng tươi khi nhiệt độ sấy tăng lên. Điều này dẫn đến sự xuất hiện màu vàng thẫm hơn, màu sắc vàng và đỏ của mẫu măng sấy tăng lên. Trong các nhiệt độ sấy, sấy ở nhiệt độ 30°C măng khô có sự biến đổi chỉ số màu sắc L, a, b là thấp nhất. Khi xử lý thống kê, các chỉ số màu sắc khác biệt giữa mẫu măng khô và măng tươi đều có sự khác biệt ở các công thức nhiệt độ với độ tin cậy 95%. Nhiệt độ càng cao thì sự biến đổi màu sắc càng lớn hơn. Sự suy giảm của các giá trị L và sự gia tăng của các giá trị a và b có thể do xảy ra phản ứng hóa nâu ở các nhiệt độ sấy không thích hợp, enzyme peroxidase và PPO bị bất hoạt trong quá trình sấy măng [12].

Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến sự bù nước của sản phẩm măng sấy: tỷ lệ bù nước của măng khô sau khi sấy ở nhiệt độ 30, 40, 50°C với nhiệt độ bù nước là 25 và 100°C được thể hiện ở bảng 7.

Bảng 7. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến sự bù nước của sản phẩm măng sấy.

Nhiệt độ bù nước (°C)	Thời gian bù nước (phút)	Tỷ lệ bù nước (%)		
		30°C	40°C	50°C
25	30	151,33 ^a	167,33 ^a	160,67 ^b
	60	242,83 ^c	258,00 ^a	249,33 ^b
	90	296,17 ^c	310,83 ^a	298,50 ^b
	120	322,33 ^c	351,00 ^a	326,67 ^b
100	3	131,33 ^c	158,33 ^a	136,67 ^b
	6	227,33 ^c	248,00 ^a	232,33 ^b
	9	283,50 ^c	303,33 ^a	286,83 ^b
	12	306,83 ^c	339,33 ^a	312,33 ^b

Ghi chú: các giá trị trong cùng một hàng có chỉ số mũ khác nhau thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa ở mức ý nghĩa p=0,05.

Số liệu bảng 7 cho thấy, sự khác biệt giữa các công thức sấy măng khi măng bù nước ở 25°C và 100°C là có ý nghĩa (xử lý thống kê với độ tin cậy 95%). Măng sấy ở nhiệt độ 40°C có tỷ lệ bù nước cao nhất (ở cả hai nhiệt độ bù nước) và tại các thời điểm đo mẫu. Măng sấy ở nhiệt độ 30°C và 50°C cho tỷ lệ bù nước thấp hơn. Độ bù nước cao hơn khi sấy ở 40°C có thể do quá trình làm khô nhanh hơn, gây ra ít thay đổi cấu trúc tế bào hơn trong sản phẩm cuối cùng. Tuy nhiên, tỷ lệ bù nước của măng sấy ở nhiệt độ 30°C kém hơn có thể do sấy ở nhiệt độ thấp nên thời gian sấy lâu hơn, kết cấu của sản phẩm kém hơn.

Mất kết cấu là nguyên nhân chính dẫn đến tỷ lệ bù nước kém khi sấy ở nhiệt độ thấp. Sự phá hủy thành tế bào cao hơn xảy ra ở nhiệt độ cao, dẫn đến giảm khả năng hấp thụ nước. Điều này phù hợp với các kết luận của Paramasivam và cộng sự (2012) [13] trong nghiên cứu về mô hình toán học và kỹ thuật sấy lát măng bằng phương pháp sấy khay tại các nhiệt độ biến đổi.

Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến chất lượng cảm quan của sản phẩm măng sấy: nhiệt độ sấy có ảnh hưởng đến màu sắc, mùi vị và cấu trúc của sản phẩm sấy. Sau khi sấy măng ở các nhiệt độ khác nhau, các kiểm nghiệm viên sẽ đánh giá cảm quan các mẫu măng bằng phương pháp cho điểm theo TCVN 3215-79, kết quả được thể hiện trong bảng 8.

Bảng 8. Đánh giá chất lượng cảm quan của măng sấy khô với các nhiệt độ sấy khác nhau.

Nhiệt độ sấy (°C)	Màu sắc	Mùi	Cấu trúc, hình dạng	Tổng điểm có hệ số trọng lượng (điểm)	Xếp loại chất lượng
30	4,7	4,6	4,4	18,2	Khá
40	4,9	4,7	4,7	19,1	Tốt
50	4,6	4,7	4,6	18,4	Khá



Măng sấy khô ở nhiệt độ 40°C cho sản phẩm có màu sắc, cấu trúc, hình dạng đẹp nhất, mùi thơm hơn và được xếp loại chất lượng tốt.

Măng sấy khô tại nhiệt độ 40°C có màu sắc, cấu trúc, hình dạng đẹp nhất, mùi thơm hơn và được xếp loại chất lượng tốt (19,1 điểm). Măng được sấy ở nhiệt độ 30°C và 50°C được xếp loại chất lượng khá, trong đó có sự khác biệt rõ rệt về màu sắc và cấu trúc so với măng được sấy ở nhiệt độ 40°C.

Từ những kết quả đánh giá về chất lượng và cảm quan ở trên cho thấy, măng tươi được chần ở nồng độ muối 3% và sấy khô ở 40°C cho sản phẩm măng sấy tốt nhất, và sản phẩm này được tiến hành đánh giá các chỉ tiêu vi sinh và hàm lượng độc tố xyanua.

Đánh giá chỉ tiêu vi sinh vật và hàm lượng xyanua của sản phẩm măng sấy

Các chỉ tiêu vi sinh vật là một trong những yếu tố cần thiết để đánh giá chất lượng sản phẩm. Đặc biệt, măng có hàm lượng xyanua là chất độc có nguy cơ gây hại cho sức khỏe con người cần được kiểm soát trước khi sử dụng. Sản phẩm măng sau khi chần và sấy khô ở 40°C được tiến hành đánh giá các chỉ tiêu vi sinh và hàm lượng xyanua, kết quả được thể hiện ở bảng 9.

Bảng 9. Kết quả phân tích vi sinh và hàm lượng xyanua trong sản phẩm măng sấy.

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Kết quả
1	Coliforms	CFU/g	KPH
2	E. coli	CFU/g	KPH
3	Tổng số bào tử nấm men - nấm mốc	CFU/g	1,2x10 ²
4	Vi sinh vật hiếu khí tổng số	CFU/g	13x10 ²
5	Hàm lượng xyanua	g/100 g	0,0019

KPH: không phát hiện.

Từ kết quả đánh giá ở bảng 9 cho thấy, sản phẩm măng khô sau khi sấy đến độ ẩm 6-7% không thấy xuất hiện vi sinh vật gây hại như: *Coliforms*, *E. coli*. Tổng số bào tử nấm men - nấm mốc, vi sinh vật hiếu khí tổng số đều dưới ngưỡng cho phép theo Quyết định số 46/2007/QĐ-BYT của Bộ Y tế. Đặc biệt, hàm lượng xyanua trong măng sấy khô còn rất ít, chỉ chiếm 0,0019 g/100 g (liều xyanua gây tử vong cho con người là 1,5 mg/kg trọng lượng cơ thể) và thấp hơn so với công bố của Pandey và Ojha (2011) [14]. Như vậy, sản phẩm măng sấy khô trong nghiên cứu của chúng tôi đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm và an toàn cho người sử dụng.

Kết luận

Măng tươi được xử lý trong nước muối có nồng độ 3% tại 100°C trong 15 phút và sấy ở 40°C cho chất lượng tốt nhất. Chế độ xử lý này giúp màu sắc của măng ít bị biến đổi nhất và sự bù nước tốt nhất so với các chế độ xử lý khác. Măng khô có màu vàng sáng, đều nhau, mùi đặc trưng, măng dẻo dai, ít bị biến dạng. Đồng thời, sau khi chân ở chế độ này và sấy bằng công nghệ sấy bơm nhiệt Sasaki, hàm lượng xyanua và vi sinh vật đều đạt dưới ngưỡng cho phép theo quy định. Sản phẩm măng sấy khô đảm bảo chất lượng và an toàn vệ sinh thực phẩm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] D. Choudhury, J.K. Sahu, G.D. Sharma (2012), "Value addition to bamboo shoots: a review", *J. Food Sci. Technol.*, **49**(4), pp.407-414, DOI:10.1007/s13197-011-0379-z.
- [2] V. Kumbhare, A. Bhargava (2007), "Effect of processing on nutritional value of central Indian Bamboo shoots. Part I", *J. Food Sci. Technol.*, **44**(1), pp.29-31.
- [3] C. Nirmala, M.L. Sharma, David (2008), "A comparative study of nutrient components of freshly harvested and canned bamboo shoots of *D. giganteus* Munro", *J. Am. Bamboo Soc.*, **21**(1), pp.41-47.
- [4] G. Oboh, A.O. Ademosun (2011), "Characterization of the antioxidant properties of phenolic extracts from citrus peels", *J. Food Sci. Technol.*, **49**, pp.729-736, DOI:10.1007/s13197-010-0222-y.
- [5] F. Galeotti, E. Barile, P. Curir, M. Dolci, V. Lanzotti (2008), "Flavonoids from carnation (*Dianthus caryophyllus*) and their antifungal activity", *Phytochem. Lett.*, **1**, pp.44-48.
- [6] P. Mattile, J. Hellstorm (2007), "Phenolic acids in potatoes, vegetables and some of their products", *J. Food Comp. Anal.*, **20**, pp.152-160.
- [7] European Food Safety Authority (2004), "Opinion of the scientific panel on food additives flavourings, processing aids and materials in contact with food (AFC) on hydrocyanic acids in flavourings and other food ingredients with flavouring properties", *The EFSA Journal*, **105**, pp.1-28, DOI: 10.2903/j.efsa.2004.105.
- [8] P.G. Hogg, H.L. Ahlgren (1942), "A rapid method for determining hydrocyanic acid content of single plants of sudan grass", *J. Am. Soc. Agron.*, **34**, pp.199-200.
- [9] C. Tortoe (2010), "A review of osmodehydration for food industry", *African Journal of Food Science*, **4**(6), pp.303-324.
- [10] Y. Tunde and Akintunde (2008), "Effect of pretreatment on drying time and quality of chilli pepper", *Journal of Food Processing and Preservation*, **34**, pp.595-608.
- [11] P.R. Nirmala, M. Goutam, T. Rocky (2018), "Effect of pre-treatment of salt solution and drying methods on the quality of processed Aonla (*Emblica officinalis* Gaertn.)", *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, **7**(8), pp.1438-1466, DOI: 10.20546/ijcmas.2018.708.165.
- [12] Q. Dini, Adil Basuki Ahza, Natthawuddhi Donlao, Puwanart Fuggate (2012), *Effects of Pretreatment and Drying Temperature on Quality of Dried Bamboo Shoots (Dendrocalamus Membranaceus Munro)*, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, Indonesia.
- [13] S.K. Paramasivam, Manish Kanwat, Vijay K. Choudhary (2012), "Mathematical modeling and thin-layer drying kinetics of bamboo slices on convective tray drying a varying temperature", *Journal of Food Processing and Preservation*, DOI: 10.1111/j.1745-4549.2012.00725.x.
- [14] Ashok Kumar Pandey & Vijayalakshmi Ojha (2011), "Precooking processing of bamboo shoots for removal of anti-nutrients", *J. Food Sci. Technol.*, DOI: 10.1007/s13197-011-0463-4.