

Nghiên cứu một số giải pháp kỹ thuật bảo quản hạt dẻ Trùng Khánh, Cao Bằng

Mã Thị Bích Thảo^{1*}, Trần Hà¹, Nguyễn Phương¹, Trịnh Phan Mạnh¹,
Bùi Bích Thùy¹, Phùng Phương Anh¹, Hoàng Văn Tuấn²

¹Viện Đổi mới sáng tạo Quốc gia, nhà C6, phường Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

²Trường Đại học Phenikaa, đường Nguyễn Trác, phường Dương Nội, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 1/10/2025; ngày chuyển phản biện 3/10/2025; ngày nhận phản biện 20/10/2025; ngày chấp nhận đăng 29/10/2025

Tóm tắt:

Nghiên cứu xác định các thông số kỹ thuật trong xử lý và bảo quản hạt dẻ Trùng Khánh (tỉnh Cao Bằng cũ) nhằm kéo dài thời gian bảo quản và duy trì chất lượng. Hạt dẻ nguyên vỏ được xử lý bằng dung dịch 0,2% NaCl và 0,2% axit citric trong 30 phút, sau đó sấy ở 60°C trong 4,5 giờ để giảm ẩm xuống khoảng 40%. Sản phẩm được đóng gói chân không bằng bao bì polyethylene (PE), polypropylene (PP), polyamide (PA) và được bảo quản ở các mức nhiệt độ khác nhau (15, 5, 0, -10 và -18°C). Kết quả cho thấy, hạt dẻ đóng trong bao bì PA hút chân không bảo quản ở nhiệt độ -18°C giúp ức chế hoạt động của vi sinh vật, hạn chế oxy hóa, giữ được chất lượng ổn định có thể bảo quản đến 12 tháng mà vẫn đảm bảo chất lượng tương đương hạt dẻ trước bảo quản. Kết quả góp phần đề xuất các giải pháp kỹ thuật phù hợp bảo quản nguyên liệu hạt dẻ vào mùa vụ tại địa phương với điều kiện sản xuất nhỏ và vừa, ổn định chất lượng hạt dẻ và phát triển thương hiệu đặc sản hạt dẻ Trùng Khánh theo hướng bền vững.

Từ khóa: bảo quản, hạt dẻ, vi sinh vật, xử lý.

Chỉ số phân loại: 2.10, 4.1

Study on several technical solutions for the preservation of Trung Khanh chestnuts in Cao Bang

Thi Bích Thao Ma^{1*}, Ha Tran¹, Phuong Nguyen¹, Phan Manh Trinh¹,
Bich Thuy Bui¹, Phuong Anh Phung¹, Van Tuan Hoang²

¹National Academy for Advanced Technology and Innovation, C6 Building, Thanh Xuan Ward, Hanoi, Vietnam

²Phenikaa University, Nguyen Trac Street, Duong Noi Ward, Hanoi, Vietnam

Received 1 October 2025; revised 20 October 2025; accepted 29 October 2025

Abstract:

This study aimed to determine technical parameters for the processing and preservation of Trung Khanh chestnuts (Cao Bang, Vietnam) in order to extend storage life and maintain product quality. In-shell chestnuts were treated with a solution containing 0.2% NaCl and 0.2% citric acid for 30 minutes, then dried at 60°C for 4.5 hours to reduce the moisture content to approximately 40%. The products were vacuum-packed using polyethylene (PE), polypropylene (PP), and polyamide (PA) films, and stored under different temperature conditions (15, 5, 0, -10, and -18°C). The results showed that chestnuts vacuum-packed in PA films and stored at -18°C effectively inhibited microbial activity, limited oxidation, and maintained stable quality, allowing storage for up to 12 months with quality equivalent to pre-storage chestnuts. These findings enable to propose appropriate preservation techniques for chestnut raw materials during the harvest season under small- and medium-scale production conditions, contributing to maintaining the quality of chestnuts and developing sustainable brand development of the Trung Khanh chestnut specialty.

Keywords: chestnuts, microorganisms, preservation, pretreatment.

Classification numbers: 2.10, 4.1

*Tác giả liên hệ: Email: bichthaoacnsh@gmail.com

1. Đặt vấn đề

Cây dẻ Trùng Khánh (*Castanea mollissima*) thuộc họ Dẻ (Fagaceae), có nguồn gốc từ khu vực Đông Á và hiện nay được trồng tại nhiều quốc gia như Trung Quốc, Nhật Bản, Hàn Quốc, Thổ Nhĩ Kỳ và một số nước vùng Địa Trung Hải [1]. Ở Việt Nam, cây dẻ được gây trồng tập trung chủ yếu tại Trùng Khánh, nơi có điều kiện khí hậu, thổ nhưỡng thích hợp để phát triển. Qua thời gian, cây dẻ đã trở thành đặc sản nổi tiếng, không chỉ mang lại giá trị kinh tế cao mà còn góp phần quan trọng trong xóa đói giảm nghèo và phát triển nông nghiệp bền vững cho đồng bào vùng núi phía Bắc. Toàn huyện Trùng Khánh hiện có diện tích trồng dẻ trên 240 ha, tập trung nhiều ở các xã Trùng Khánh, Đàm Thủy, Đình Phong [2].

Về thành phần hóa học, hạt dẻ Trùng Khánh có hàm lượng nước chiếm khoảng 40-64% trọng lượng tươi, tinh bột chiếm 35-50% chất khô tùy giống và điều kiện sinh trưởng. Ngoài ra hạt dẻ còn chứa protein, lipid, các loại đường (sucrose, glucose, fructose), chất xơ, vitamin C, vitamin nhóm B và khoáng chất thiết yếu như kali, magiê, sắt [3-5]. Nhờ vậy, hạt dẻ không chỉ là thực phẩm giàu năng lượng mà còn là nguồn nguyên liệu tiềm năng cho chế biến sản phẩm giá trị như: bột hạt dẻ, bánh kẹo, đồ hộp và thực phẩm chức năng. Tuy nhiên, chính đặc điểm có hàm lượng nước cao và giàu carbohydrate khiến hạt dẻ rất dễ bị hư hỏng do vi sinh vật, nấm mốc hoặc côn trùng sau thu hoạch nếu không được xử lý và bảo quản đúng cách [6].

Trên thực tế, các phương pháp bảo quản truyền thống ở địa phương như vùi trong cát ẩm, bảo quản trong bao tải hoặc để nơi thoáng mát thường không kiểm soát được nhiệt độ, độ ẩm, dẫn đến tỷ lệ hỏng cao, gây hao hụt lớn và chất lượng không ổn định. Một số cơ sở sử dụng hóa chất để bảo quản hạt dẻ, có thể ảnh hưởng tới niềm tin và sức khỏe người tiêu dùng. Việc thiếu ứng dụng công nghệ hiện đại như bảo quản lạnh cũng như quy trình xử lý trước bảo quản là những hạn chế chính.

Trong bối cảnh nhu cầu tiêu dùng hiện nay ngày càng đề cao yếu tố an toàn thực phẩm, không hóa chất bảo quản, đồng thời yêu cầu kéo dài thời hạn sử dụng để phục vụ tiêu thụ trong nước và xuất khẩu, việc nghiên cứu và ứng dụng các công nghệ bảo quản hiện đại cho hạt dẻ Trùng Khánh là hết sức cần thiết. Mục đích nghiên cứu là xác định các thông số kỹ thuật như: hàm lượng chất xử lý, thời gian, nhiệt độ và độ ẩm của hạt dẻ trước bảo quản, cũng như xác định được bao bì, nhiệt độ và thời gian bảo quản hạt dẻ đảm bảo chất lượng của hạt dẻ sau bảo quản. Kết quả sẽ góp phần đề xuất các giải pháp kỹ thuật phù hợp với điều kiện sản xuất nhỏ và vừa, ổn định chất lượng hạt dẻ và phát triển thương hiệu đặc sản dẻ Trùng Khánh theo hướng bền vững.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng

Đối tượng nghiên cứu là hạt dẻ tươi có nguồn gốc Trùng Khánh thu hoạch tháng 9-11/2023. Thời gian sau thu hoạch đến khi bảo quản không quá 7 ngày.

2.2. Nội dung nghiên cứu

Xác định ảnh hưởng của chất xử lý cho hạt dẻ trước bảo quản.

Xác định ảnh hưởng của hàm ẩm đến bảo quản hạt dẻ.

Xác định ảnh hưởng của bao bì và nhiệt độ đến bảo quản hạt dẻ.

Xác định ảnh hưởng của thời gian đến bảo quản hạt dẻ.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp đánh giá cảm quan: Đánh giá chỉ tiêu cảm quan của hạt dẻ dựa theo TCVN 3215:1979, điều chỉnh tiêu chí cho phù hợp với hạt dẻ. Lập hội đồng cảm quan 9 thành viên. Cho điểm hạt dẻ theo bảng 1.

Bảng 1. Tiêu chí đánh giá cảm quan hạt dẻ

Chỉ tiêu	Điểm	Hệ số quan trọng	Miêu tả
Màu sắc	5	1,0	Vỏ nâu sáng ánh vàng, nhân màu trắng phớt vàng
	4		Vỏ màu nâu, nhân màu vàng
	3		Vỏ màu nâu sậm, nhân màu vàng sậm
	2		Vỏ màu nâu đen, nhân có vết nâu, bị đen đầu
	1		Vỏ màu đen, nhân màu nâu
Mùi	5	1,0	Mùi rất thơm đặc trưng, dễ chịu
	4		Mùi đặc trưng
	3		Mùi ít đặc trưng
	2		Mùi lạ, ôi thiu nhẹ
	1		Ôi thiu, chua
Vị	5	1,0	Ngọt bùi đặc trưng, tự nhiên, ngon
	4		Ngọt bùi, khá tự nhiên
	3		Vị ngọt nhẹ, có chút kém
	2		Ít ngọt, có vị hơi lạ
	1		Chua, vị lạ, khó ăn
Hình thái	5	1,0	Vỏ sáng bóng, căng mọng, còn lông tơ ở núm,
	4		Vỏ sáng, căng mọng, nhân hạt chắc
	3		Vỏ sáng, không căng, nhân hạt chắc
	2		Vỏ có vết sần, nắn mềm, nhân hạt mềm
	1		Vỏ teo tóp, nhân hạt xốp

Điểm tối đa cho mỗi chỉ tiêu là 5 điểm, điểm tối đa cho cả sản phẩm là 20 điểm.

Phương pháp xác định tổng số nấm men, nấm mốc: Tổng số nấm men, nấm mốc (CFU/g) được xác định theo ISO 21527-1,2: 2008. Tổng số vi khuẩn hiếu khí (CFU/g) được xác định theo ISO 4833-1:2013.

Phương pháp lựa chọn chất xử lý cho hạt dẻ trước bảo quản: Hạt dẻ được ngâm trong dung dịch: Javel 500 ppm (CT1); 0,2% NaCl + 0,1% Na₂CO₃ (CT2); 0,2% NaCl + 0,1% C₆H₈O₇ (axit citric) (CT3); 0,2% NaCl + 0,1% C₇H₆O₃ (axit salicylic) (CT4); mẫu đối chứng (ĐC) không xử lý. Thời gian ngâm 3 phút các mẫu đem sấy khô ở 37°C trong 20 phút, sau đó xác định tổng số nấm men,

nấm mốc và đánh giá điểm màu sắc lựa chọn chất xử lý thích hợp.

Phương pháp xác định hàm lượng chất xử lý cho hạt dẻ trước bảo quản: Từ công thức thích hợp lựa chọn, hạt dẻ được ngâm trong dung dịch: 0,2% NaCl + 0,1% C₆H₈O₇ (CM1); 0,2% NaCl + 0,15% C₆H₈O₇ (CM2); 0,2% NaCl + 0,20% C₆H₈O₇ (CM3); 0,2% NaCl + 0,25% C₆H₈O₇ (CM4); 0,2% NaCl + 0,30% C₆H₈O₇ (CM5). Thời gian ngâm 3 phút các mẫu đem sấy khô ở 37°C trong 20 phút, sau đó xác định tổng số nấm men, nấm mốc lựa chọn hàm lượng chất xử lý thích hợp.

Phương pháp xác định thời gian xử lý cho hạt dẻ trước bảo quản: Từ công thức xác định hàm lượng chất xử lý, các mẫu hạt dẻ được ngâm theo công thức đã xác định. Thời gian khảo sát: 5, 10, 15, 20, 25 và 30 phút. Sau thời gian ngâm các mẫu đem sấy khô ở 37°C trong 20 phút, sau đó xác định tổng số nấm men, nấm mốc lựa chọn thời gian ngâm xử lý thích hợp.

Phương pháp xác định hàm ẩm hạt dẻ thích hợp cho bảo quản: Hạt dẻ sau ngâm xử lý tiến hành sấy ở nhiệt độ 60°C. Thời gian sấy khảo sát: 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5 và 6 giờ (mẫu đối chứng không qua sấy). Sau khi sấy các mẫu được đóng trong túi PE bảo quản lạnh ở 4°C, thời gian 30 ngày. Sau đó các mẫu được xác định hàm ẩm và đánh giá cảm quan, lựa chọn hàm ẩm thích hợp cho bảo quản.

Phương pháp xác định bao bì và nhiệt độ bảo quản hạt dẻ: Hạt dẻ đã được ngâm xử lý và xác định hàm ẩm thích hợp, các mẫu đóng trong 03 loại bao bì: Polyethylene (PE), Polypropylene (PP) và Polyamide (PA), các mẫu được hút chân không, mỗi loại bao bì 5 túi, (250 g/túi), các mẫu được bảo quản ở các nhiệt độ khác nhau: 15; 5; 0; -10 và -18°C, sau 30 ngày các mẫu được xác định tổng vi sinh vật hiếu khí và đánh giá cảm quan lựa chọn bao bì và nhiệt độ bảo quản thích hợp.

Phương pháp xác định thời gian bảo quản hạt dẻ: Hạt dẻ tươi nguyên vỏ được ngâm xử lý theo kết quả đã xác định. Các mẫu đóng trong bao bì PE, PP và PA, hút chân không, mỗi loại bao bì 12 túi (1 kg/túi). Các mẫu đưa vào bảo quản ở -18°C. Đánh giá chất lượng hạt dẻ bằng cảm quan trong 12 tháng, mỗi tháng 1 lần.

Phương pháp xử lý số liệu: Số liệu được phân tích bằng chương trình thống kê Excel 2007 và phần mềm IRRISTAT 5.0. Kiểm định Tukey được sử dụng trong phân tích ANOVA 1 yếu tố với mức ý nghĩa $\alpha=5\%$.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Nghiên cứu xác định hàm lượng chất xử lý và thời gian xử lý hạt dẻ tươi

Xác định chất xử lý cho hạt dẻ trước bảo quản: Kết quả xác định ảnh hưởng của dung dịch ngâm tới tổng số nấm men, nấm mốc và màu sắc hạt dẻ được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của dung dịch ngâm tới tổng số nấm men, nấm mốc và màu sắc hạt dẻ.

Tên mẫu	Dung dịch ngâm	Tổng số nấm men, nấm mốc (CFU/g)	Điểm màu sắc	Nhận xét
ĐC	Không	6,91±0,25 ^a	4,29	Màu nâu tự nhiên
CT1	Javel 500 ppm	5,66±0,17 ^b	4,88	Màu nâu sáng, đẹp
CT2	0,2% NaCl + 0,1% Na ₂ CO ₃	4,82±0,12 ^c	3,73	Màu nâu hơi sẫm
CT3	0,2% NaCl + 0,1% C ₆ H ₈ O ₇ (axit citric)	3,86±0,08 ^d	4,67	Màu nâu sáng tự nhiên
CT4	0,2% NaCl + 0,1% C ₇ H ₆ O ₃ (axit salicylic)	4,84±0,15 ^c	3,94	Màu nâu hơi sẫm

Điểm màu sắc theo thang 5 điểm TCVN 3215:1979. Giá trị được biểu thị trong bảng là trung bình (CFU/g) ± độ lệch chuẩn. Các chữ cái khác nhau biểu thị sự khác biệt đáng kể (p<0,05) giữa các mẫu.

Kết quả bảng 2 cho thấy, các công thức xử lý đều cho kết quả diệt nấm men, nấm mốc tốt hơn mẫu đối chứng, ở CT1 nước Javel (500 ppm) ít hiệu lực với tổng số nấm men, nấm mốc chủ yếu là nấm mốc, mặc dù cho thấy hiệu quả chống biến màu tốt hơn các mẫu khác, tuy nhiên do thời gian ngắn nên lượng vi sinh vật (đặc biệt là nấm mốc) ăn sâu vào bên trong lớp vỏ chưa thể bị loại bỏ. Một nhận xét nữa là các loại axit có khả năng ngấm vào trong vỏ hạt dẻ tốt hơn dịch Clo nên hiệu quả diệt mốc khá hơn. Giữa các loại axit, thì axit citric có khả năng diệt mốc tốt nhất, hơn nữa axit citric chống biến màu cũng rất tốt, vì vậy đề tài chọn công thức CT3: ngâm hạt dẻ trong dung dịch hỗn hợp gồm 0,2% muối và 0,1% axit citric.

Xác định hàm lượng chất xử lý cho hạt dẻ trước bảo quản: Kết quả xác định ảnh hưởng của nồng độ axit citric tới tổng số nấm men, nấm mốc của hạt dẻ được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Ảnh hưởng của hàm lượng axit citric tới tổng số nấm men, nấm mốc của hạt dẻ.

Tên mẫu	Axit citric (%)	NaCl (%)	Tổng số nấm men, nấm mốc (CFU/g)
CM1	0,10	0,20	3,87±0,07 ^a
CM2	0,15	0,20	2,74±0,14 ^b
CM3	0,20	0,20	2,37±0,15 ^b
CM4	0,25	0,20	2,32±0,22 ^b
CM5	0,30	0,20	2,27±0,06 ^b

Giá trị được biểu thị trong bảng là trung bình (CFU/g) ±SD. Các chữ cái khác nhau biểu thị sự khác biệt đáng kể (p<0,05) giữa các mẫu.

Kết quả bảng 3 cho thấy, hàm lượng dịch ngâm thích hợp nhất là 0,20% axit citric và 0,20% muối ăn, vượt quá nồng độ đó không có tác dụng tăng thêm đáng kể. Điều này có thể là dung dịch ngâm chỉ mới tác động ở bên ngoài vỏ, phần vi sinh vật (đặc biệt là nấm mốc) đã ăn sâu vào lớp vỏ vẫn còn tồn tại tốt. Muốn tiêu diệt được chúng phải tăng thời gian xử lý (ngâm) để chất xử lý có thể ngấm sâu vào hơn nữa.

Xác định thời gian xử lý cho hạt dẻ trước bảo quản: Kết quả xác định ảnh hưởng của thời gian xử lý tới tổng số nấm men, nấm mốc của hạt dẻ được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Ảnh hưởng của thời gian xử lý tới tổng số nấm men, nấm mốc của hạt dẻ.

Tên mẫu	Thời gian xử lý (phút)	Tổng số nấm men, nấm mốc (CFU/g)
TG1	5	2,32±0,17 ^a
TG2	10	2,12±0,22 ^a
TG3	15	1,90±0,07 ^a
TG4	20	1,64±0,13 ^b
TG5	25	1,28±0,15 ^b
TG6	30	0

Giá trị được biểu thị trong bảng là trung bình (CFU/g) ±SD. Các chữ cái khác nhau biểu thị sự khác biệt đáng kể (p<0,05) giữa các mẫu.

Với kết quả thí nghiệm thu được, mục tiêu loại bỏ các vi sinh vật chủ yếu nấm men, nấm mốc cho hạt dẻ trước bảo quản, chúng tôi chọn mẫu TG6, thời gian ngâm (xử lý) là 30 phút.

Từ nghiên cứu trên, chúng tôi rút ra một kết luận chung là để hạn chế sự ô nhiễm vi sinh vật bề mặt hạt dẻ trước khi bảo quản cần ngâm hạt dẻ trong dung dịch axit citric 0,2% + muối ăn 0,2% trong thời gian 30 phút, sau

đó sấy khô 20 phút ở 37°C. Phương pháp này vừa hiệu quả vừa không gây hại cho sức khỏe người tiêu dùng, bảo đảm vệ sinh an toàn thực phẩm.

Xác định hàm ẩm thích hợp bảo quản hạt dẻ: Kết quả xác định ảnh hưởng của thời gian sấy tới hàm ẩm và chỉ tiêu cảm quan của hạt dẻ được thể hiện ở bảng 5.

Bảng 5 Ảnh hưởng của thời gian sấy tới hàm ẩm và chỉ tiêu cảm quan của hạt dẻ.

Tên mẫu	Thời gian sấy (h)	Hàm ẩm (%)	Điểm cảm quan
ĐC	0	55,00±0,85 ^a	15,47±0,06 ^d
S1	3,0	45,80±0,23 ^b	18,00±0,20 ^c
S2	3,5	43,60±0,63 ^c	18,75±0,15 ^c
S3	4,0	42,60±0,02 ^c	19,82±0,08 ^a
S4	4,5	40,25±0,40 ^d	19,78±0,09 ^a
S5	5,0	39,90±0,78 ^d	19,25±0,05 ^b
S6	5,5	37,30±0,25 ^e	18,13±0,15 ^c
S7	6,0	35,20±0,30 ^f	16,00±0,10 ^d

Các giá trị trình bày dưới dạng trung bình ±SD. Các chữ cái khác nhau biểu thị sự khác biệt đáng kể ($p<0,05$) giữa các mẫu.

Hàm lượng nước là yếu tố có ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng và khả năng bảo quản của hạt dẻ. Hàm lượng nước quá cao tạo điều kiện cho các phản ứng sinh hóa sau thu hoạch tiếp tục diễn ra, đồng thời làm tăng nguy cơ phát triển của vi sinh vật, đặc biệt là nấm mốc, dẫn đến giảm chất lượng sản phẩm trong quá trình bảo quản. Ngược lại, khi hàm lượng nước quá thấp, hạt dẻ bị mất nước mạnh, làm kết cấu trở nên cứng, giảm độ bở và hương vị đặc trưng, từ đó làm giảm giá trị cảm quan.

Kết quả đánh giá cảm quan sau 01 tháng bảo quản ở 4°C cho thấy tất cả các mẫu sau xử lý đều đạt yêu cầu. Trong đó, mẫu S3 (hàm ẩm 42,60%) đạt điểm cảm quan cao nhất (19,82 điểm), tiếp theo là mẫu S4 (40,25%) với 19,78 điểm. Mặc dù điểm cảm quan của S3 cao hơn S4, nhưng mức chênh lệch rất nhỏ (0,04 điểm), trong khi hàm lượng nước của S3 vẫn còn tương đối cao. Điều này tiềm ẩn nguy cơ xảy ra các biến đổi sinh hóa và vi sinh vật nếu kéo dài thời gian bảo quản. Trong khi đó, mẫu S4 vẫn duy trì chất lượng cảm quan rất tốt, đồng thời có hàm lượng ẩm thấp hơn, góp phần nâng cao độ ổn định của sản phẩm trong bảo quản lạnh. Đối với các mẫu S1 và S2 có hàm lượng ẩm cao (45,80% và 43,60%),

điểm cảm quan giảm, màu sắc nhân hạt có xu hướng sẫm hơn. Ngược lại, các mẫu S6 và S7 có hàm lượng ẩm thấp (37,30% và 35,20%) xuất hiện hiện tượng hạt cứng, giảm trạng thái tự nhiên và làm giảm rõ rệt giá trị cảm quan.

Từ các kết quả trên có thể thấy, hàm lượng ẩm khoảng 40% là phù hợp để bảo quản lạnh hạt dẻ trong điều kiện nghiên cứu. Mặc dù mẫu S3 đạt điểm cảm quan cao nhất, nhưng mẫu S4 có chất lượng cảm quan gần tương đương, đồng thời đạt hàm lượng ẩm khoảng 40%, giúp cân bằng giữa việc duy trì chất lượng cảm quan và nâng cao khả năng bảo quản. Vì vậy, chế độ sấy ở 60°C trong 4,5 giờ (hàm lượng ẩm khoảng 40%) được lựa chọn là điều kiện thích hợp cho các nghiên cứu tiếp theo.

3.2. Nghiên cứu xác định bao bì và nhiệt độ bảo quản hạt dẻ

Kết quả xác định ảnh hưởng của bao bì và nhiệt độ tới tổng số vi sinh vật hiếu khí và chỉ tiêu cảm quan của hạt dẻ sau 30 ngày bảo quản được thể hiện ở bảng 6.

Bảng 6. Ảnh hưởng của bao bì và nhiệt độ tới tổng số vi sinh vật hiếu khí và chỉ tiêu cảm quan của hạt dẻ sau 30 ngày bảo quản.

Mẫu	Nhiệt độ (°C)	Tổng số vi khuẩn hiếu khí (CFU/g)	Điểm cảm quan
PE1	15	248±4 ^a	13,44±0,39 ^d
PE2	5	104±3 ^c	14,79±0,33 ^c
PE3	0	29±2 ^f	15,21±0,07 ^c
PE4	-10	0	15,93±0,08 ^c
PE5	-18	0	16,43±0,17 ^b
PP1	15	133±3 ^b	14,87±0,38 ^c
PP2	5	50±2 ^e	15,64±0,20 ^c
PP3	0	11±2 ^s	16,44±0,90 ^b
PP4	-10	0	17,17±0,80 ^b
PP5	-18	0	16,83±0,33 ^b
PA1	15	73±2 ^d	17,52±0,61 ^b
PA2	5	21±2 ^f	18,54±0,43 ^a
PA3	0	0	18,78±0,39 ^a
PA4	-10	0	19,17±0,20 ^a
PA5	-18	0	19,35±0,90 ^a

Các giá trị trình bày dưới dạng trung bình ±SD. Các chữ cái khác nhau biểu thị sự khác biệt đáng kể ($p<0,05$) giữa các mẫu.

Kết quả bảng 6 cho thấy, nhiệt độ bảo quản và loại bao bì đều ảnh hưởng rõ rệt đến số lượng vi sinh vật và chất lượng cảm quan của hạt dẻ. Khi nhiệt độ giảm, vi sinh vật bị ức chế mạnh và gần như không phát triển ở nhiệt độ âm, tuy nhiên không bị tiêu diệt hoàn toàn. Trong đó, bao bì PA (hút chân không) có khả năng cách ly oxy và ẩm tốt nhất, nhờ vậy hạn chế được cả vi sinh vật, enzym và phản ứng oxy hóa, giúp hạt dẻ giữ được màu sắc, mùi vị và kết cấu ổn định. Ngược lại, bao bì PE và PP kém kín khí, đặc biệt PE kém hơn PP, nên vi sinh vật vẫn tồn tại và chất lượng cảm quan giảm rõ rệt, nhất là ở nhiệt độ 15°C. Nhìn chung, điểm cảm quan dưới 14 điểm là chưa đạt, từ 16 điểm trở lên được xem là tốt và tổng số vi khuẩn hiếu khí thấp nhất. Các mẫu được lựa chọn: bao bì PE được 1 mẫu (PE5), bao bì PP được 2 mẫu (PP4 và PP5), bao bì PA được 3 mẫu (PA3, PA4 và PA5). Phương pháp bảo quản hiệu quả nhất là ở nhiệt độ -18°C cho cả 3 loại bao bì PE, PP và PA vừa hạn chế vi sinh vật vừa duy trì chất lượng cảm quan cao, tuy nhiên thí nghiệm mới chỉ đúng cho 30 ngày bảo quản, để lựa chọn bao bì thích hợp cần theo dõi thêm thời gian bảo quản.

3.3. Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian bảo quản tới chất lượng cảm quan hạt dẻ

Kết quả xác định ảnh hưởng của bao bì và thời gian bảo quản ở nhiệt độ -18°C tới chất lượng cảm quan hạt dẻ được trình bày ở bảng 7.

Bảng 7. Ảnh hưởng của bao bì và thời gian bảo quản tới chất lượng cảm quan hạt dẻ.

Tên mẫu	Điểm cảm quan theo thời gian bảo quản (tháng)						
	1	2	4	6	8	10	12
PE12T	16,44±1,09 ^a	15,80±0,19 ^a	14,92±0,97 ^b	14,07±1,54 ^b	13,26±1,21 ^b	12,54±0,51 ^b	11,88±1,35 ^b
PP12T	17,32±1,91 ^a	16,87±1,89 ^a	16,25±1,15 ^b	15,64±0,34 ^b	15,07±1,95 ^b	14,53±2,45 ^b	13,91±0,13 ^b
PA12T	19,47±1,01 ^a	19,28±0,05 ^a	19,31±1,76 ^a	19,33±1,04 ^a	19,27±1,09 ^a	19,28±0,73 ^a	19,28±1,10 ^a

Các giá trị trình bày dưới dạng trung bình ±SD. Trong cùng một hàng, các công thức có cùng chữ mũ không khác biệt thống kê có ý nghĩa.

Kết quả bảng 7 cho thấy, thời gian không ảnh hưởng đến chất lượng cảm quan hạt dẻ đóng trong bao bì PA (mẫu PA12T) hút chân không bảo quản ở -18°C sau khi hạt dẻ đã được xử lý. Sản phẩm có thể để được 12 tháng mà gần như không có sự biến đổi nào về màu sắc, mùi vị, kết cấu. Hạt dẻ đóng trong túi PE (mẫu PE12T) chất lượng có chiều hướng đi xuống rõ rệt, chỉ có thể giữ được chất lượng tốt trong tháng đầu tiên, sau đó vì bao bì PE dễ thấm khí và thoát ẩm nên màu sắc, kết cấu bị xuống cấp, kéo theo mùi vị bị ảnh hưởng xấu. Bao bì PP (mẫu PP12T) khá hơn PE nhưng do không bảo đảm độ kín nên cũng làm cho chất lượng bị ảnh hưởng, chỉ có thể giữ được chất lượng tốt trong 4 tháng đầu tiên. Chúng tôi chọn bao bì PA và nhiệt độ -18°C cho bảo quản hạt dẻ.

3.4. Xác định các chỉ tiêu hóa học và vi sinh vật của hạt dẻ sau 12 tháng bảo quản

Mẫu hạt dẻ PA12T sau bảo quản 12 tháng ở nhiệt độ -18°C đem xác định các chỉ tiêu hóa học và vi sinh vật so sánh với mẫu hạt dẻ nguyên vỏ trước bảo quản, kết quả được thể hiện trên bảng 8.

Kết quả bảng 8 cho thấy, các chỉ tiêu hóa học của hạt dẻ không có sự thay đổi trong quá trình bảo quản. Về chỉ tiêu vi sinh vật ngoại trừ chỉ tiêu tổng vi khuẩn hiếu khí của mẫu hạt dẻ sau bảo quản có tăng ($2,6 \times 10^3$ CFU/g) so với mẫu trước bảo quản, tuy nhiên chỉ tiêu này vẫn đạt giới hạn cho phép.

Bảng 8. So sánh các chỉ tiêu hóa học và vi sinh vật của hạt dẻ nguyên vỏ trước bảo quản với hạt dẻ nguyên vỏ sau bảo quản 12 tháng ở nhiệt độ -18°C.

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Kết quả	
			Hạt dẻ nguyên vỏ trước bảo quản	Hạt dẻ nguyên vỏ sau bảo quản
Thành phần hóa học so với phần ăn được				
1	Hàm lượng protein (tính theo % chất khô)	%	4,11	4,08
2	Hàm lượng lipid (tính theo % chất khô)	%	2,52	2,48
3	Hàm lượng glucit (tính theo % chất khô)	%	49,05	48,97
4	Hàm ẩm	%	40,25	40,36
Chỉ tiêu vi sinh vật				
1	Tổng vi khuẩn hiếu khí	CFU/g	KPH	2,6x10 ³
2	<i>E. coli</i>	CFU/g	KPH	KPH
3	<i>Coliforms</i>	CFU/g	KPH	KPH
4	<i>C. perfringens</i>	CFU/g	KPH	KPH
5	Tổng số nấm men, nấm mốc	CFU/g	KPH	KPH
6	<i>B. cereus</i>	CFU/g	KPH	KPH
7	<i>S. aureus</i>	CFU/g	KPH	KPH
8	<i>Faecal streptococci</i>	CFU/g	KPH	KPH
Hàm lượng độc tố				
1	Aflatoxin B1	µg/kg	KPH	KPH
Hàm lượng kim loại nặng				
1	As	mg/kg	KPH	KPH
2	Pb	mg/kg	KPH	KPH
3	Cd	mg/kg	KPH	KPH
4	Hg	mg/kg	KPH	KPH

KPH: Không phát hiện.

Chất lượng hạt dẻ nguyên vỏ sau bảo quản tương đương với hạt dẻ nguyên vỏ trước bảo quản cho thấy với các giải pháp kỹ thuật bảo quản hạt dẻ Trùng Khánh hoàn toàn có thể bảo quản được hạt dẻ 12 tháng mà vẫn giữ nguyên chất lượng đảm bảo theo Quy chuẩn Việt Nam: QCVN 4-13:2010/BYT [7] và QCVN 8-2:2011/BYT [8].

4. Kết luận

Nghiên cứu đã xác định các thông số kỹ thuật quá trình xử lý hạt dẻ trước bảo quản hạt dẻ Trùng Khánh. Để ức chế vi sinh vật, hạt dẻ được ngâm trong dung dịch gồm 0,2% muối và 0,2% axit citric trong 30 phút, sau đó sấy ở 60°C trong 4,5 giờ. Hàm ẩm hạt dẻ 40-41%.

Sau khi xử lý, hạt dẻ được đóng túi PA (1 kg/túi) và hút chân không, bảo quản ở nhiệt độ -18°C. Với điều kiện này, hạt dẻ nguyên vỏ có thể bảo quản được 12 tháng mà vẫn giữ được chất lượng tương đương hạt tươi, không bị hư hỏng và đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Y. Wang, C. Liu, Z. Fang, et al. (2022), "A review of the stress resistance, molecular breeding, health benefits, potential food products, and ecological value of *Castanea mollissima*", *Plants*, **11**(16), DOI: 10.3390/plants11162111.
- [2] V. Tien (2023), "Efforts to develop the famous specialty brand of Trung Khanh chestnuts", *Phap Luat Newspaper*, <https://baophapluat.vn/no-luc-phat-trien-thuong-hieu-dac-san-noi-tieng-hat-de-trung-khanh-post491693.html>, accessed 1 June 2025 (in Vietnamese).
- [3] C.T. Ciucure, E.I. Geana, M. Botu, et al. (2022), "Phytochemical and nutritional profile composition in fruits of six sweet chestnut cultivars", *Separations*, **9**(3), DOI: 10.3390/separations9030066.
- [4] M.J. Santos, T. Pinto, A. Vilela (2022), "Sweet Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) nutritional and phenolic composition interactions with chestnut flavor physiology", *Foods*, **11**(24), DOI: 10.3390/foods11244052.
- [5] S. Zhang, L. Wang, Y. Fu, et al. (2022), "Bioactive constituents, nutritional benefits and woody food plant properties of *Castanea mollissima*", *Food Chem.*, **393**, DOI: 10.1016/j.foodchem.2022.133380.
- [6] F. Mencarelli (2001), *Postharvest Handling and Storage of Chestnuts*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, <https://www.fao.org/4/AC645E/ac645e01.htm>, accessed 1 June 2025.
- [7] Ministry of Health (2010), *National Technical Regulation QCVN 4-13:2010/BYT on Food Additive - Stabilizers* (in Vietnamese).
- [8] Ministry of Health (2011), *QCVN 8-2:2011/BYT National Technical Regulation for on The Limits of Heavy Metals Contamination in Food* (in Vietnamese).