

Effects of pectin supplementation on dehydration, texture, and sensory evaluation of the coffee pulp leather

Diep N. T. Duong^{1*}, Bao Q. Cu¹, & Binh Q. Hoang²

¹Faculty of Chemical Engineering and Food Technology, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

²Research Affairs and International Relations Office, Quy Nhon University, Binh Dinh, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: January 21, 2025

Revised: April 22, 2025

Accepted: April 28, 2025

Keywords

Coffee

Drying

Pectin

Sensory

Texture

*Corresponding author

Diep Ngoc Thi Duong

Email:

duongngocdiep@hcmuaf.edu.vn

ABSTRACT

Coffee fruit pulp is known to be a rich source of fiber and natural antioxidant compounds. Current research has only exploited this source of by-products as fertilizer, animal feed, and new materials, while research in the food industry is still limited. This research aimed to valorize the coffee pulp by developing a new fruit leather product. The research showed that pectin supplementation at a rate of 2%, with a mixing ratio of two types of pectin, including commercial product with high methoxyl pectin (HMP) and commercial low methoxyl pectin (LMP), at the ratios of 1.5:0.5, 1:1, and 0.5:1.5 g/g, significantly affected the physical properties of the dried coffee fruit leather. All the samples supplemented with pectin had higher rupture force values compared to the control samples. Besides, the addition of pectin slightly changed the drying kinetic characteristics of the sample. Moisture diffusivity decreased with the increase in pectin concentration. However, the dried samples with and without pectin had similar drying time, moisture content, and water activity. The supplementation of pectin improved the panelists' acceptance of the texture but did not affect the color, odor, and taste characteristics of the product. To further enhance the product's structure, optimization of pectin concentration and the mixing ratio of HMP and LMP, needs to be performed.

Cited as: Duong, D. N. T., Cu, B. Q., & Hoang, B. Q. (2026). Effects of pectin supplementation on dehydration, texture, and sensory evaluation of the coffee pulp leather. *The Journal of Agriculture and Development* 25(2), 129-139.

Ảnh hưởng của hàm lượng pectin đến khả năng thoát ẩm, cấu trúc và cảm quan của thịt quả cà phê sấy dẻo

Dương Thị Ngọc Diệp^{1*}, Cù Quốc Bảo¹ & Hoàng Quang Bình²

¹Khoa Công Nghệ Hóa Học và Thực Phẩm, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

²Phòng Khoa Học Công Nghệ và Hợp Tác Quốc Tế, Trường Đại Học Quy Nhơn, Bình Định

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 21/01/2025

Ngày chỉnh sửa: 22/04/2025

Ngày chấp nhận: 28/04/2025

Từ khóa

Cà phê

Cảm quan

Kết cấu

Pectin

Sấy

*Tác giả liên hệ

Dương Thị Ngọc Diệp

Email:

duongngocdiep@hcmuaf.edu.vn

TÓM TẮT

Thịt quả cà phê được biết đến là nguồn nguyên liệu giàu chất xơ và các hợp chất chống oxy hóa tự nhiên. Hiện nay các nghiên cứu mới chỉ khai thác được nguồn phụ phẩm này như phân bón, thức ăn chăn nuôi và các vật liệu mới, trong khi nghiên cứu trong ngành thực phẩm còn hạn chế. Mục tiêu của nghiên cứu này là chế biến sản phẩm trái cây sấy dẻo từ nguồn phụ phẩm này. Nghiên cứu cho thấy bổ sung pectin với tỷ lệ 2%, với tỷ lệ pha trộn của hai loại pectin là chế phẩm pectin thương mại có độ methoxyl cao (HMP) và có độ methoxyl thấp (LMP), ở nhiều tỷ lệ 1,5:0,5; 1:1 và 0,5:1,5 g/g đã có tác động đến đặc tính vật lý của sản phẩm. Tất cả các mẫu được bổ sung pectin đều có giá trị lực đứt cao hơn so với mẫu đối chứng. Ngoài ra, việc bổ sung pectin làm thay đổi nhỏ đến quá trình giảm ẩm của mẫu trong quá trình sấy. Độ khuếch tán ẩm giảm khi hàm lượng tăng lượng pectin. Tuy nhiên, sản phẩm có và không có bổ sung pectin đều có thời gian sấy, độ ẩm và hoạt độ nước tương tự nhau. Việc bổ sung pectin cho phép cải thiện sự chấp nhận của cảm quan viên đối với kết cấu của sản phẩm nhưng không ảnh hưởng đến đặc tính màu sắc, mùi và vị của sản phẩm. Để nâng cao hơn nữa khả năng cải thiện cấu trúc sản phẩm, cần tiếp tục nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ bổ sung pectin (HMP và LMP).

1. Đặt Vấn Đề

Trong quá trình chế biến cà phê nhân, thịt quả cà phê được xem là phụ phẩm và thường bị loại bỏ gây tình trạng ô nhiễm môi trường. Thịt quả cà phê rất giàu các hợp chất chống oxy hóa như polyphenol, favonoid và anthocyanin. Dịch chiết từ thịt quả cà phê có các khả năng

như chống oxy hóa, giảm hấp thu cholesterol, giúp kiểm soát lipid trong máu và hỗ trợ sức khỏe tim mạch (dos Santos & ctv., 2021). Về lĩnh vực thực phẩm, trên thế giới đã nghiên cứu ứng dụng thịt quả cà phê như nguồn cung cấp chất chống oxy hóa và chất xơ trong bánh, hoặc chế biến đồ uống, trà cascara...(Gil-Gómez & ctv., 2024). Tuy nhiên, các nghiên cứu trong nước về

đa dạng hóa sản phẩm từ nguyên liệu này còn hạn chế.

Sấy khô là một trong những phương pháp lâu đời được áp dụng để chế biến sản phẩm thực phẩm. Quá trình xử lý giúp giảm lượng nước trong nguyên liệu tươi, hạn chế sự phát triển của vi sinh vật gây hư hỏng, giảm khối lượng và kích thước của nông sản tạo thuận lợi cho việc phân phối và bảo quản (Hnin & ctv., 2019). Trái cây sấy dẻo dạng miếng (fruit leather) là một dạng sản phẩm tái cấu trúc, có vị ngọt, mang hương vị trái cây, chứa ít chất béo nhưng giàu chất xơ, vitamin và các hợp chất chống oxy hóa, có năng lượng thấp và là một món ăn nhẹ lành mạnh. Sự dẻo mềm là một trong những tính chất quan trọng của sản phẩm (Diamante & ctv., 2013). Qua thử nghiệm sơ bộ, sản phẩm sấy dẻo từ thịt quả cà phê có cấu trúc dai cứng, chất lượng cảm quan thấp. Nghiên cứu trước đó về sản xuất trái cây sấy dẻo dạng miếng từ kiwi (Barman & ctv., 2021), hỗn hợp táo và lý chua đen (Diamante & ctv., 2013) đã cho thấy bổ sung pectin giúp cải thiện kết cấu và chất lượng cảm quan của sản phẩm. Do đó, mục đích của nghiên cứu này nhằm đánh giá tác động của việc bổ sung pectin đến khả năng cải thiện chất lượng cảm quan cũng như đặc tính hóa lý của thịt quả cà phê sấy dẻo.

2. Vật Liệu và Phương Pháp Nghiên Cứu

2.1. Nguyên liệu chính

Nguyên liệu được sử dụng là thịt quả của trái cà phê chín đỏ, giống Robusta và canh tác theo hướng hữu cơ. Thịt quả được thu nhận từ quy trình chế biến cà phê nhân theo phương pháp honey. Nguyên liệu được cung cấp từ công ty

Got Coffee Bảo Lâm, Lâm Đồng. Nguyên liệu được đóng gói 5 kg trong túi nhựa, hút chân không và cấp đông để vận chuyển đến phòng thí nghiệm. Nguyên liệu sau đó được chia thành từng bao 300 g và được cấp đông ở -18°C . Trước khi tiến hành các thí nghiệm, nguyên liệu được rã đông trong tủ lạnh ở nhiệt độ $8 - 10^{\circ}\text{C}$.

Chế phẩm pectin thương mại có độ methoxyl thấp (LMP) mã Pectin NAPPAGE X58 DE < 50% có thành phần: pectin LMP, disodium diphosphate, dextrose và tricalcium phosphate. Chế phẩm được sản xuất bởi hãng Louis Francois (Pháp). Trong khi đó chế phẩm pectin thương mại có độ methoxyl cao (HMP) mã GENU[®] Pectin được sản xuất bởi hãng CP Kelco (Đức).

2.2. Bố trí thí nghiệm

Quy trình chế biến và công thức sản phẩm được xây dựng dựa trên báo cáo của Diamante và ctv. (2013) và các thử nghiệm sơ bộ của nhóm tác giả. Đầu tiên, nguyên liệu sau khi rã đông được xay nhuyễn bằng máy xay Philip 600 W ở mức xay số 4 trong thời gian 1,5 phút. Puree sau đó được xử lý với chế phẩm enzyme cellulase (tên thương mại Biohemichelulasa L, hoạt lực > 1.000 U/g, pH tối ưu 4,0 - 5,5; nhiệt độ tối ưu theo khuyến cáo công ty 45 - 55°C), với tỷ lệ 0,3% (mL/100 g) ở nhiệt độ 50°C trong 90 phút, nhằm tăng cường hiệu suất chiết xuất dịch quả. Tiếp theo, hỗn hợp được lọc qua vải lọc thu hồi dịch quả với tổng hàm lượng chất rắn hòa tan (TSS) đạt 3,9%. Dịch quả sau đó được phối trộn với các chất điều vị và chất tạo cấu trúc theo bố trí thí nghiệm trong Bảng 1. Hỗn hợp tiếp tục được gia nhiệt trên bếp từ 70°C trong 5 phút, pH 3,0 - 3,5 giúp hòa tan hoàn toàn các nguyên

liệu phối trộn. Sau khi gia nhiệt, hỗn hợp có TSS đạt 28% và được đổ vào khuôn có kích thước 12 x 12 cm và độ dày 0,4 cm. Hỗn hợp được sấy khô trong máy sấy khí nóng (Viễn Đông, Việt Nam) ở nhiệt độ 55°C đến khi đạt hoạt độ nước trong khoảng 0,5 - 0,6; độ ẩm tương ứng khoảng 9 - 10%, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình

bảo quản. Máy có công suất quạt gió là 1/2 HP (375 W). Cuối cùng, sản phẩm được để nguội và bao gói trong bao nhựa tráng nhôm, ghép mí và bảo quản ở nhiệt độ phòng (29 - 31°C) trong điều kiện chắn sáng. Trong 24 giờ tiếp theo, sản phẩm nhanh chóng được đánh giá các chỉ tiêu hóa lý và cảm quan.

Bảng 1. Công thức phối trộn

Thành phần	Công thức			
	1	2	3	Đối chứng
Dịch quả cà phê (%)	70	70	70	70
Đường saccharose (%)	15	15	15	15
Citric acid (%)	0,3	0,3	0,3	0,3
Glucose syrup	5	5	5	5
LMP (%)	1,5	1	0,5	-
HMP (%)	0,5	1	1,5	-
Tinh bột bắp (%)	4	4	4	4
Vitamin C (%)	0,1	0,1	0,1	0,1
Nước (%)	3,6	3,6	3,6	5,6
Tổng cộng	100	100	100	100

2.3. Phương pháp phân tích

Các phương pháp phân tích trong mục 2.3.1 đến 2.3.3 được tham chiếu theo nghiên cứu của Deng và ctv. (2020).

2.3.1. Độ ẩm

Cân chính xác 5 g nguyên liệu đã được nghiền nát và cho vào chén nhôm đã biết trước trọng lượng. Tiếp theo, đặt chén chứa mẫu vào tủ ở nhiệt độ 105°C và sấy cho đến khi khối lượng đạt mức ổn định. Sau khi sấy, dùng kẹp lấy chén

ra và đặt vào bình hút ẩm để nguội hoàn toàn. Khi mẫu đã nguội, tiến hành xác định khối lượng bằng cân phân tích với độ chính xác đến 2 chữ số thập phân. Độ ẩm của được tính theo công thức 1.

$$\text{Độ ẩm (\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_3} \times 100 \quad (1)$$

Trong đó, m_1 : khối lượng của mẫu và chén nhôm trước sấy, m_2 : khối lượng của mẫu và chén nhôm sau sấy, m_3 : khối lượng của mẫu trước sấy (5 g).

2.3.2. Tốc độ thoát ẩm

$$\text{Tốc độ thoát ẩm (g nước – g chất khô; giờ)} = \frac{M_1 - M_2}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

Trong đó t_1 và t_2 biểu thị thời gian sấy; M_1 và M_2 lần lượt biểu thị độ ẩm tại t_1 và t_2 .

2.3.3. Độ khuếch tán ẩm

$$\ln MR = \ln \frac{8}{\pi^2} - \frac{\pi^2 \times D_{eff}}{H^2} \times t \quad (3)$$

Trong đó: D_{eff} là độ khuếch tán độ ẩm (m^2/s), H là độ dày của mẫu (m), và t là thời gian sấy (s), MR là tỷ lệ ẩm và được tính theo công thức (4).

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_o - M_e} \quad (4)$$

Trong đó: M_o là độ ẩm (g/g chất khô) tại thời điểm 0, M_t là độ ẩm tại thời điểm sấy t , M_e là độ ẩm tại giá trị cân bằng.

2.3.4. Đo cấu trúc

Phương pháp đo được đối chiếu theo Diamante & ctv. (2013) với một số sửa đổi. Mẫu được phân tích với máy đo cấu trúc hãng Stable Micro Systems, mã TA-Xtplus (Anh). Mẫu được phân tích bằng đầu dò mũi kim hình trụ với đường kính 2 mm, tốc độ đầu dò 1 mm/s, khoảng cách đầu dò đến mẫu 10 mm, lực đo 5 g. Khi đầu dò đâm thủng mẫu, kết quả lực đâm xuyên được ghi nhận và biểu thị dưới dạng giá trị trung bình cho mỗi mẫu và có đơn vị là Newton (N). Mỗi mẫu được đo 3 lần.

2.3.5. Hoạt độ nước

Hoạt độ nước được xác định bằng máy Aqualab 3 (Decagon Devices, Mỹ).

2.3.6. Phương pháp đánh giá cảm quan

Phương pháp đánh giá cảm quan cho điểm thị hiếu được thực hiện theo Ha (2010). Cảm quan viên không sử dụng bất kì thực phẩm nào trước 30 phút thử mẫu. Mẫu được đựng trong đĩa sứ trắng và được mã hóa bằng số 3 chữ số. Sau mỗi lần thử mẫu, cảm quan viên sử dụng nước lọc để thanh vị. Mẫu được đánh giá cảm quan với 30 cảm quan viên là sinh viên học ngành công nghệ thực phẩm và được cảm quan bằng phép thử cho điểm thị hiếu theo thang điểm 9, trong đó điểm 1 là kém yêu thích nhất và điểm 9 là yêu thích nhất.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được thể hiện là kết quả trung bình của 3 lần lặp lại. Kết quả thể hiện dưới dạng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Phần mềm Excel 2019 được sử dụng để xử lý và vẽ biểu đồ số liệu thu thập được. Trong chương trình phần mềm Statgraphic, phương pháp phân tích ANOVA và sai khác nhỏ nhất (LSD) được sử dụng để phân tích sự khác biệt tại độ tin cậy 95% giữa các mẫu thí nghiệm.

3. Kết Quả và Thảo Luận

3.1. Cấu trúc

Phân tích thống kê cho thấy có sự khác biệt về lực phá vỡ giữa các mẫu tại $P < 0,05$. HMP và

LMP đều có cấu trúc mạch thẳng được cấu tạo từ nhiều galacturonic acid, có chứa các gốc OH⁻, giúp tạo sự liên kết (liên kết hydro) của pectin với các thành phần có chứa gốc ưa nước. Điều kiện pH thấp (2,5 - 3,5) và nồng độ đường (55 - 75%) là điều kiện thuận lợi cho quá trình tạo gel của HMP; trong khi đó sự liên kết giữa Ca²⁺ và các nhóm carboxylic tự do theo mô hình hộp trứng là cơ chế thuận lợi cho quá trình tạo gel của LMP (Said & ctv., 2023). Nhờ vào đặc tính hóa học này của pectin có thể đã giúp cấu trúc của sản phẩm có bổ sung pectin trở nên chặt chẽ hơn mẫu đối chứng. Kết quả Bảng 2 thể hiện tỷ lệ bổ sung LMP càng cao, lực phá vỡ mẫu càng cao tăng từ 0,55 N lên đến 0,75 N tương ứng với tỷ lệ HMP - LMP từ 0,5 - 1,5 đến 1,5 - 0,5; điều

này cho thấy pectin LMP có ảnh hưởng nhiều hơn đến cấu trúc của sản phẩm.

Các kết quả Bảng 2 cũng cho thấy lực phá mẫu cao nhất được ghi nhận tại mẫu có tỷ lệ HMP và LMP là 0,5 - 1,5; trong khi đó mẫu đối chứng có giá trị thấp nhất. Kết quả này minh chứng bổ sung pectin giúp cải thiện độ liên kết của sản phẩm. Kết quả này tương đồng với các báo cáo trước đó, lực phá vỡ đối xoài sấy dẻo tăng từ 3,6 đến 7,9 N, khi tăng tỷ lệ pectin từ 0% đến 2% (Gujral & ctv., 2003). Một nghiên cứu khác cũng cho thấy lực phá vỡ đối với sản phẩm kiwi sấy dẻo là 0,13 và 2,41 N, tương ứng với tỷ lệ pectin 0 và 1% (Barman & ctv., 2021).

Bảng 2. Ảnh hưởng của tỷ lệ HMP và LMP lên cấu trúc sản phẩm

Mẫu	0,5 - 1,5	1 - 1	1,5 - 0,5	Đối chứng
Lực phá vỡ mẫu (N)	0,75 ^a ± 0,05	0,63 ^b ± 0,02	0,55 ^c ± 0,03	0,23 ^d ± 0,02

Các chữ cái theo sau giá trị trung bình khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

3.2. Quá trình sấy tách nước

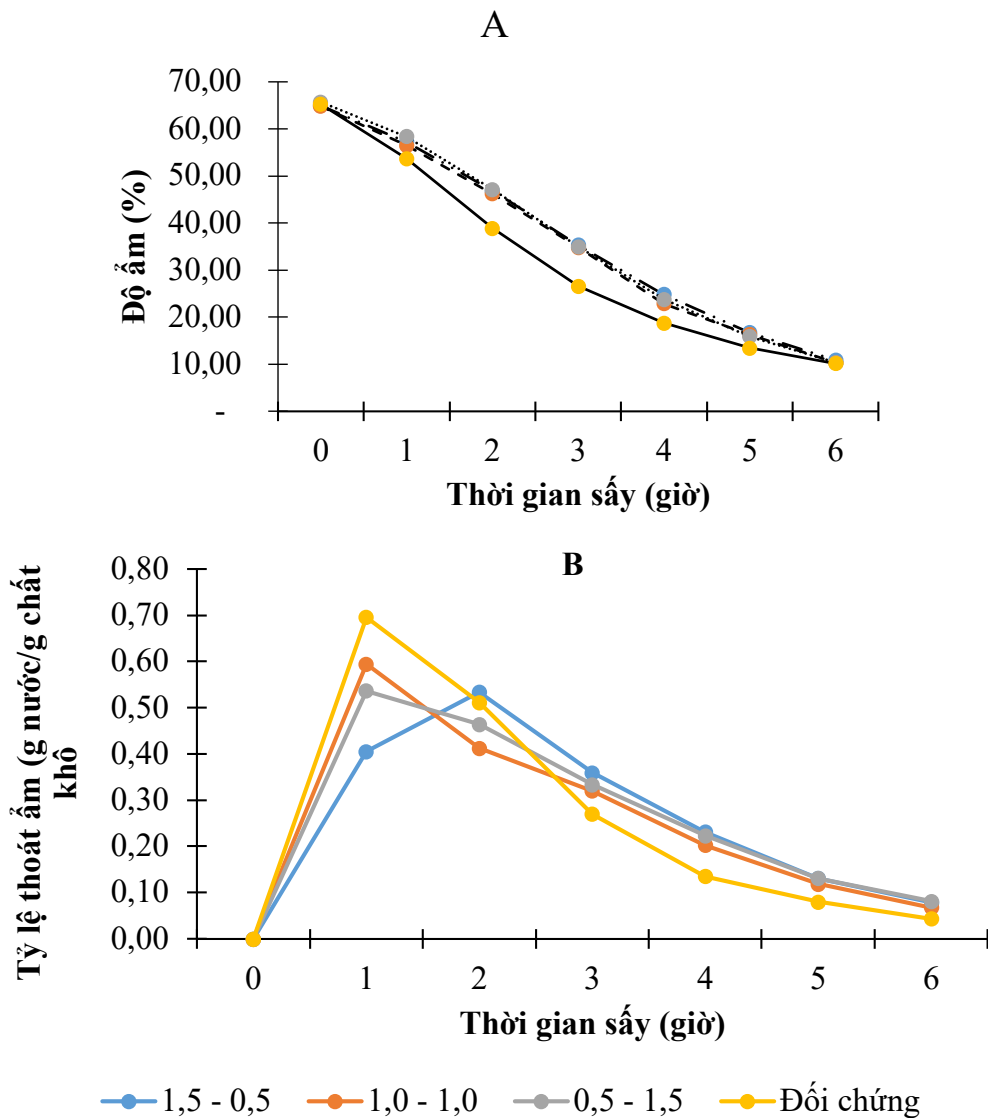
Kết quả ở Hình 1A cho thấy trong giai đoạn đầu quá trình sấy (0 - 3 giờ), hàm lượng ẩm của các mẫu giảm mạnh từ khoảng 60% xuống còn khoảng 30%. Ở giai đoạn sau (3 - 6 giờ), tốc độ giảm ẩm dần chậm lại, hàm lượng ẩm của các mẫu giảm còn 10,38; 10,33; 10,85 và 10,12% tương ứng với tỷ lệ phối trộn hai loại pectin HPM và LMP là 0,5 - 1; 1 - 1; 1,5 - 0,5 và đối chứng. Hình 1A cũng cho thấy đường cong thể hiện độ thoát ẩm của mẫu đối chứng có độ dốc cao hơn so với các mẫu có bổ sung pectin và các tỷ lệ phối trộn HMP/LMP khác nhau không ảnh

hưởng nhiều đến quá trình thoát ẩm của mẫu khảo sát.

Kết quả từ Hình 1B cho thấy trong 1 giờ đầu đầu tiên, tốc độ thoát ẩm của các mẫu tăng lên, và sau đó giảm vào giờ thứ 3 của quá trình sấy. Mẫu không bổ sung pectin có tốc độ thoát ẩm cao nhất 0,70 g nước/giờ; trong khi đó tỷ lệ này ở các mẫu có bổ sung pectin là 0,41 - 0,59 g nước/giờ. Sau 3 giờ sấy, tốc độ thoát ẩm của các mẫu có bổ sung 2 g pectin không có sự khác biệt nhiều, điều này cho thấy tốc độ thoát ẩm không phụ thuộc vào tỷ lệ HMP/LMP.

Bảng 3 thấy không có sự khác biệt về ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$) về hoạt độ nước của sản phẩm có và không có không bổ sung pectin, số liệu ghi nhận cho tất cả các mẫu nằm trong khoảng 0,54 - 0,56. Trong khi đó độ khuếch tán ẩm của cả 3 mẫu bổ sung pectin ($27,83 - 28,56 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$) đều thấp hơn so với mẫu đối chứng ($33,49 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$). Không có sự khác biệt

giữa các mẫu có tỷ lệ HMP/LMP khác nhau. Hoạt độ nước nhỏ hơn 0,6 là điều kiện thuận lợi giúp bảo quản thực phẩm không bị hư hỏng bởi các phản ứng hóa học và vi sinh vật không mong muốn (da Silva & ctv., 2020). Hoạt độ nước của sản phẩm trái lý chua đen-táo sấy dẻo là 0,3 - 0,4 (Diamante & ctv., 2013).



Hình 1. Ảnh hưởng của tỷ lệ HMP và LMP lên (A) đường cong giảm ẩm và (B) tốc độ thoát ẩm.

Trong thực phẩm, nước tồn tại ở hai dạng liên kết và tự do; trong đó, nước tự do dễ bị bay hơi trong quá trình sấy hơn so với nước liên kết. Quá trình sấy bao gồm đồng thời sự truyền nhiệt và truyền khối, điều này làm nước dần di chuyển từ bên trong ra bên ngoài bề mặt nguyên liệu và hóa hơi (Deng & ctv., 2020). Pectin có khả năng liên kết với nước qua liên kết hydro (Said & ctv., 2023). Điều này giúp giải thích quá trình thoát hơi nước trong giai đoạn sấy đầu diễn ra mạnh mẽ hơn so với giai đoạn sau, cũng như mẫu đối chứng mất nước nhanh hơn mẫu bổ sung pectin. Nghiên cứu của Barman & ctv. (2021) đã báo cáo tùy theo điều kiện sấy mà tốc

độ thoát ẩm của sản phẩm khác nhau, trường hợp kiwi sấy dẻo ở 60°C, độ khuếch tán ẩm mẫu đối chứng là $5,93 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$, mẫu bổ sung 0,5% pectin là $5,88 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$. Tương tự, dưa sấy dẻo có độ khuếch tán ẩm khi bổ sung 0% và 2% pectin lần lượt là 9,37 và $7,13 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ (Gujral & ctv., 2003). Diamante & ctv. (2013) đã báo cáo rằng gia tăng hàm lượng pectin bổ sung từ 0 đến 4% đã làm tăng hàm lượng nước (tính theo phần trăm vật chất khô) sản phẩm lý chua đen-táo sấy dẻo từ 21,14 lên 25,06%; hoạt độ nước từ 0,31 lên 0,45; lực phá vỡ từ 18,23 lên 22,60 N sau 16 giờ sấy tại nhiệt độ 70°C.

Bảng 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ HMP và LMP lên hoạt độ nước và độ khuếch tán ẩm

Tỷ lệ phối trộn HMP - LMP (%)	0,5 - 1,5	1 - 1	1,5 - 0,5	Đối chứng
Hoạt độ nước	$0,56^a \pm 0,01$	$0,54^a \pm 0,01$	$0,55^a \pm 0,01$	$0,55^a \pm 0,02$
Độ khuếch tán ẩm ($\times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$)	$28,56^b \pm 0,51$	$27,83^b \pm 0,91$	$27,39^b \pm 0,40$	$33,49^a \pm 0,43$

Trong cùng một hàng, các chữ cái theo sau giá trị trung bình khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). HMP: chế phẩm pectin thương mại có độ methoxyl cao; LMP: chế phẩm pectin thương mại có độ methoxyl thấp.

3.3. Giá trị cảm quan

Kết quả Bảng 4 cho thấy tỷ lệ phối trộn giữa hai loại pectin khác nhau không ảnh hưởng đến màu sắc (6,35 - 6,65 điểm), mùi, và vị (6,65 - 6,96 điểm) của sản phẩm ($P > 0,05$). Tuy nhiên, các giá trị kết cấu, ngoại quan, và tổng thể của sản phẩm thay đổi đáng kể khi phối trộn với pectin ($P < 0,05$). Hầu hết các sản phẩm có vị chua ngọt, điều này có thể là do trong quá trình sấy, đường và các acid hữu cơ ít bị thất thoát, nên vị của sản phẩm ở các công thức chế biến ít có sự khác biệt. Sản phẩm sau sấy có màu sắc đỏ nâu; tuy nhiên, các mẫu có bổ sung pectin có màu sắc đậm hơn so với mẫu đối chứng. Trong thịt

quả cà phê có chứa hợp chất anthocyanin (Hu & ctv., 2023). Tại môi trường pH thấp anthocyanin chuyển đổi thành hợp chất cation flavylium, chuyển đổi từ màu tím sang đỏ/đỏ cam (Zhao & ctv., 2022). Trong một nghiên cứu khác về chế biến mứt dâu đã khám phá ra rằng pectin có khả năng liên kết tốt anthocyanin, hạn chế sự biến đổi hóa học của hợp chất sắc tố này bởi tác động của nhiệt độ cao (Kopjar & ctv., 2009)

Thí nghiệm cũng ghi nhận các sản phẩm có điểm đánh giá về mùi thơm là 5,42 - 5,50/9 điểm. Kết quả này cho thấy mùi thơm của sản phẩm dừng ở mức không thích - không ghét bởi cảm quan viên. Lý do có thể là mùi hương tự

nhiên của thịt quả cà phê chưa thật sự đặc trưng. Trong các nghiên cứu tiếp theo việc bổ sung các phụ gia tạo hương cần được đánh giá, giúp nâng cao chất lượng cảm quan của sản phẩm sấy dẻo.

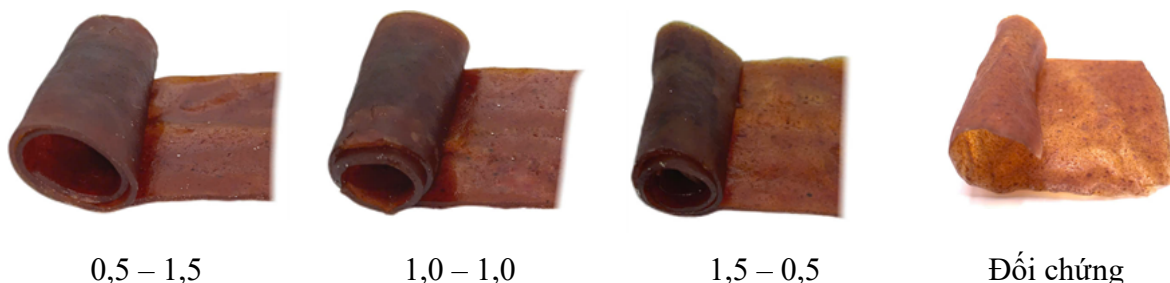
Các cảm quan viên nhận xét mẫu bổ sung pectin có cảm giác mềm dẻo, dày hơn so với mẫu đối chứng. Về kết cấu mẫu có tỷ lệ HMP - LMP 0,5 - 1,5 và 1 - 1 đều có kết quả cao lần lượt là 6,77 và 6,61/9; ngược lại ở tỷ lệ 1,5 - 0,5 sản phẩm có điểm cảm quan thấp hơn 5,50 tương đồng với mẫu mẫu đối chứng 5,46 điểm. Điều này có thể là do khi bổ sung HMP ở tỷ lệ 1,5% đã làm tăng đáng kể độ dai của sản phẩm dẫn đến giảm sự yêu thích của cảm quan viên. Trong

khi đó, các cảm quan viên nhận thấy cấu trúc mẫu đối chứng không có nhiều tính chất liên kết, khi ăn sản phẩm có cảm giác rời rạc. Nghiên cứu của Barman & ctv. (2021) phát hiện bổ sung pectin 1% giúp cải thiện điểm yêu thích về kết cấu của sản phẩm từ 5,1 lên 7,8/9 điểm. Nhìn chung mẫu 0,5 - 1,5 và 1 - 1 hầu hết được cảm quan viên yêu thích. Kết quả xử lý thống kê cho thấy không có sự biệt về điểm đánh giá giữa hai công thức này. Trong nghiên cứu này, dựa trên cơ sở giá thành của nguyên liệu LMP cao hơn so với HMP có thể làm tăng giá thành sản phẩm. Do đó, tỷ lệ 1 - 1 đã được chọn để thực hiện các thí nghiệm tiếp theo.

Bảng 4. Ảnh hưởng của tỷ lệ HMP và LMP đến các chỉ tiêu cảm quan được khảo sát

HMP - LMP	Ngoại quan	Kết cấu	Màu sắc	Mùi	Vị	Tổng thể
0,5 - 1,5	6,77 ^a ± 0,8	6,77 ^a ± 0,65	6,61 ± 0,75	5,54 ± 1,21	6,96 ± 0,72	6,85 ^a ± 0,54
1 - 1	6,73 ^a ± 0,87	6,61 ^a ± 0,70	6,65 ± 0,80	5,42 ± 1,27	6,73 ± 0,67	6,61 ^a ± 0,57
1,5 - 0,5	6,38 ^a ± 0,75	5,50 ^b ± 0,76	6,53 ± 0,71	5,50 ± 1,08	6,65 ± 0,69	5,73 ^c ± 0,60
Đối chứng	6,10 ^b ± 0,09	5,46 ^b ± 0,76	6,35 ± 0,89	5,50 ± 0,90	6,69 ± 0,79	6,00 ^b ± 0,63

Trong cùng một cột, các chữ cái theo sau giá trị trung bình khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Mức độ yêu thích sản phẩm tỉ lệ thuận với số điểm của từng chỉ tiêu. Mẫu được đánh giá bởi 30 cảm quan viên. HMP: chế phẩm pectin thương mại có độ methoxyl cao; LMP: chế phẩm pectin thương mại có độ methoxyl thấp.



Hình 2. Hình ảnh sản phẩm ở các tỷ lệ bổ sung HMP - LMP khác nhau.

4. Kết Luận

Bổ sung pectin có ảnh hưởng đến đường cong giảm ẩm, tốc độ thoát ẩm và độ khuếch tán ẩm của các sản phẩm so với mẫu không bổ sung. Tuy nhiên, không có sự khác biệt rõ ràng về các chỉ tiêu này giữa các tỷ lệ phối trộn HMP và LMP. Sau 6 giờ sấy, tất cả các mẫu đều có hàm lượng ẩm khoảng 10% và hoạt độ nước 0,54 - 0,56. Trong khi đó, bổ sung pectin đã làm tăng lực phá vỡ của sản phẩm, làm cấu trúc sản phẩm chắc hơn, dẻo mềm được nhiều cảm quan viên yêu thích. Ngược lại, điểm cảm quan giữa các sản phẩm không có sự khác biệt nhiều về màu sắc, mùi thơm và vị. Mẫu sản phẩm có tỷ lệ bổ sung HMP - LMP là 1 - 1 cho giá trị cảm quan tốt, vị chua ngọt, dẻo mềm, màu đỏ cam, điểm yêu thích đạt 6,61/9 điểm. Trong các nghiên cứu tiếp theo tác động của việc bổ sung pectin đến sự biến đổi của các hợp chất sinh học có trong thịt quả cà phê cũng cần được xem xét thực hiện.

Lời Cam Đoan

Nhóm tác giả cam đoan không có bất kỳ mâu thuẫn giữa các thành viên.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí của Bộ Giáo Dục và Đào Tạo thông qua dự án B2024-NLS-05.

Tài liệu tham khảo (References)

Barman, M., Das, A. B., & Badwaik, L. S. (2021). Effect of xanthan gum, guar gum, and pectin on physicochemical, color, textural, sensory, and drying characteristics of kiwi fruit leather. *Journal of Food Processing and Preservation*

45(5), e15478. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15478>.

da Silva, S. R., de Moraes, J. O., Carciofi, B. A. M., & Laurindo, J. B. (2020). Recent advances in the production of fruit leathers. *Food Engineering Reviews* 12, 68-82. <https://doi.org/10.1007/s12393-019-09200-4>.

Deng, L. Z., Mujumdar, A. S., Yang, W. X., Zhang, Q., Zheng, Z. A., Wu, M., & Xiao, H. W. (2020). Hot air impingement drying kinetics and quality attributes of orange peel. *Journal of Food Processing and Preservation* 44(1), e14294. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14294>.

Diamante, L. M., Li, S., Xu, Q., & Busch, J. (2013). Effects of apple juice concentrate, blackcurrant concentrate and pectin levels on selected qualities of apple-blackcurrant fruit leather. *Foods* 2(3), 430-443. <https://doi.org/10.3390/foods2030Ben>.

dos Santos, É. M., de Macedo, L. M., Tundisi, L. L., Ataíde, J. A., Camargo, G. A., & Alves, R. C. (2021). Coffee by-products in topical formulations: A review. *Trends in Food Science and Technology* 111, 280-291. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.064>.

Gujral, S. H., & Brar, S. S. (2003). Effect of hydrocolloids on the dehydration kinetics, color, and texture of mango leather. *International Journal of Food Properties* 6(2), 269-279. <https://doi.org/10.1081/JFP-120017846>.

Gil-Gómez, J. A., Florez-Pardo, L. M., & Leguizamón-Vargas, Y. C. (2024). Valorization of coffee by-products in the industry, a vision towards circular economy. *Discover Applied Sciences* 6(9), 480.

Ha, D. T. (2010). Sensory method. In Ha, D. T. (Ed.), *Food sensory analysis techniques* (59-96). Ho Chi Minh City, Vietnam: Science and Technology Publishing House.

Hnin, K. K., Zhang, M., Mujumdar, A. S., & Zhu, Y. (2019). Emerging food drying technologies with

- energy-saving characteristics: A review. *Drying Technology* 37(12), 1465-1480. <https://doi.org/10.1080/07373937.2018.1510417>.
- Hu, S., Gil-Ramírez, A., Martín-Trueba, M., Benítez, V., Aguilera, Y., & Martín-Cabrejas, M. A. (2023). Valorization of coffee pulp as bioactive food ingredient by sustainable extraction methodologies. *Current Research in Food Science* 6, 100475. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100475>.
- Kopjar, M., Piližota, V., Tiban, N. N., Šubarić, D., Babić, J., & Ačkar, D. (2009). Strawberry jams: influence of different pectins on colour and textural properties. *Czech Journal of Food Sciences* 27(1), 20 - 28. <http://dx.doi.org/10.17221/95/2008-CJFS>.
- Said, N. S., Olawuyi, I. F., & Lee, W. Y. (2023). Pectin hydrogels: Gel-forming behaviors, mechanisms, and food applications. *Gels* 9(9), 732. <http://dx.doi.org/10.3390/gels9090732>.
- Zhao, L., Liu, Y., Zhao, L., & Wang, Y. (2022). Anthocyanin-based pH-sensitive smart packaging films for monitoring food freshness. *Journal of Agriculture and Food Research* 9, 100340. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100340>.