



DOI: <https://doi.org/10.52714/dthu.ns.2816.1882>

ỨNG DỤNG VỎ QUẢ CHANH DÂY TÍM (*Passiflora edulis* Sims) TRONG CHẾ BIẾN TRÁI CÂY SẤY DÈO ĐỊNH HÌNH

Nguyễn Xuân Hồng*, Đoàn Phương Linh, Nguyễn Thị Hồng Xuyên, Nguyễn Tấn Kha,
Ngô Hiếu Kỳ và Phạm Thúy Nguyên

Khoa Công nghệ Sinh Hóa - Thực phẩm, Trường Đại học Kỹ thuật - Công nghệ Cần Thơ,
Việt Nam

*Tác giả liên hệ, Email: nxhong@ctu.edu.vn

Lịch sử bài báo

Ngày nhận: 30/9/2026; Ngày nhận chỉnh sửa: 12/11/2025; Ngày duyệt đăng: 20/11/2025

Tóm tắt

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm khai thác tiềm năng của vỏ quả chanh dây tím (*Passiflora edulis* Sims) trong chế biến sản phẩm sấy dẻo định hình. Các thí nghiệm khảo sát gồm: (i) tỷ lệ phối trộn vỏ quả và dịch quả (2:1, 4:1, 6:1), (ii) tỷ lệ bổ sung đường (25, 35, 45 °Brix) và acid citric (0,1; 0,2; 0,3%), (iii) nhiệt độ sấy (60, 70, 80°C) và thời gian sấy (3, 4, 5 giờ). Kết quả cho thấy tỷ lệ vỏ quả và dịch quả 4:1, kết hợp với đường 35 °Brix và 0,2% acid citric, tạo sản phẩm có màu đỏ cam đặc trưng, cấu trúc mềm dẻo và hương vị hài hòa. Ở điều kiện sấy tối ưu (70°C trong 4 giờ), hàm lượng anthocyanin và vitamin C được giữ ở mức tương đối cao, lần lượt đạt 20,57 mg/100 g và 11,84 mg/100 g. Các chỉ tiêu chất lượng khác như độ ẩm (16,10%), độ cứng (1,32 N) và chất lượng cảm quan đều đạt mức mong muốn. Kết quả nghiên cứu cho thấy, việc ứng dụng vỏ quả chanh dây tím trong chế biến sản phẩm sấy dẻo không chỉ góp phần nâng cao giá trị sử dụng của phụ phẩm nông nghiệp mà còn đáp ứng xu hướng phát triển thực phẩm chức năng giàu hợp chất sinh học.

Từ khóa: Anthocyanin, chanh dây tím, chất lượng cảm quan, trái cây sấy dẻo định hình, vitamin C, vỏ quả.

Trích dẫn: Nguyễn, X. H., Đoàn, P. L., Nguyễn, T. H. X., Nguyễn, T. K., Ngô, H. K., & Phạm, T. N. (2026). Ứng dụng vỏ quả chanh dây tím (*Passiflora edulis* Sims) trong chế biến trái cây sấy dẻo định hình. *Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp, Online First*, 1-14. <https://doi.org/10.52714/dthu.ns.2816.1882>

Copyright © 2026 The author(s). This work is licensed under a CC BY-NC 4.0 License.

APPLICATION OF PURPLE PASSION FRUIT (*Passiflora edulis* Sims) PEEL IN THE PROCESSING OF FRUIT LEATHER

Nguyen Xuan Hong*, Doan Phuong Linh, Nguyen Thi Hong Xuyen, Nguyen Tan Kha, Ngo Hieu Ky, and Pham Thuy Nguyen

Faculty of Biological, Chemical and Food Technology, Can Tho University of Technology, Vietnam

**Corresponding author, Email: nxhong@ctu.edu.vn*

Article history

Received: 30/9/2025; Received in revised form: 12/11/2025; Accepted: 20/11/2025

Abstract

*This study investigated the potential utilization of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) peel in the processing of fruit leather products. The experimental operations included: (i) peel-to-juice ratios (2:1, 4:1, 6:1), (ii) supplementation levels of sugar (25, 35, 45 °Brix) and citric acid (0.1, 0.2, 0.3%), and (iii) drying temperatures (60, 70, 80°C) and drying times (3, 4, 5 h). Results showed that the peel-to-juice ratio of 4:1, combined with 35 °Brix sugar and 0.2% citric acid, yielded a product with characteristic reddish-orange color, flexible texture, and balanced flavor. Under optimal drying conditions (70°C for 4 hours), anthocyanin and vitamin C contents were maintained at relatively high levels, reaching 20.57 mg/100 g and 11.84 mg/100 g, respectively. Other quality parameters such as moisture content (16.10%), firmness (1.32 N), and sensory characteristics also met desired standard results. The findings demonstrate that the utilization of purple passion fruit peel in fruit leather production not only enhances the value of agricultural by-products but also meets the trend in the development of functional foods rich in bioactive compounds.*

Keywords: *Anthocyanin, fruit leather, peel, purple passion fruit, sensory quality, vitamin C.*

1. Giới thiệu

Việt Nam có điều kiện tự nhiên thuận lợi cho việc trồng trọt và phát triển đa dạng các loại cây ăn quả. Vào mùa thu hoạch rộ, sản lượng trái cây vượt quá nhu cầu tiêu thụ tươi, dẫn đến tổn thất sau thu hoạch và thiệt hại kinh tế cho nông dân. Phát triển các sản phẩm chế biến từ trái cây, đặc biệt trái cây sấy dẻo định hình, là giải pháp tiềm năng để kéo dài thời gian bảo quản, nâng cao giá trị và mở rộng thị trường tiêu thụ nông sản.

Trái cây sấy dẻo định hình được chế biến bằng cách phối trộn trái cây tươi, puree hoặc hỗn hợp nước ép trái cây cô đặc với các chất phụ gia khác như đường, pectin, acid, chất màu và chất bảo quản; trải thành lớp mỏng rồi khử nước. Nhiều hệ thống sấy khác nhau bao gồm sấy đối lưu, sấy hồng ngoại, sấy không khí nóng, sấy vi sóng, sấy năng lượng mặt trời và phơi nắng được sử dụng để sản xuất trái cây sấy dẻo định hình. Hầu hết các loại trái cây sấy dẻo định hình được sấy ở nhiệt độ từ 30-80°C trong tối đa 24 giờ đến khi đạt được độ ẩm cuối cùng 12-20% (Diamante & cs., 2014). Sản phẩm có cấu trúc dai, nhiều chất xơ, vitamin, chất chống oxy hóa và khoáng chất; đồng thời sản phẩm có độ ẩm thấp nên dễ bảo quản (Bandaru & Bakshi, 2020).

Chanh dây tím (*Passiflora edulis* Sims) là loại cây ưa khí hậu ẩm, phân bố rộng ở các vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới, hiện được trồng phổ biến tại Việt Nam. Dịch quả chanh dây có hàm lượng cao vitamin A, vitamin C, khoáng chất và các hợp chất chống oxy hóa, mang lại nhiều lợi ích cho sức khỏe tim mạch, thị lực và góp phần phòng ngừa một số bệnh mạn tính (Thokchom & Mandal, 2017). Trong công nghiệp thực phẩm, phần dịch quả thường được sử dụng để chế biến nước ép, siro, kẹo dẻo, bột hòa tan hoặc mứt đông. Ngược lại, phần vỏ quả chiếm khoảng 46,79% so với khối lượng quả (Nguyễn & Lê, 2023), nhưng vẫn chưa được khai thác hiệu quả. Hiện nay, vỏ chủ yếu được dùng làm phân bón, thức ăn chăn nuôi hoặc bị thải bỏ, gây lãng phí nguồn tài nguyên sinh học. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng phụ phẩm này chứa hàm lượng đáng kể các hợp chất có hoạt tính sinh học giá trị như flavonoid gồm anthocyanin và flavonol, acid phenolic, pectin, chất xơ... có thể thu hồi, tái chế để sản xuất các sản phẩm giá trị gia tăng (Wen & cs., 2008). Trong số đó, anthocyanin từ vỏ chanh dây tím đặc biệt được quan tâm nhờ hàm lượng cao, khả năng tạo màu trong môi trường nước và tiềm năng ứng dụng làm phẩm màu tự nhiên trong thực phẩm (Dhawan & cs., 2004).

Mặc dù vỏ quả chanh dây tím (*Passiflora edulis* Sims) là nguồn phụ phẩm giàu anthocyanin và pectin, có tiềm năng ứng dụng trong chế biến thực phẩm chức năng và phẩm màu tự nhiên, song đến nay vẫn chưa có công trình nào công bố việc sử dụng nguyên liệu này để sản xuất sản phẩm sấy dẻo định hình.

Nghiên cứu được thực hiện nhằm xây dựng quy trình chế biến sản phẩm sấy dẻo định hình từ nguyên liệu vỏ quả chanh dây tím, thông qua phối trộn phần vỏ quả xay nhuyễn với dịch quả và các thành phần bổ sung theo tỷ lệ tối ưu. Sản phẩm được tạo hình và sấy đến độ ẩm thích hợp để đáp ứng yêu cầu về cảm quan, giá trị dinh dưỡng và khả năng bảo quản. Kết quả nghiên cứu góp phần khai thác hiệu quả nguồn phụ phẩm từ vỏ quả chanh dây tím, đồng thời đề xuất quy trình chế biến sản phẩm sấy dẻo có giá trị cảm quan và dinh dưỡng cao, có thể được áp dụng mở rộng cho nhiều loại trái cây khác, qua đó giảm thiểu tổn thất sau thu hoạch và nâng cao giá trị kinh tế của nông sản.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên vật liệu và hóa chất

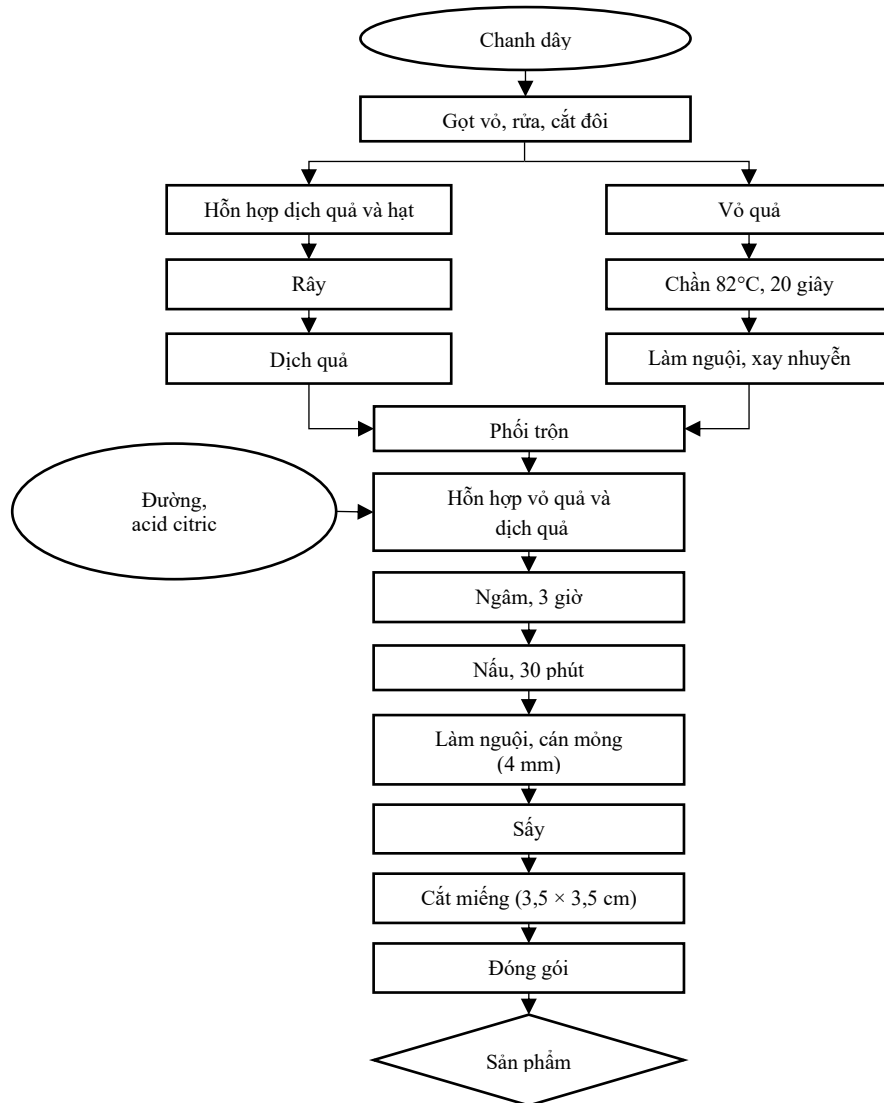
Nguyên liệu chính của nghiên cứu là quả chanh dây tím (*Passiflora edulis*) được thu mua tại địa bàn thành phố Cần Thơ. Tiêu chuẩn lựa chọn nguyên liệu bao gồm: quả đạt độ chín giai

đoạn 4, được xác định khi tối thiểu 75% diện tích bề mặt vỏ đã chuyển sang màu tím đậm, bề mặt căng bóng (Pongener & cs., 2014); hình dạng quả to, tròn đều; không bị mềm hoặc hư hỏng cơ học.

Các hóa chất được sử dụng trong phân tích gồm acid clohydric, iod, tinh bột, natri hydroxide (Trung Quốc); ethanol (Việt Nam). Phụ gia bao gồm đường saccharose và acid citric được sản xuất tại Việt Nam.

2.2. Phương pháp chế biến vỏ chanh dây sấy dẻo định hình

Quy trình chế biến vỏ quả chanh dây tím sấy dẻo định hình được trình bày ở sơ đồ Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ quy trình chế biến vỏ quả chanh dây tím sấy dẻo định hình

Quả chanh dây sau khi thu mua được rửa sạch, gọt bỏ lớp vỏ ngoài và rửa lại bằng nước. Quả được bỏ đôi, toàn bộ phần dịch quả và hạt được đưa qua rây để loại bỏ hạt, đồng thời thu hồi tối đa dịch quả. Phần vỏ quả được tách bỏ lớp vỏ lụa bên trong, cắt nhỏ và chần ở 82°C trong 20 giây (Nguyễn & cs., 2024), sau đó làm nguội nhanh bằng phương pháp nước chảy tràn. Vỏ quả đã chần được xay nhuyễn và phối trộn với dịch quả theo các tỷ lệ khảo sát.

Hỗn hợp vỏ quả và dịch quả được bổ sung đường saccharose và acid citric theo các tỷ lệ khảo sát, sau đó ngâm trong 3 giờ. Quá trình nấu được tiến hành trong 30 phút, tiếp theo làm nguội và cán mỏng với độ dày $4 \pm 0,5$ mm (Bandaru & Bakshi, 2020). Sản phẩm sau đó được sấy ở các mức nhiệt độ và thời gian khảo sát. Sau khi sấy, sản phẩm được cắt miếng hình vuông kích thước $3,5 \times 3,5$ cm (Singh & cs., 2019) và đóng gói.

2.3. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Các thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với một nhân tố hoặc hai nhân tố, mỗi thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

2.3.1. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn vỏ quả và dịch quả đến chất lượng sản phẩm

Quy trình chế biến được thực hiện theo mô tả tại mục 2.2. Vỏ quả sau xử lý được xay nhuyễn và phối trộn với dịch quả theo các tỷ lệ (w/v) lần lượt là 2:1, 4:1 và 6:1. Hỗn hợp được bổ sung đường saccharose để đạt 35 °Brix, thêm 0,2% (w/w) acid citric và ngâm trong 3 giờ. Sau đó, hỗn hợp được nấu trong 30 phút, làm nguội và cán mỏng với độ dày 4 mm. Sản phẩm được sấy ở 70°C trong 4 giờ, cắt miếng hình vuông kích thước $3,5 \times 3,5$ cm và đánh giá chất lượng.

2.3.2. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ đường và acid citric bổ sung đến chất lượng sản phẩm

Quy trình chế biến được thực hiện theo mô tả tại mục 2.2, sử dụng tỷ lệ vỏ quả : dịch quả được lựa chọn từ thí nghiệm tối ưu trước. Hỗn hợp được bổ sung đường saccharose để đạt nồng độ chất khô hòa tan lần lượt là 25 °Brix, 35 °Brix và 45 °Brix; đồng thời bổ sung acid citric ở các mức 0,1%; 0,2% và 0,3% (w/w), ngâm trong 3 giờ. Tiếp theo, hỗn hợp được nấu trong 30 phút, làm nguội và cán mỏng với độ dày 4 mm. Sản phẩm được sấy ở 70°C trong 4 giờ, cắt miếng hình vuông kích thước $3,5 \times 3,5$ cm và đánh giá chất lượng.

2.3.3. Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian sấy đến chất lượng sản phẩm

Quy trình chế biến được thực hiện theo mô tả tại mục 2.2, với tỷ lệ vỏ quả : dịch quả, tỷ lệ đường và acid citric được xác định từ thí nghiệm tối ưu trước đó. Mẫu được nấu trong 30 phút, làm nguội và cán mỏng với độ dày 4 mm. Sản phẩm được sấy ở các mức nhiệt độ 60°C, 70°C và 80°C trong các khoảng thời gian 3 giờ, 4 giờ và 5 giờ. Sau sấy, sản phẩm được cắt miếng hình vuông kích thước $3,5 \times 3,5$ cm và đánh giá chất lượng.

2.4. Phương pháp phân tích

Độ cứng của sản phẩm được xác định bằng máy đo cấu trúc (TMS-Pro, Hoa Kỳ), sử dụng đầu bi tròn với các thông số lực nén tối đa 40 N, chiều cao mẫu 3 mm, độ nén 50% chiều cao mẫu (1,5 mm), tốc độ nén 40 mm/phút. Màu sắc được đo bằng máy đo màu (Colorlite sph870, Đức) theo hệ màu CIE Lab* (L^* , a^* , b^*). Hàm lượng vitamin C được xác định bằng phương pháp chuẩn độ iod (Nhan & Diệp, 2014). Hàm lượng anthocyanin được xác định bằng phương pháp pH vi sai (Lee & cs., 2005). Độ ẩm của mẫu được xác định theo phương pháp sấy đến khối lượng không đổi TCVN 5613:2007. Đánh giá cảm quan được thực hiện theo phương pháp cho điểm quy định tại TCVN 3215-79 với hội đồng 15 thành viên, dựa trên các tiêu chí màu sắc, mùi, vị và cấu trúc sản phẩm.

2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu thí nghiệm được phân tích thống kê bằng phần mềm Statgraphics Centurion XVIII theo phương pháp phân tích phương sai ANOVA, với so sánh trung bình bằng phép thử LSD ở độ tin cậy 95% (mức ý nghĩa $p < 0,05$). Các biểu đồ được vẽ bằng phần mềm Microsoft Excel 2013.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn vỏ quả và dịch quả đến chất lượng sản phẩm

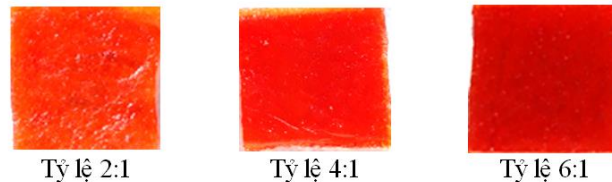
Kết quả phân tích (Bảng 1 và Bảng 2) cho thấy tỷ lệ phối trộn giữa vỏ quả và dịch quả chanh dây tím có ảnh hưởng đáng kể đến các chỉ tiêu màu sắc, độ cứng, hàm lượng vitamin C và anthocyanin của sản phẩm ($p < 0,05$).

Bảng 1. Màu sắc và độ cứng của sản phẩm ở các tỷ lệ phối trộn vỏ quả và dịch quả khác nhau

Tỷ lệ vỏ quả: dịch quả	Màu sắc			Độ cứng (N)
	L*	a*	b*	
2:1	23,95 ^c ± 0,77	11,21 ^a ± 0,66	16,95 ^c ± 0,61	0,77 ^a ± 0,08
4:1	22,11^b ± 0,82	12,24^b ± 0,61	15,60^b ± 0,70	1,22^b ± 0,10
6:1	20,14 ^a ± 0,69	14,34 ^c ± 0,54	13,79 ^a ± 0,67	1,36 ^c ± 0,10

Ghi chú: Số liệu trong bảng là kết quả trung bình của 3 lần lặp lại, các chữ cái đi kèm với các trung bình nghiệm thức khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Sự gia tăng tỷ lệ vỏ quả từ 2:1 lên 6:1 dẫn đến xu hướng giảm giá trị L* (độ sáng) và b* (độ vàng), đồng thời làm tăng giá trị a* (độ đỏ), với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (Hình 2).



Hình 2. Sản phẩm ở các tỷ lệ phối trộn vỏ quả và dịch quả khác nhau

Mẫu 2:1 có L* = 23,95 và b* = 16,95, thể hiện sắc vàng sáng đặc trưng của dịch quả, trong khi mẫu 6:1 chỉ đạt L* = 20,14 và b* = 13,79, phản ánh màu tối hơn và sắc vàng kém rực rỡ. Sự thay đổi này có thể được lý giải bởi hàm lượng anthocyanin và các hợp chất phenolic cao hơn trong vỏ quả, vốn có khả năng hấp thụ và tán xạ ánh sáng, làm giảm độ sáng và che lấp sắc vàng của carotenoid trong dịch quả. Anthocyanin trong vỏ chanh dây tím, ở pH acid tự nhiên của nguyên liệu, tồn tại chủ yếu ở dạng cation flavylium có màu đỏ bền, từ đó góp phần làm tăng giá trị a* (Suganya & cs., 2012). Khi tỷ lệ vỏ quả tăng, sự gia tăng anthocyanin kết hợp với môi trường acid đã thúc đẩy sắc đỏ, thể hiện qua a* tăng từ 11,21 (2:1) lên 14,34 (6:1).

Độ cứng tăng đáng kể từ 0,77 N ở mẫu 2:1 lên 1,36 N ở mẫu 6:1. Cơ chế này được giải thích bởi hàm lượng pectin và chất xơ không hòa tan trong vỏ quả. Pectin, dưới tác động của đường và acid, hình thành mạng lưới gel ba chiều bền vững, giúp gia tăng độ rắn chắc và duy trì hình dạng của sản phẩm sau sấy (Lara-Espinoza & cs., 2018). Tỷ lệ vỏ quả cao đồng nghĩa với việc cung cấp nhiều pectin hơn, dẫn đến độ cứng cao hơn.

Bảng 2. Hàm lượng vitamin C và anthocyanin của sản phẩm ở các tỷ lệ phối trộn vỏ quả và dịch quả khác nhau

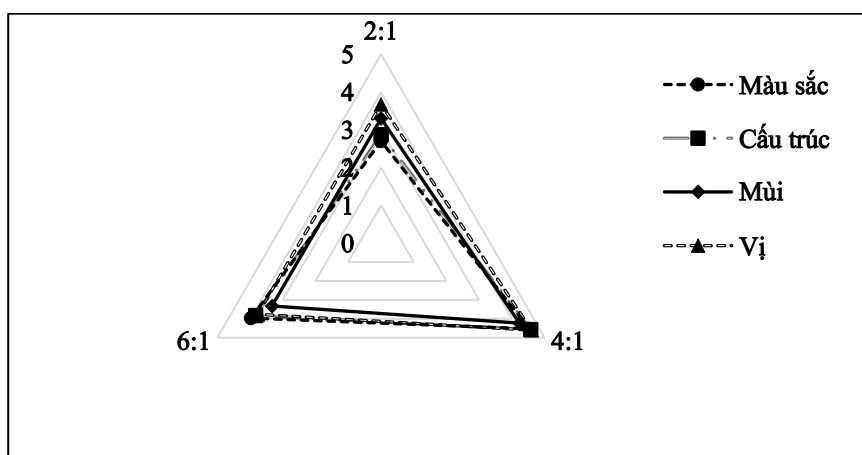
Tỷ lệ vỏ quả: dịch quả	Hàm lượng vitamin C (mg/100 g)	Hàm lượng anthocyanin (mg/100 g)
2:1	13,68 ^c ± 0,43	13,05 ^a ± 0,78
4:1	11,95^b ± 0,33	20,44^b ± 0,77
6:1	9,85 ^a ± 0,36	29,37 ^c ± 0,93

Ghi chú: Số liệu trong bảng là kết quả trung bình của 3 lần lặp lại, các chữ cái đi kèm với các trung bình nghiệm thức khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Anthocyanin và vitamin C là hai hợp chất quan trọng quyết định cả giá trị dinh dưỡng lẫn cảm quan của sản phẩm. Kết quả phân tích ở Bảng 2 cho thấy, hàm lượng vitamin C có xu hướng giảm khi tỷ lệ vỏ quả tăng, từ 13,69 mg/100 g (mẫu 2:1) xuống còn 9,85 mg/100 g (mẫu 6:1). Ngược lại, hàm lượng anthocyanin tăng rõ rệt khi tỷ lệ vỏ quả trong phối trộn tăng, từ 13,05 mg/100 g (mẫu 2:1) lên 29,37 mg/100 g (mẫu 6:1). Điều này đồng thời làm tăng giá trị a^* (màu đỏ) và giảm giá trị L^* (độ sáng), phản ánh màu sắc đỏ sẫm đặc trưng của vỏ quả chanh dây tím. Anthocyanin không chỉ tạo màu mà còn có hoạt tính chống oxy hóa mạnh, góp phần gia tăng giá trị chức năng của sản phẩm. Tuy nhiên, anthocyanin vốn nhạy cảm với nhiệt độ và ánh sáng, do đó hàm lượng cao có thể dẫn đến sự biến đổi màu trong quá trình chế biến (Suganya & cs., 2012).

Sự thay đổi ngược chiều giữa anthocyanin và vitamin C cho thấy quá trình phối trộn vỏ quả và dịch quả cần đạt trạng thái cân bằng, tỷ lệ vỏ quả cao giúp tăng cường anthocyanin và cải thiện màu sắc, song lại làm giảm hàm lượng vitamin C và ảnh hưởng đến giá trị cảm quan. Ngược lại, tỷ lệ dịch quả cao giúp duy trì vitamin C và hương vị đặc trưng, nhưng làm giảm sắc đỏ và cấu trúc đặc trưng của sản phẩm.

Kết quả đánh giá cảm quan (Hình 3) cho thấy tỷ lệ phối trộn 4:1 đạt giá trị cao nhất ở cả bốn tiêu chí cấu trúc, màu sắc, mùi và vị, với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các tỷ lệ còn lại. Sản phẩm ở tỷ lệ này có cấu trúc mềm dẻo, bề mặt khô và đồng nhất, màu đỏ cam tươi sáng, hương thơm chanh dây rõ rệt và vị chua ngọt hài hòa. Ở tỷ lệ 2:1, sản phẩm giữ được nhiều hương thơm chanh dây nhưng cấu trúc mềm ướt, màu nhạt và vị hơi chua. Trong khi đó, tỷ lệ 6:1 tạo ra sản phẩm có cấu trúc cứng hơn, màu đỏ cam đậm nhưng độ tươi sáng và cường độ hương thơm giảm.



Hình 3. Giá trị cảm quan của sản phẩm ở các tỷ lệ phối trộn vỏ quả và dịch quả khác nhau

Tổng hợp các kết quả phân tích cho thấy tỷ lệ phối trộn vỏ quả : dịch quả 4:1 là tối ưu nhất, sản phẩm vừa đạt được sự cân bằng giữa anthocyanin và vitamin C, vừa đảm bảo chất lượng hóa lý và cảm quan.

3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ đường và acid citric bổ sung đến chất lượng sản phẩm

Đường và acid citric có sự tương tác, ảnh hưởng rõ rệt đến màu sắc và độ cứng của sản phẩm ($p < 0,05$) (Bảng 3).

Bảng 3. Màu sắc và độ cứng của sản phẩm ở các tỷ lệ đường và acid citric bổ sung khác nhau

Tỷ lệ đường (°Brix)	Tỷ lệ acid citric (%)	Màu sắc			Độ cứng (N)
		L*	a*	b*	
25	0,1	22,66 ^{cd} ± 0,50	13,05 ^c ± 0,37	15,49 ^c ± 0,49	1,79 ^c ± 0,09
25	0,2	21,81 ^b ± 0,44	14,17 ^f ± 0,32	14,28 ^b ± 0,42	1,92 ^f ± 0,08
25	0,3	20,06 ^a ± 0,53	16,16 ^g ± 0,51	12,25 ^a ± 0,52	2,04 ^g ± 0,10
35	0,1	22,90 ^{cd} ± 0,34	11,95 ^d ± 0,51	16,32 ^d ± 0,53	1,25 ^c ± 0,02
35	0,2	22,46^c ± 0,49	12,05^d ± 0,42	15,55^c ± 0,45	1,29^c ± 0,04
35	0,3	21,53 ^b ± 0,52	13,64 ^f ± 0,47	14,17 ^b ± 0,46	1,36 ^d ± 0,04
45	0,1	25,60 ^f ± 0,59	6,25 ^a ± 0,38	19,82 ^f ± 0,42	0,95 ^a ± 0,07
45	0,2	24,85 ^e ± 0,54	7,20 ^b ± 0,47	18,59 ^e ± 0,42	1,04 ^b ± 0,07
45	0,3	23,06 ^d ± 0,42	9,04 ^c ± 0,38	16,63 ^d ± 0,38	1,09 ^b ± 0,05

Ghi chú: Số liệu trong bảng là kết quả trung bình của 3 lần lặp lại, các chữ cái đi kèm với các trung bình nghiệm thức khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Ở cùng hàm lượng đường, việc tăng acid citric làm giá trị a* (độ đỏ) tăng, đồng thời giá trị L* (độ sáng) và b* (độ vàng) giảm. Cụ thể, ở 35 °Brix, khi nồng độ acid citric tăng từ 0,1% lên 0,3%, giá trị L* giảm từ 22,90 xuống 21,53; b* giảm từ 16,32 xuống 14,17; trong khi a* tăng từ 11,95 lên 13,64. Hiện tượng này được giải thích bởi tác động của môi trường acid trong việc duy trì và tăng cường màu đỏ hồng của sản phẩm. Ở pH thấp, anthocyanin tồn tại chủ yếu ở dạng flavylium cation, là dạng bền màu và có cường độ màu đỏ cao nhất (Nakajima & cs., 2001).

Ngược lại, khi hàm lượng acid citric không đổi, việc tăng nồng độ đường dẫn đến sự giảm giá trị a* đồng thời tăng các giá trị L* và b*. Ở nồng độ cao (45 °Brix), sự gia tăng chất khô hòa tan thúc đẩy phản ứng Maillard và caramel hóa trong giai đoạn cô đặc và sấy, hình thành các hợp chất melanoidin có màu nâu sẫm, làm giảm cường độ đỏ và che phủ sắc đỏ tự nhiên của anthocyanin (Morales & Jiménez-Pérez, 2001). Ngoài ra, các sản phẩm phân hủy của đường, như furfural và hydroxymethylfurfural (HMF), có thể phản ứng với nhóm hydroxyl của anthocyanin, gây biến đổi cấu trúc flavylium và làm giảm độ ổn định màu của sắc tố (Patras & cs., 2010). Hệ quả là màu sắc của sản phẩm chuyển dần từ đỏ cam sang nâu vàng khi nồng độ đường tăng.

Về độ cứng, ở cùng hàm lượng đường, khi tăng acid citric, sản phẩm trở nên cứng hơn do acid làm giảm độ ẩm và tăng khả năng tạo gel của pectin (Nhan & Diệp, 2014). Ngược lại, ở cùng hàm lượng acid citric, tăng đường làm giảm độ cứng do đường giữ ẩm, hạn chế thoát nước trong quá trình sấy, khiến cấu trúc mềm hơn. Sản phẩm có 25 °Brix và 0,3% acid citric đạt độ cứng cao nhất (2,04 N), trong khi mẫu 45 °Brix và 0,1% acid citric có độ cứng thấp nhất (0,95 N). Tỷ lệ 35 °Brix và 0,2% acid citric tạo cấu trúc mềm dẻo đặc trưng (1,29 N).

Kết quả phân tích ở Bảng 4 cho thấy hàm lượng vitamin C trong sản phẩm không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ($p = 0,16$) giữa các nghiệm thức bổ sung đường và acid citric. Hàm lượng vitamin C dao động từ 11,15 đến 12,01 mg/100 g, cho thấy vitamin C khá ổn định trong điều kiện khảo sát. Nguyên nhân có thể do môi trường pH thấp (nhờ bổ sung acid citric) đã ức chế hoạt động của enzyme ascorbic acid oxydase, yếu tố xúc tiến quá trình phân hủy vitamin C. Xu hướng tương tự cũng được báo cáo bởi Lee & cs. (2004), khi pH môi trường giảm xuống dưới 3,5 thì sự suy thoái vitamin C bị hạn chế rõ rệt. Điều này cho thấy việc bổ sung acid citric ngoài vai trò tạo vị còn có tác dụng ổn định vitamin C trong sản phẩm.

Bảng 4. Hàm lượng vitamin C và anthocyanin của sản phẩm ở các tỷ lệ đường và acid citric bổ sung khác nhau

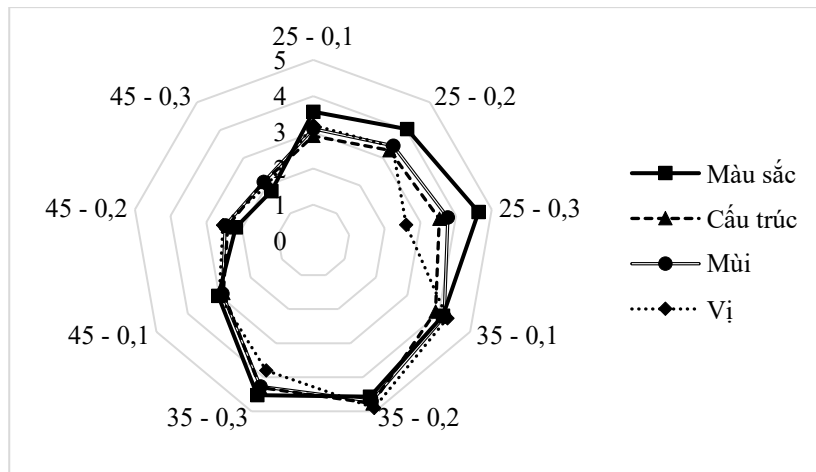
Tỷ lệ đường (°Brix)	Tỷ lệ acid citric (%)	Hàm lượng vitamin C (mg/100 g)	Hàm lượng anthocyanin (mg/100 g)
25	0,1	11,75 ^{ns} ± 0,51	21,79 ^g ± 0,63
25	0,2	12,01 ^{ns} ± 0,50	22,82 ^h ± 0,64
25	0,3	11,15 ^{ns} ± 0,47	25,67 ⁱ ± 0,50
35	0,1	11,84 ^{ns} ± 0,39	19,45 ^d ± 0,35
35	0,2	11,67^{ns} ± 0,26	20,27^e ± 0,57
35	0,3	11,41 ^{ns} ± 0,34	21,17 ^f ± 0,33
45	0,1	11,75 ^{ns} ± 0,51	15,73 ^a ± 0,48
45	0,2	11,67 ^{ns} ± 0,46	17,57 ^b ± 0,64
45	0,3	11,49 ^{ns} ± 0,46	18,46 ^c ± 0,55

Ghi chú: Số liệu trong bảng là kết quả trung bình của 3 lần lặp lại, các chữ cái đi kèm với các trung bình nghiệm thức khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$); ns đi kèm với các trung bình nghiệm thức biểu thị sự không khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$)

Ngược lại, hàm lượng anthocyanin có sự biến động đáng kể giữa các nghiệm thức ($p = 0,00$). Ở cùng một tỷ lệ đường, khi tăng acid citric từ 0,1% lên 0,3%, hàm lượng anthocyanin tăng rõ rệt. Ở mức 25 °Brix, anthocyanin tăng từ 21,79 mg/100 g (0,1% acid citric) lên 25,67 mg/100 g (0,3% acid citric). Xu hướng này phù hợp với báo cáo của Song & cs. (2018), cho thấy acid citric có khả năng tạo phức bền với anthocyanin, từ đó ổn định màu sắc và hạn chế sự phân hủy do oxy hóa.

Ảnh hưởng của đường bổ sung đến hàm lượng anthocyanin thể hiện xu hướng ngược lại, khi tăng nồng độ đường từ 25 °Brix lên 45 °Brix, hàm lượng anthocyanin giảm mạnh. Ở mức 0,1% acid citric, anthocyanin giảm từ 21,79 mg/100 g (25 °Brix) xuống 15,73 mg/100 g (45 °Brix). Nguyên nhân là nồng độ đường cao làm tăng phản ứng tạo furfural và HMF, những hợp chất có khả năng phản ứng với nhân flavylum của anthocyanin, gây mất màu và giảm hoạt tính chống oxy hóa (Patras & cs., 2010). Xu hướng này tương đồng với kết quả của Đoàn & cs. (2025) khi nghiên cứu sản phẩm nước ép vải bổ sung đài hoa bưởi giấm, trong đó nồng độ đường cao làm giảm đáng kể anthocyanin do phản ứng phân hủy nhiệt.

Kết quả đánh giá cảm quan (Hình 4) cho thấy tỷ lệ đường và acid citric bổ sung có tương tác đáng kể ($p < 0,05$) đến các thuộc tính cảm quan của sản phẩm. Ở cùng tỷ lệ acid citric 0,2%, mẫu 35 °Brix thể hiện cấu trúc mềm dẻo, đồng nhất và khả năng giữ ẩm tốt, trong khi mẫu 45 °Brix mềm hơn và mẫu 25 °Brix có xu hướng cứng. Về màu sắc, mẫu 35 °Brix có màu đỏ cam đặc trưng, không bị sẫm nâu như mẫu 45 °Brix và không đỏ đậm như mẫu 25 °Brix; cường độ màu tăng khi tăng hàm lượng acid citric, đặc biệt ở các tổ hợp 25 °Brix - 0,3% và 35 °Brix - 0,2%. Hương thơm chịu ảnh hưởng của quá trình bay hơi hợp chất thơm trong sấy và phản ứng Maillard, mẫu 35 °Brix duy trì hương chanh dây, mẫu 45 °Brix giảm cường độ hương do hình thành hợp chất mùi không mong muốn, còn mẫu 25 °Brix mất nhiều hương do thất thoát ẩm lớn. Về vị, tổ hợp 35 °Brix - 0,2% acid citric cho sự cân bằng hài hòa giữa vị chua và ngọt, trong khi mẫu 25 °Brix thiên về chua và mẫu 45 °Brix thiên về ngọt.



Hình 4. Giá trị cảm quan của sản phẩm ở các tỷ lệ đường và acid citric bổ sung khác nhau

Tổng hợp các kết quả, tỷ lệ đường 35 °Brix kết hợp 0,2% acid citric được xác định là tối ưu, sản phẩm có cấu trúc mềm dẻo, không dính ứót, màu đỏ cam đặc trưng, hương thơm chanh dây rõ rệt và vị chua ngọt cân đối.

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian sấy đến chất lượng sản phẩm

Quá trình sấy không chỉ đóng vai trò trong việc giảm hàm lượng ẩm, ức chế hoặc bất hoạt vi sinh vật và enzyme oxy hóa nhằm kéo dài thời gian bảo quản, mà còn giữ vai trò quyết định trong sự hình thành các đặc tính cảm quan đặc trưng của sản phẩm. Trong đó, nhiệt độ sấy là thông số then chốt, ảnh hưởng trực tiếp đến tốc độ thoát ẩm và các biến đổi vật lý - hóa học diễn ra trong quá trình chế biến, từ đó tác động đến cấu trúc, màu sắc và hương vị. Vì vậy, việc xác định điều kiện sấy tối ưu về nhiệt độ và thời gian là cần thiết để đảm bảo chất lượng sản phẩm đạt mức mong muốn (Azeredo & cs., 2006).

Kết quả phân tích (Bảng 5) cho thấy nhiệt độ và thời gian sấy có sự tương tác và ảnh hưởng đáng kể ($p < 0,05$) đối với các chỉ tiêu màu sắc của sản phẩm. Khi nhiệt độ sấy tăng và thời gian kéo dài, giá trị L^* (độ sáng) và a^* (mức độ đỏ) giảm, trong khi b^* (mức độ vàng) tăng. Nguyên nhân chính là sự phân hủy của các sắc tố nhạy nhiệt, đặc biệt là anthocyanin và carotenoid. Anthocyanin dễ bị biến đổi thành dạng chalcone không bền hoặc phân hủy thành các hợp chất như acid carboxylic và aldehyde khi tiếp xúc với nhiệt độ cao (Suganya & cs., 2012). Đồng thời, sự gia tăng của phản ứng Maillard và caramel hóa làm hình thành các hợp chất màu nâu, làm giảm sắc đỏ tự nhiên của sản phẩm.

Bảng 5. Màu sắc của sản phẩm ở các nhiệt độ và thời gian sấy khác nhau

Nhiệt độ sấy (°C)	Thời gian sấy (giờ)	Màu sắc		
		L^*	a^*	b^*
60	3	26,82 ^g ± 0,56	14,18 ^e ± 0,54	12,66 ^a ± 0,59
60	4	25,40 ^f ± 0,47	13,65 ^{de} ± 0,45	13,30 ^{ab} ± 0,54
60	5	24,39 ^c ± 0,66	13,56 ^d ± 0,57	13,67 ^b ± 0,45
70	3	23,24 ^d ± 0,52	13,30 ^d ± 0,48	14,50 ^c ± 0,38
70	4	22,38^c ± 0,51	12,41^c ± 0,36	15,43^d ± 0,44
70	5	21,72 ^b ± 0,54	11,98 ^c ± 0,49	16,54 ^c ± 0,55
80	3	21,72 ^b ± 0,49	11,88 ^c ± 0,47	16,74 ^c ± 0,40
80	4	21,20 ^b ± 0,49	10,75 ^b ± 0,34	17,90 ^f ± 0,44

80 5 $20,50^a \pm 0,59$ $9,48^a \pm 0,34$ $19,26^g \pm 0,48$

Ghi chú: Số liệu trong bảng là kết quả trung bình của 3 lần lặp lại, các chữ cái đi kèm với các trung bình nghiệm thức khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Nhiệt độ và thời gian sấy có tương tác và ảnh hưởng đến độ cứng, độ ẩm, hàm lượng vitamin C và anthocyanin của sản phẩm (Bảng 6).

Bảng 6. Độ cứng, độ ẩm, hàm lượng vitamin C và anthocyanin của sản phẩm ở các nhiệt độ và thời gian sấy khác nhau

Nhiệt độ sấy (°C)	Thời gian sấy (giờ)	Độ cứng (N)	Độ ẩm (%)	Hàm lượng vitamin C (mg/100 g)	Hàm lượng anthocyanin (mg/100 g)
60	3	$0,66^a \pm 0,03$	$23,72^i \pm 0,30$	$16,97^i \pm 0,33$	$26,54^i \pm 0,54$
60	4	$0,86^b \pm 0,06$	$21,33^h \pm 0,53$	$15,41^h \pm 0,58$	$24,67^h \pm 0,31$
60	5	$1,07^c \pm 0,08$	$19,18^g \pm 0,42$	$14,00^g \pm 0,40$	$22,89^g \pm 0,46$
70	3	$1,12^c \pm 0,06$	$18,26^f \pm 0,38$	$12,66^f \pm 0,52$	$21,82^f \pm 0,44$
70	4	$1,32^d \pm 0,06$	$16,10^e \pm 0,35$	$11,84^e \pm 0,47$	$20,57^e \pm 0,26$
70	5	$1,58^e \pm 0,06$	$14,25^d \pm 0,31$	$9,98^d \pm 0,40$	$19,55^d \pm 0,47$
80	3	$1,77^f \pm 0,08$	$13,41^c \pm 0,33$	$9,08^c \pm 0,35$	$18,55^c \pm 0,44$
80	4	$2,04^g \pm 0,13$	$12,10^b \pm 0,31$	$7,82^b \pm 0,33$	$17,51^b \pm 0,54$
80	5	$2,42^h \pm 0,12$	$9,62^a \pm 0,22$	$5,81^a \pm 0,33$	$16,57^a \pm 0,42$

Ghi chú: Số liệu trong bảng là kết quả trung bình của 3 lần lặp lại, các chữ cái đi kèm với các trung bình nghiệm thức khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Nhiệt độ sấy tăng và thời gian sấy kéo dài dẫn đến hàm lượng ẩm giảm và độ cứng tăng, chủ yếu do tốc độ mất nước nhanh làm tăng tỷ lệ chất khô. Tuy nhiên, ở nhiệt độ cao kết hợp thời gian dài, hiện tượng tạo lớp vỏ bề mặt do sự cô đặc chất rắn hòa tan có thể cản trở sự khuếch tán ẩm từ bên trong, gây hiện tượng khô cứng (Nguyễn, 2002). Mẫu sấy ở 60°C trong 3 giờ có hàm lượng ẩm cao nhất (23,72%) và độ cứng thấp nhất (0,66 N), trong khi mẫu 80°C trong 5 giờ đạt ẩm thấp nhất (9,62%) và độ cứng cao nhất (2,42 N). Điều kiện 70°C trong 4 giờ đạt giá trị ẩm (16,10%) và độ cứng (1,32 N) ở mức cân đối, tạo cấu trúc mềm dẻo, phù hợp yêu cầu cảm quan. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Azeredo & cs. (2006), trong đó độ ẩm tối ưu để đảm bảo cả chất lượng cảm quan và khả năng bảo quản sản phẩm được xác định trong khoảng 15 - 18%. Nghiên cứu của Singh & cs. (2019) cũng cho thấy 70°C là mức nhiệt độ sấy tối ưu để sản xuất mứt mận sấy dẻo, đạt sự cân bằng giữa chất lượng cảm quan và chi phí sản xuất. Tương tự, Safdar & cs. (2014) lựa chọn nhiệt độ 70°C cho quá trình chế biến mứt ôi sấy dẻo; tuy nhiên, thời gian sấy dài hơn do sản phẩm có độ dày 6 mm, dẫn đến tốc độ thoát ẩm chậm hơn so với sản phẩm có độ dày mỏng hơn.

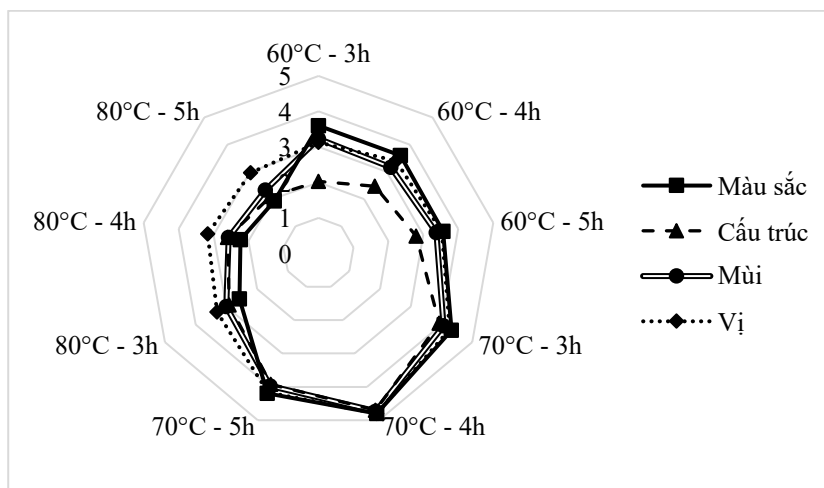
Hàm lượng anthocyanin và vitamin C đều suy giảm khi nhiệt độ và thời gian sấy tăng ($p < 0,05$). Ở điều kiện sấy nhẹ nhất (60° trong 3 giờ), hàm lượng vitamin C và anthocyanin đạt cao nhất với giá trị lần lượt là 16,97 mg/100 g và 26,54 mg/100 g. Ngược lại, ở điều kiện sấy cao nhất (80° trong 5 giờ), hàm lượng hai hợp chất này giảm xuống chỉ còn 5,81 mg/100 g vitamin C và 16,57 mg/100 g anthocyanin, tương ứng giảm khoảng 65,8% và 37,6% so với mẫu ban đầu.

Vitamin C là hợp chất tan trong nước và rất nhạy cảm với nhiệt độ, ánh sáng cũng như oxy, do đó sự gia tăng nhiệt độ và thời gian sấy kéo dài làm tăng tốc độ phản ứng oxy hóa và phân hủy, dẫn đến hàm lượng giảm mạnh (Lee & Kader, 2000). Trong khi đó, anthocyanin là sắc tố flavonoid dễ bị phân hủy dưới tác động nhiệt thông qua phản ứng thủy phân glycoside, biến

đôi cấu trúc flavylium và phản ứng oxy hóa với các gốc tự do (Patras & cs., 2010). Do đó, quá trình sấy ở nhiệt độ cao và kéo dài không chỉ làm giảm màu sắc đặc trưng mà còn ảnh hưởng đến giá trị chống oxy hóa của sản phẩm.

Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Đoàn & cs. (2025) khi nghiên cứu nước ép vải bổ sung đài hoa bưởi giấm, kết quả ghi nhận rằng cả vitamin C và anthocyanin đều giảm khi tăng nhiệt độ và kéo dài thời gian xử lý nhiệt.

Kết quả đánh giá cảm quan (Hình 5) cho thấy nhiệt độ và thời gian sấy ảnh hưởng đáng kể ($p < 0,05$) đến cảm quan cấu trúc, màu sắc, mùi và vị của sản phẩm. Ở điều kiện 60°C - 3 giờ, sản phẩm có cấu trúc mềm ướt do tốc độ thoát ẩm chậm, giữ lại hàm ẩm cao; trong khi đó, ở 80°C - 5 giờ, sản phẩm trở nên khô cứng do mất nước quá mức; điều kiện 70°C - 4 giờ tạo cấu trúc mềm dẻo, đồng nhất và độ dai vừa phải, đáp ứng tốt yêu cầu cảm quan. Về màu sắc, mẫu 70°C - 4 giờ có màu sắc đặc trưng đỏ cam tươi sáng và đồng đều; mẫu 60°C - 3 giờ giữ được sắc đỏ đậm nhưng độ trong thấp, trong khi mẫu 80°C - 5 giờ sẫm màu nhất do sự phân hủy mạnh anthocyanin và sự gia tăng các phản ứng tạo màu nâu. Xét về hương và vị, điều kiện 70°C - 4 giờ duy trì hương chanh dây đặc trưng và vị chua - ngọt cân bằng; mẫu 60°C - 3 giờ thiên về vị chua nhẹ do giữ lại nhiều acid hữu cơ, còn ở 80°C - 5 giờ, sản phẩm mất nhiều hương tự nhiên và vị kém hài hòa do tác động nhiệt quá mức.



Hình 5. Giá trị cảm quan của sản phẩm ở các nhiệt độ và thời gian sấy khác nhau

Tổng hợp kết quả phân tích lý - hóa và cảm quan, điều kiện sấy tối ưu được xác định là 70°C trong 4 giờ, giúp tạo ra sản phẩm có chất lượng cao với cấu trúc mềm dẻo, màu sắc đặc trưng đỏ cam, hương vị cân đối và khả năng bảo quản tốt.

Tổng hợp kết quả nghiên cứu cho thấy nghiệm thức phối trộn vỏ quả:dịch quả 4:1, kết hợp với 35 °Brix đường và 0,2% acid citric, tạo ra sản phẩm có độ ẩm trung bình khoảng 16%, độ cứng 1,32 N, cùng hàm lượng anthocyanin và vitamin C được duy trì ở mức cao, mang lại chất lượng cảm quan tốt. Các xu hướng biến đổi về màu sắc và cấu trúc quan sát được phù hợp với các cơ chế đã được ghi nhận trong nghiên cứu về sản phẩm trái cây sấy dẻo định hình, phản ánh sự ảnh hưởng đồng thời của nhiệt độ, thời gian sấy và thành phần nguyên liệu đến đặc tính cảm quan và giá trị dinh dưỡng của sản phẩm.

Với độ ẩm còn lại khoảng 16%, sản phẩm có thể bảo quản ổn định ở điều kiện nhiệt độ phòng trong khoảng 3 - 4 tháng khi được đóng gói kín, tương tự như các sản phẩm trái cây sấy dẻo định hình thương mại. Tuy nhiên, để xác định chính xác thời hạn sử dụng, cần tiến hành

đánh giá bổ sung về hoạt độ nước (a_w), đặc tính truyền oxy và hơi nước của bao bì, cũng như kiểm tra chỉ tiêu vi sinh trong các nghiên cứu tiếp theo.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã khẳng định tiềm năng ứng dụng của vỏ quả chanh dây tím (*Passiflora edulis* Sims) trong chế biến sản phẩm sấy dẻo định hình, góp phần tận dụng hiệu quả nguồn phụ phẩm nông nghiệp giàu hợp chất hoạt tính sinh học. Tỷ lệ phối trộn vỏ quả:dịch quả 4:1, kết hợp với 35 °Brix đường, 0,2% acid citric và điều kiện sấy 70°C trong 4 giờ, được xác định là tối ưu, cho sản phẩm có cấu trúc mềm dẻo, màu đỏ cam đặc trưng, hàm lượng anthocyanin và vitamin C cân đối, cùng chất lượng cảm quan cao.

Kết quả nghiên cứu không chỉ nâng cao giá trị sử dụng của phụ phẩm từ vỏ quả chanh dây tím, mà còn mở ra hướng phát triển sản phẩm giá trị gia tăng phù hợp với xu hướng tiêu dùng thực phẩm tự nhiên, giàu hoạt tính sinh học và thân thiện với môi trường. Sản phẩm sấy dẻo từ vỏ quả chanh dây tím có ưu thế về màu sắc tự nhiên và khả năng chống oxy hóa, tuy nhiên chi phí sơ chế vẫn ở mức cao do cần các bước xử lý và chuẩn bị nguyên liệu phức tạp. Tuy nhiên, quy trình chế biến có thể triển khai ở quy mô hộ gia đình hoặc doanh nghiệp nhỏ, tận dụng các thiết bị sấy hiện có, giúp giảm chi phí đầu tư ban đầu và tăng tính khả thi trong sản xuất.

Trong thời gian tới, cần tiếp tục đánh giá độ ổn định của sản phẩm trong quá trình bảo quản, tối ưu hóa chi phí sản xuất và phát triển bao bì thích hợp nhằm nâng cao khả năng thương mại hóa của sản phẩm sấy dẻo định hình từ vỏ quả chanh dây tím.

Tài liệu tham khảo

- Azeredo, H. M. C., Brito, E. S., Moreira, G. E. G., Farias, V. L., & Bruno, L. M. (2006). Effect of drying and storage time on the physico-chemical properties of mango leathers. *International Journal of Food Science & Technology*, 41(6), 635-638. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01120.x>
- Bandaru, H., & Bakshi, M. (2020). Fruit leather: Preparation, packaging and its effect on sensorial and physico-chemical properties: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(6), 1699-1709. <https://doi.org/10.22271/phyto.2020.v9.i6y.13192>
- Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia. (2007). *TCVN 5613:2007 (ISO 1573:1980): Chè - xác định hao hụt khối lượng ở 103°C*. Bộ Khoa học và Công nghệ.
- Dhawan, K., Dhawan, S., & Sharma, A. (2004). Passiflora: A review update. *Journal of Ethnopharmacology*, 94(1), 1-23. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.02.023>
- Diamante, L. M., Bai, X., & Busch, J. (2014). Fruit leathers: method of preparation and effect of different conditions on qualities. *International Journal of Food Science*, 139890. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/139890>
- Đoàn, P. L., Nguyễn, X. H., Phan, Đ. T. V., & Nguyễn, T. H. X. (2025). Nghiên cứu một số yếu tố ảnh hưởng đến quy trình chế biến nước ép quả vải (*Litchi chinensis* S.) bổ sung đài hoa búp giấm (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp*, 14(2), 146-164. <https://doi.org/10.52714/dthu.14.2.2025.1468>
- Lara-Espinoza, C., Carvajal-Millan, E., Balandran-Quintana, R., López-Franco, Y., & Rascón-Chu, A. (2018). Pectin and pectin-based composite materials: Beyond gelling. *Molecules*, 23(4), 942. <https://doi.org/10.3390/molecules23040942>
- Lee, J., Durst, R. W., & Wrolstad, R. E. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by

- the pH differential method: collaborative study. *Journal of AOAC International*, 88(5), 1269-1278. <https://doi.org/10.1093/jaoac/88.5.1269>
- Lee, O. S., Kim, J. M., Han, S. H., Chang, I. S., Kang, H. H., Seong, G. O., & Suh, K. D. (2004). The stabilization of L-ascorbic acid in aqueous solution and water-in-oil-in-water double emulsion by controlling pH and electrolyte concentration. *Journal of Cosmetic Science*, 55(1), 1-12. https://doi.org/10.1111/j.0142-5463.2004.00223_1.x
- Lee, S. K., & Kader, A. A. (2000). Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 20(3), 207-220. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00133-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00133-2)
- Morales, F. J., & Jiménez-Pérez, S. (2001). Free radical scavenging capacity of Maillard reaction products as related to colour and fluorescence. *Food Chemistry*, 72(1), 119-125. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00239-9](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00239-9)
- Nakajima, J., Tanaka, Y., Yamazaki, M., & Saito, K. (2001). Reaction mechanism from leucoanthocyanidin to anthocyanidin 3-glucoside, a key reaction for coloring in anthocyanin biosynthesis. *The Journal of Biological Chemistry*, 276(28), 25797-25803. <https://doi.org/10.1074/jbc.M100744200>
- Nguyễn, V. L., & Lê, A. T. (2023). Ứng dụng chế phẩm enzyme pectinase để khai thác và thu hồi dịch quả chanh leo của tỉnh Cao Bằng. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm Hà Nội (Khoa học Tự nhiên)*, 68(1), 53-62. <https://doi.org/10.18173/2354-1059.2023-0005>
- Nguyễn, V. L., Lê, A. T., & Nguyễn, T. T. N. (2024). Nghiên cứu xây dựng quy trình chế biến mứt từ vỏ chanh leo. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 01, 66-78.
- Nguyễn, V. M. (2002). *Giáo trình Kỹ thuật sấy nông sản thực phẩm*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.
- Nhan, M. T., & Diệp, K. Q. (2014). Ảnh hưởng thành phần nguyên liệu đến cấu trúc, hàm lượng anthocyanin và vitamin C của kẹo dẻo dâu tây. *Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ (Số chuyên đề: Nông nghiệp)*, 1, 50-60. <https://ctujsvn.ctu.edu.vn/index.php/ctujsvn/article/view/2074>
- Patras, A., Brunton, N. P., O'Donnell, C., & Tiwari, B. K. (2010). Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. *Trends in Food Science & Technology*, 21(1), 3-11. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.07.004>
- Pongener, A., Sagar, V., Pal, R. K., Asrey, R., Sharma, R. R., & Singh, S. K. (2014). Physiological and quality changes during postharvest ripening of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). *Fruits*, 69(1), 19-30. <http://doi.org/10.1051/fruits/2013097>
- Safdar, M. N., Mumtaz, A., Amjad, M., Siddiqui, N., Raza, S., & Saddozai, A. A. (2014). Quality of guava leather as influenced by storage period and packing materials. *Sarhad Journal of Agriculture*, 30(2), 247-256. Gale Academic OneFile, link.gale.com/apps/doc/A377948082/AONE?u=anon~e70c0524&sid=googleScholar&xid=c6b06ab6
- Singh, A., Sonkar, C., & Singh, S. (2019). Studies on development of process and product of plum fruit leather. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 4(5), 74-79. <https://www.foodsciencejournal.com/assets/archives/2019/vol4issue5/4-4-84-915.pdf>

- Song, H. N., Ji, S. A., Park, H. K., Kim, H. H., & Christer, H. (2018). Impact of various factors on color stability of fresh blueberry juice during storage. *Preventive Nutrition and Food Science*, 23(1), 46-51. <https://doi.org/10.3746/pnf.2018.23.1.46>
- Suganya, D. P., Saravanakumar, M., & Mohandas, S. (2012). The effects of temperature and pH on stability of anthocyanins from red sorghum (*Sorghum bicolor*) bran. *African Journal of Food Science*, 6(24), 567-573. <https://doi.org/10.5897/AJFS12.052>
- Thokchom, R., & Mandal, G. (2017). Production preference and importance of passion fruit (*Passiflora edulis*): A review. *Journal of Agricultural Engineering and Food Technology*, 4(1), 27-30. <https://www.krishisanskriti.org/Publication.html>
- Ủy ban Khoa học và Kỹ thuật Nhà nước. (1979). *TCVN 3215-79: Sản phẩm thực phẩm - Phân tích cảm quan - Phương pháp cho điểm*. Cục Tiêu chuẩn, Ủy ban Khoa học và Kỹ thuật Nhà nước.
- Wen, L. J., Mao, H. J., Zhang, Y. C., & Li, Y. J. (2008). Study on compositions and antioxidant activity of *Passiflora edulis* rind. *Food Science*, 29(11), 54-58. <https://www.spkx.net.cn/EN/Y2008/V29/I11/54>