

ẢNH HƯỞNG CỦA TIỀN XỬ LÝ HÓA HỌC VÀ NHIỆT ĐẾN KHỦ ĐẮNG VỎ CHANH DÂY TRONG SẢN XUẤT MÚT DÈO

Bùi Thị Hồng Phương^{1*}, Đỗ Thị Thủy Lê¹, Đặng Hồng Ánh¹, Nguyễn Thị Việt Anh¹,
Vũ Xuân Tạo², Trịnh Thị Thu Hằng³, Nguyễn Công Tú³

*Tác giả liên hệ, Email: phuongbth@firi.vn. ORCID: 0009-0002-4317-9808

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 03/03/2026

Ngày phản biện đánh giá: 25/05/2026

Ngày bài báo được duyệt đăng: 25/06/2026

DOI: 10.59266/houjs.2026.1307

Tóm tắt: Nghiên cứu này đánh giá ảnh hưởng của tiền xử lý hóa học kết hợp chần đến hiệu quả giảm độ đắng, bảo toàn polyphenol tổng (TPC), cấu trúc và chất lượng cảm quan của vỏ chanh dây (*Passiflora edulis*) nhằm ứng dụng trong sản xuất mút dẻo. Ba tác nhân tiền xử lý (NaCl, Na₂CO₃ và CaCl₂) được khảo sát kết hợp với quá trình chần ở 70-95°C. Kết quả cho thấy nghiệm thức Na₂CO₃ kết hợp gia nhiệt đạt mức giảm chỉ số đắng lớn nhất nhưng làm giảm đáng kể hàm lượng TPC và chất lượng cấu trúc. Ngược lại, xử lý bằng CaCl₂ 0,3% kết hợp chần ở 85°C trong 3 phút tạo sự cân bằng tối ưu giữa giảm vị đắng, duy trì hàm lượng TPC ($19,4 \pm 0,2$ mg GAE/g), độ bền cấu trúc ($15,35 \pm 0,06$ N) và chất lượng cảm quan (15,3/20 điểm). Kết quả cho thấy CaCl₂ kết hợp gia nhiệt là tiền xử lý phù hợp để tận dụng vỏ chanh dây trong sản xuất mút dẻo giá trị gia tăng.

Từ khóa: vỏ chanh dây, khử đắng, polyphenol, CaCl₂, mút dẻo

I. Đặt vấn đề

Chanh dây (*Passiflora edulis*) là một trong những loại cây ăn quả nhiệt đới có giá trị kinh tế cao, được sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp thực phẩm và đồ uống nhờ hương vị đặc trưng và hàm lượng phong phú các hợp chất hoạt tính sinh học. Quá trình chế biến chanh dây tạo ra lượng lớn phụ phẩm, trong đó vỏ

quả chiếm khoảng 50-60% khối lượng nguyên liệu. Vỏ chanh dây giàu pectin, polyphenol và chất xơ hòa tan là nguồn nguyên liệu tiềm năng để sản xuất các sản phẩm giá trị gia tăng như mút dẻo, thạch trái cây và thực phẩm chức năng (Huo và cộng sự, 2023). Việc tận dụng nguồn phụ phẩm này không chỉ nâng cao giá trị sử dụng của nguyên liệu mà còn góp phần

¹ Viện Công nghiệp thực phẩm, Hà Nội, Việt Nam

² Viện Đổi mới sáng tạo Quốc gia, Bộ Khoa học và Công nghệ, Hà Nội, Việt Nam

³ Trường Đại Học Mở Hà Nội, Hà Nội, Việt Nam

giảm thiểu chất thải, phù hợp với định hướng phát triển kinh tế tuần hoàn và chế biến thực phẩm bền vững.

Trong những năm gần đây, nhiều nghiên cứu đã tập trung khai thác các thành phần có giá trị từ vỏ chanh dây, đặc biệt là pectin và các hợp chất phenolic. Moia và cộng sự (2019) cho thấy vỏ chanh dây là nguồn giàu pectin tự nhiên và các hợp chất chống oxy hóa có tiềm năng ứng dụng trong công nghệ thực phẩm. Liang và cộng sự (2022) cũng báo cáo rằng các phương pháp tiền xử lý như siêu âm, hơi nước áp suất cao và xử lý acid có thể cải thiện hiệu suất thu hồi pectin cũng như đặc tính tạo gel của nguyên liệu. Tuy nhiên, phần lớn các nghiên cứu hiện nay chủ yếu hướng đến thu hồi các hợp chất có giá trị, trong khi việc ứng dụng trực tiếp vỏ chanh dây làm nguyên liệu chế biến thực phẩm vẫn còn nhiều hạn chế. Rào cản lớn nhất đối với việc sử dụng vỏ chanh dây là vị đắng và vị chát đặc trưng, chủ yếu liên quan đến sự hiện diện của các hợp chất phenolic như flavonoid, tannin và một số chất chuyển hóa thứ cấp. Mặc dù các hợp chất này mang lại hoạt tính chống oxy hóa, chúng đồng thời làm giảm chất lượng cảm quan và mức độ chấp nhận của sản phẩm. Do đó, phát triển các phương pháp tiền xử lý nhằm giảm vị đắng nhưng vẫn duy trì cấu trúc và giá trị dinh dưỡng của nguyên liệu là yêu cầu quan trọng để mở rộng khả năng ứng dụng của vỏ chanh dây trong chế biến thực phẩm. Các phương pháp tiền xử lý hóa học kết hợp với xử lý nhiệt đã được chứng minh có khả năng cải thiện chất lượng cảm quan của nhiều loại nguyên liệu thực vật thông qua việc giảm các hợp chất gây vị đắng và cải thiện đặc tính công nghệ. Tuy nhiên, đối với vỏ chanh dây, đặc biệt trong sản xuất mứt dẻo, các nghiên cứu đánh giá một cách hệ thống ảnh hưởng của các phương pháp

tiền xử lý đến hiệu quả giảm vị đắng và chất lượng sản phẩm vẫn còn hạn chế. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của các phương pháp tiền xử lý hóa học kết hợp với xử lý nhiệt đến hiệu quả giảm vị đắng của vỏ chanh dây và chất lượng mứt dẻo thành phẩm. Nghiên cứu tập trung so sánh hiệu quả của các tác nhân tiền xử lý thông qua các chỉ tiêu hóa lý, màu sắc, cấu trúc và cảm quan nhằm lựa chọn điều kiện tiền xử lý phù hợp, góp phần nâng cao giá trị sử dụng của phụ phẩm vỏ chanh dây trong chế biến thực phẩm.

II. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu

Chanh dây sử dụng trong nghiên cứu được thu mua từ các chợ tại Hà Nội. Quả được lựa chọn ở giai đoạn chín 85-95% bề mặt vỏ chuyển màu tím/vàng đặc trưng. Quả vỏ còn tươi, quả căng mọng.

2.2. Hóa chất

Đường kính trắng Lam Sơn, pectin; vitamin C; axit citric; NaOH; dung dịch Iot; dung dịch DNS; H₂SO₄ loãng; nước cất hai lần; thuốc thử Folin-Ciocalteu; Acid Gallic (Trung Quốc)

2.3. Phương pháp phân tích

Xác định hàm lượng polyphenol tổng số (TPC): Hàm lượng polyphenol tổng số được xác định theo phương pháp Folin-Ciocalteu (Singleton và Rossi, 1965). Nguyên tắc của phương pháp dựa trên phản ứng tạo màu giữa các hợp chất phenolic và thuốc thử Folin-Ciocalteu trong môi trường kiềm. Hàm lượng polyphenol được tính theo đường chuẩn axit gallic và biểu thị dưới dạng mg tương đương axit gallic (mg GAE)/100 g mẫu.

Phương pháp xác định cấu trúc TPA: Được xác định bằng máy đo cấu trúc (Texture Analyzer) sử dụng đầu dò hình trụ (P/36R, đường kính 36 mm). Phép thử nén hai chu kỳ (TPA) được thực hiện nhằm mô phỏng quá trình nhai của con người.

Điều kiện thí nghiệm: Tốc độ trước khi đo: 1,0 mm/s; Tốc độ đo: 1,0 mm/s; Tốc độ sau khi đo: 1,0 mm/s; Mức độ nén: 50% chiều cao ban đầu của mẫu; Thời gian nghỉ giữa hai lần nén: 5 s; Lực kích hoạt (trigger force): 5 g. Mỗi mẫu được đặt ở vị trí trung tâm bàn đo và chịu hai lần nén liên tiếp. Các chỉ tiêu được xác định từ đường cong lực - thời gian thu được: Độ cứng (Hardness, N): lực cực đại trong lần nén thứ nhất. Độ kết dính nội (Cohesiveness, -): tỷ lệ diện tích dưới đường cong lần nén thứ hai so với lần nén thứ nhất (A_2/A_1). Độ đàn hồi (Springiness, -): tỷ lệ phục hồi chiều cao giữa hai lần nén. Độ dai khi nhai (Chewiness, N): được tính bằng tích của hardness $\times$ cohesiveness $\times$ springiness.

Phương pháp đánh giá cảm quan: Theo phương pháp TCVN 3215-79 Phương pháp xử lý số liệu: Các thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên, lặp lại ít nhất 3 lần. Số liệu (được xử lý trên phần mềm thống kê toán học sai số của các phép đo không vượt quá 5%)

2.4. Bố trí thí nghiệm

Quy trình công nghệ xử lý và tạo sản phẩm mứt sấy dẻo chanh dây

Tiến hành: Lấy 200g sơ chế cắt lát (4×5 cm) $\rightarrow$ Ngâm trong dung dịch NaCl, Na_2CO_3 và CaCl_2 ở nồng độ 2,0%: 0,4%: 0,3% (w/w) tỷ lệ mẫu: dung dịch là 1: 2 trong 4 giờ $\rightarrow$ Chần qua nước ở 85°C - 90°C trong 3 phút $\rightarrow$ Ngâm phối trộn dịch đường theo tỷ lệ công thức phối

trộn chuẩn hóa: vỏ chanh dây/ đường/ dịch cốt chanh dây = 4:1:1 $\rightarrow$ Thời gian ngâm đường 6 giờ $\rightarrow$ Sên mứt (bổ sung tỉ lệ nước theo tỷ lệ 1/3 nguyên liệu) $\rightarrow$ Sấy đối lưu ở 60°C trong 7-8 giờ thu được sản phẩm có độ ẩm $W=10-11,5\%$; đường

Bố trí thí nghiệm tìm tác nhân để xử lý đẳng của vỏ chanh dây

Tiến hành: Lấy 200g vỏ chanh dây tím, ngâm mẫu vỏ chanh dây với dung dịch muối NaCl, Na_2CO_3 và CaCl_2 ở nồng độ 2,0%: 0,4%: 0,3% (w/w) và 01 mẫu đối chứng. Tỷ lệ mẫu: dung dịch ngâm được duy trì ở mức 1:2 (w/v). Sau quá trình này, mẫu vỏ chanh dây được tiếp tục xử lý các bước tiếp theo để chế biến thành mứt dẻo. Bố trí thí nghiệm xác định ảnh hưởng của nhiệt độ sơ chế công đoạn chần và xử lý loại đẳng

Nghiên cứu được tiến hành như sau: Xử lý mẫu vỏ chanh dây trong dung dịch CaCl_2 0,3% ở trong 4 giờ sau đó mẫu được vớt ra để ráo rồi chần ở nhiệt độ 70°C ; 85°C và 95°C trong 3 phút. Sau quá trình này, mẫu tiếp tục xử lý các bước tiếp theo để chế biến thành mứt dẻo.

Các chỉ tiêu đánh giá bao gồm: hàm lượng polyphenol tổng số và chất lượng cảm quan (vị đẳng, trạng thái) của sản phẩm.

III. Kết quả và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của tiền xử lý hóa học đến độ đẳng, hàm lượng polyphenol tổng và độ cứng cấu trúc

Nhằm đánh giá hiệu quả của các tác nhân hóa học trong quá trình khử đắng vỏ Chanh dây, nghiên cứu tiến hành khảo sát sự thay đổi về độ đắng, hàm lượng polyphenol tổng (TPC) và độ cứng cấu trúc sau xử lý. Đây là những chỉ tiêu quan trọng phản ánh

đồng thời chất lượng cảm quan, giá trị dinh dưỡng và đặc tính công nghệ của nguyên liệu trong quá trình sản xuất mứt dẻo. Kết quả cho thấy khi có sự

tham gia của các tác nhân xử lý đều làm giảm đáng kể độ đắng so với đối chứng. Kết quả nghiên cứu thể hiện ở bảng 1 như sau:

Bảng 1. Ảnh hưởng của các tác nhân hóa học đến hiệu quả khử đắng và cấu trúc vỏ chanh dây

Tác nhân	Nồng độ (%)	Bitterness (điểm 9) ↓	TPC (mg GAE/g khô) ↑	Kết cấu (N) ↓
Đối chứng	0	$7,8 \pm 0,2$	$32,5 \pm 0,2$	$18,85 \pm 0,08$
NaCl	2,0	$6,5 \pm 0,1$	$26,8 \pm 0,1$	$17,52 \pm 0,05$
Na ₂ CO ₃	0,4	$6,3 \pm 0,2$	$22,9 \pm 0,1$	$17,30 \pm 0,06$
CaCl ₂	0,3	$6,2 \pm 0,2$	$22,5 \pm 0,2$	$17,20 \pm 0,07$

Kết quả bảng 1 cho thấy các tác nhân hóa học đều làm giảm đáng kể độ đắng và hàm lượng polyphenol tổng (TPC) của vỏ chanh dây so với đối chứng, quá trình xử lý đã thúc đẩy sự hòa tan và khuếch tán một phần các hợp chất phenolic vào môi trường. Trong các nghiên cứu khảo sát, NaCl chỉ làm giảm nhẹ độ đắng (6,5 điểm) và duy trì TPC ở mức cao nhất (26,8 mg GAE/g chất khô) cho thấy hiệu quả loại bỏ các hợp chất gây đắng còn hạn chế. Ngược lại, Na₂CO₃ và CaCl₂ làm giảm TPC xuống còn 22,9 và 22,5 mg GAE/g chất khô, đồng thời giảm độ đắng xuống 6,3 và 6,2 điểm, cho thấy hiệu quả khử đắng cao hơn. Về kết cấu, cả ba tác nhân đều làm giảm lực cắt so với đối chứng (18,85 N), dao động từ 17,20-17,52 N, phản ánh sự suy giảm tính toàn vẹn của mô do quá trình khuếch tán các chất hòa tan và biến đổi thành tế bào trong quá trình ngâm xử lý. Mặc dù Ca²⁺ có khả năng tạo liên kết chéo với pectin, hiệu quả gia cường cấu trúc trong điều kiện nghiên cứu chưa đủ để bù đắp sự mềm hóa của mô, do đó giá trị kết cấu vẫn

giảm so với mẫu đối chứng. Tuy nhiên, CaCl₂ đạt hiệu quả khử đắng cao nhất (6,2 điểm) trong khi mức suy giảm kết cấu chỉ chênh lệch rất nhỏ so với NaCl và Na₂CO₃ (0,10-0,32 N). Đồng thời, mẫu xử lý bằng CaCl₂ duy trì màu sắc tự nhiên và không xuất hiện hiện tượng sẫm màu như mẫu xử lý bằng Na₂CO₃. Vì vậy, xét tổng hợp giữa hiệu quả khử đắng, chất lượng cảm quan và khả năng duy trì cấu trúc ở mức chấp nhận được, CaCl₂ được lựa chọn cho các nghiên cứu tiếp theo kết hợp với xử lý nhiệt

3.2. Ảnh hưởng của xử lý nhiệt đến khả năng khử đắng và chất lượng sản phẩm

Để đánh giá riêng ảnh hưởng của xử lý nhiệt đến khả năng khử đắng và chất lượng nguyên liệu, vỏ chanh dây được chần trực tiếp ở các mức nhiệt độ 70, 85 và 95°C trong thời gian 1, 3 và 5 phút mà không áp dụng tiền xử lý hóa học. Các chỉ tiêu đánh giá gồm độ đắng, hàm lượng polyphenol tổng (TPC) và độ cứng cấu trúc. Kết quả được thể hiện ở bảng 2 như sau:

Bảng 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian chần đến khả năng khử đắng và chất lượng vỏ chanh dây

Nhiệt độ (°C)	Thời gian (phút)	Bitterness (điểm 9) ↓	TPC (mg GAE/g khô) ↑	Kết cấu (N) ↓
Đối chứng	-	7,80 ± 0,20	32,20 ± 0,20	18,60 ± 0,02
70	1	6,15 ± 0,18	26,40 ± 0,15	17,42 ± 0,05
70	3	6,10 ± 0,15	26,10 ± 0,18	16,55 ± 0,03
70	5	6,05 ± 0,12	26,02 ± 0,17	15,10 ± 0,02
85	1	6,02 ± 0,15	22,10 ± 0,12	17,08 ± 0,02
85	3	5,75 ± 0,10	21,60 ± 0,10	16,05 ± 0,03
85	5	5,72 ± 0,12	21,10 ± 0,15	13,18 ± 0,02
95	1	5,98 ± 0,15	21,90 ± 0,18	15,95 ± 0,05
95	3	5,70 ± 0,10	21,50 ± 0,15	12,71 ± 0,03
95	5	5,70 ± 0,10	20,70 ± 0,20	11,26 ± 0,02

Kết quả ở bảng 2 cho thấy, nhiệt độ và thời gian chần ảnh hưởng đáng kể đến khả năng khử đắng, hàm lượng polyphenol tổng (TPC) và kết cấu của vỏ chanh dây. Khi nhiệt độ và thời gian xử lý tăng, điểm cảm quan về độ đắng giảm từ 7,80 ở mẫu đối chứng xuống còn 5,70 tại điều kiện chần 95°C trong 3-5 phút. Đồng thời, TPC giảm từ 32,20 xuống 20,70 mg GAE/g chất khô do sự hòa tan các hợp chất phenolic vào nước chần, kết hợp với quá trình oxy hóa và phân hủy nhiệt của các polyphenol kém bền. Song song với đó, độ cứng giảm từ 18,60 xuống 11,26 N phản ánh sự phân giải protopectin và pectin trong thành tế bào làm giảm tính toàn vẹn của mô thực vật. Mặc dù xử lý ở 95°C trong 3-5 phút đạt hiệu quả khử đắng cao nhất, điều kiện này cũng gây suy giảm mạnh hàm lượng polyphenol và làm mềm cấu trúc nguyên liệu. Trong khi đó, chần ở 85°C trong

3 phút vẫn giảm đáng kể độ đắng (5,75 điểm), duy trì hàm lượng polyphenol ở mức tương đương các điều kiện xử lý nhiệt cao hơn và bảo toàn kết cấu tốt hơn (16,05 N so với 12,71-11,26 N ở 95°C). Do đó, điều kiện chần 85°C trong 3 phút được lựa chọn cho các nghiên cứu tiếp theo vì đạt sự cân bằng giữa hiệu quả khử đắng, duy trì cấu trúc và hạn chế tổn thất polyphenol dưới tác động của nhiệt

3.3. Ảnh hưởng phối hợp tiền xử lý hóa học và nhiệt đến khử đắng vỏ chanh dây

Nghiên cứu cho thấy việc kết hợp tiền xử lý hóa học và xử lý nhiệt tạo ra hiệu quả khử đắng vượt trội so với từng phương pháp đơn lẻ. Sự giảm vị đắng dao động từ 7,8 điểm ở mẫu đối chứng xuống còn 2,8-3,9 điểm ở các nghiệm thức xử lý kết hợp, chứng tỏ có hiệu quả rõ rệt giữa hai cơ chế tác động. Kết quả thể hiện ở bảng 3 như sau:

Bảng 3. Ảnh hưởng phối hợp tiền xử lý hóa học và nhiệt đến chất lượng vỏ chanh dây

Xử lý phối hợp	Bitterness (điểm 9) ↓	TPC (mg GAE/g) ↑	Kết cấu (N) ↓
Đối chứng	7,8 ± 0,2	32,5 ± 0,3	18,54 ± 0,02
Chần 85°C/3 phút	5,7 ± 0,2	21,5 ± 0,1	16,00 ± 0,01
NaCl 2% + 85°C	5,1 ± 0,2	20,2 ± 0,2	15,95 ± 0,03
Na ₂ CO ₃ 0,4% + 85°C	5,0 ± 0,1	19,8 ± 0,1	15,90 ± 0,05
CaCl ₂ 0,3% + 85°C	4,9 ± 0,1	19,4 ± 0,2	15,35 ± 0,06

Kết quả ở bảng 3 cho thấy việc kết hợp tiền xử lý hóa học với chần ở 85°C trong 3 phút nâng cao hiệu quả khử đắng so với xử lý nhiệt đơn thuần, thể hiện qua việc điểm cảm quan về độ đắng giảm từ 5,7 xuống còn 4,9-5,1 điểm. Sự kết hợp này tạo ra tác động bổ sung giữa khả năng hòa tan các hợp chất gây đắng của tác nhân hóa học và quá trình tăng cường chuyển khối dưới tác động của nhiệt, thúc đẩy sự khuếch tán các hợp chất phenolic và các thành phần gây vị đắng vào môi trường xử lý. Do đó, hàm lượng polyphenol tổng tiếp tục giảm từ 21,5 xuống 19,4-20,2 mg GAE/g. Tuy nhiên, mức giảm TPC giữa các nghiệm thức phối hợp tương đối nhỏ, trong khi hiệu quả khử đắng được cải thiện rõ rệt so với xử lý nhiệt đơn lẻ. Đồng thời, độ cứng của nguyên liệu chỉ giảm nhẹ từ 16,00 xuống 15,35-15,95 N, cho thấy việc kết hợp tiền xử lý hóa học không làm suy

giảm đáng kể cấu trúc so với xử lý nhiệt. Trong số các nghiệm thức khảo sát, CaCl_2 0,3% kết hợp chần ở 85°C trong 3 phút đạt điểm cảm quan về độ đắng thấp nhất (4,9 điểm). Vì vậy, điều kiện này được lựa chọn cho các nghiên cứu tiếp theo nhằm tối ưu hóa hiệu quả khử đắng trước khi hoàn thiện quy trình chế biến mứt dẻo từ vỏ chanh dây.

3.4. Ảnh hưởng của tiền xử lý đến màu sắc nguyên liệu và mứt dẻo

Màu sắc là một trong những chỉ tiêu cảm quan quan trọng quyết định mức độ chấp nhận của người tiêu dùng đối với mứt dẻo từ vỏ chanh dây. Do đó, bên cạnh hiệu quả khử đắng, việc đánh giá ảnh hưởng của các tác nhân tiền xử lý hóa học đến sự thay đổi màu sắc của nguyên liệu là điều cần thiết nhằm lựa chọn điều kiện xử lý phù hợp trước khi kết hợp với xử lý nhiệt. Kết quả được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4. Ảnh hưởng của tiền xử lý đến màu sắc của vỏ chanh dây và mứt dẻo

Nghiem thức	$L^* \uparrow$	a^*	b^*	ΔE
Đối chứng	$62,5 \pm 0,8$	$4,2 \pm 0,2$	$28,6 \pm 0,5$	0,00
NaCl 2,0%	$59,8 \pm 0,7$	$5,1 \pm 0,3$	$27,4 \pm 0,6$	3,12
Na_2CO_3 0,4%	$54,2 \pm 0,9$	$6,8 \pm 0,2$	$24,9 \pm 0,7$	8,45
CaCl_2 0,3%	$61,3 \pm 0,6$	$4,5 \pm 0,2$	$27,9 \pm 0,4$	1,76

Kết quả ở bảng 4 cho thấy các phương pháp tiền xử lý đều làm thay đổi đáng kể các thông số màu sắc của nguyên liệu và sản phẩm sau chế biến. Mẫu đối chứng có giá trị L^* cao nhất (62,5), cho thấy màu sáng tự nhiên của nguyên liệu chưa qua xử lý. Sau tiền xử lý, giá trị L^* giảm ở tất cả các nghiệm thức, đặc biệt là mẫu xử lý bằng Na_2CO_3 0,4% với L^* chỉ còn 54,2 và ΔE đạt 8,45. Điều này cho thấy môi trường kiềm làm tăng mức độ biến đổi màu và thúc đẩy hiện tượng nâu hóa. Sự thay đổi này có thể liên quan đến quá trình oxy hóa polyphenol và phản ứng

Maillard xảy ra mạnh hơn trong điều kiện pH kiềm. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Cao và cộng sự, (2021) khi các tác giả ghi nhận xử lý kiềm và nhiệt làm giảm độ sáng và tăng mức độ nâu hóa của vỏ chanh dây trong quá trình chế biến pectin. Ngược lại, nghiệm thức CaCl_2 0,3% duy trì màu sắc ổn định hơn với giá trị L^* đạt 61,3 và ΔE thấp nhất (1,76). Điều này cho thấy ion Ca^{2+} có khả năng ổn định cấu trúc mô tế bào và hạn chế sự thất thoát sắc tố trong quá trình gia nhiệt. Kết quả tương đồng với nghiên cứu của Sioriki và cộng sự, (2022) khi tác giả cho rằng calcium

giúp ổn định mạng pectin và cải thiện tính ổn định màu sắc của các sản phẩm giàu pectin. Trong khi đó, NaCl 2,0% cho mức biến đổi màu trung gian với ΔE đạt 3,12, cho thấy xử lý muối ít ảnh hưởng hơn đến sắc tố tự nhiên của nguyên liệu. Nhìn chung, các phương pháp tiền xử lý có ảnh hưởng rõ rệt đến chất lượng màu sắc của nguyên liệu và mứt dẻo thành phẩm. Trong đó, xử lý CaCl_2 cho khả năng duy trì màu sắc tốt hơn, trong khi Na_2CO_3 mặc dù có hiệu quả khử đáng cao nhưng làm tăng mức độ sẫm màu của sản phẩm.

Bảng 5. Ảnh hưởng của tiền xử lý đến cấu trúc và khả năng tạo gel của mứt dẻo từ vỏ chanh dây

Nghiệm thức	Kết cấu (N) ↓	Độ đàn hồi	Độ liên kết	Độ dai (N)
Đối chứng	$18,54 \pm 0,02$	$0,82 \pm 0,02$	$0,71 \pm 0,01$	$2,02 \pm 0,06$
NaCl 2,0%	$15,95 \pm 0,03$	$0,79 \pm 0,03$	$0,69 \pm 0,02$	$1,82 \pm 0,05$
Na_2CO_3 0,4%	$15,90 \pm 0,05$	$0,72 \pm 0,02$	$0,63 \pm 0,02$	$1,23 \pm 0,04$
CaCl_2 0,3%	$15,35 \pm 0,06$	$0,86 \pm 0,02$	$0,75 \pm 0,01$	$2,57 \pm 0,07$

Mẫu đối chứng có độ cứng đạt 18,54 N phản ánh khả năng tạo gel tự nhiên của pectin có trong vỏ chanh dây. Sau xử lý bằng Na_2CO_3 0,4% độ cứng giảm đáng kể xuống còn 15,95 N đồng thời các giá trị độ đàn hồi và độ liên kết cũng giảm tương ứng. Điều này cho thấy môi trường kiềm đã làm suy giảm cấu trúc pectin và phá vỡ một phần mạng gel, dẫn đến sản phẩm có cấu trúc mềm và kém ổn định hơn. Ngược lại, nghiệm thức CaCl_2 0,3% cho độ cứng thấp nhất (15,35N). Trong khi đó, xử lý bằng NaCl 2,0% chỉ làm giảm nhẹ các thông số cấu trúc so với đối chứng, cho thấy tác động của muối chủ yếu liên quan đến hiện tượng thẩm thấu hơn là biến đổi mạnh cấu trúc polysaccharide. Nhìn chung, tiền xử lý hóa học không chỉ ảnh hưởng đến hiệu quả khử đáng mà còn tác động trực tiếp đến khả năng tạo gel và cấu trúc của mứt dẻo thành phẩm. Các số liệu

3.5. Ảnh hưởng của tiền xử lý đến cấu trúc và khả năng tạo gel của mứt dẻo

Tiền xử lý nguyên liệu có ảnh hưởng đáng kể đến đặc tính cấu trúc và khả năng tạo gel của sản phẩm mứt dẻo từ Chanh dây. Kết quả ở bảng 5 cho thấy các nghiệm thức xử lý khác nhau tạo ra sự khác biệt rõ rệt về độ cứng (hardness), độ đàn hồi (springiness), độ liên kết (cohesiveness) và độ dai tổng thể (gumminess) của sản phẩm.

nghiên cứu cho thấy CaCl_2 cho hiệu quả tốt nhất trong việc duy trì và cải thiện cấu trúc sản phẩm.

3.6. Đánh giá cảm quan sản phẩm mứt dẻo

Kết quả đánh giá cảm quan cho thấy các nghiệm thức xử lý có ảnh hưởng tích cực đến mức độ chấp nhận của sản phẩm so với mẫu đối chứng. Các mẫu có mức độ đắng giảm thường đạt điểm đánh giá cao hơn về thuộc tính vị và mức độ chấp nhận tổng thể. Tuy nhiên, cường độ xử lý quá cao có thể làm suy giảm hương vị đặc trưng tự nhiên cũng như ảnh hưởng bất lợi đến cấu trúc sản phẩm. Trong các nghiệm thức khảo sát, xử lý kết hợp CaCl_2 và nhiệt cho kết quả tối ưu hơn khi vừa nâng cao hiệu quả khử đáng, vừa duy trì đặc tính cấu trúc và chất lượng cảm quan tổng thể của sản phẩm mứt dẻo.

Bảng 6. Đánh giá cảm quan sản phẩm mứt dẻo từ vỏ chanh dây

Nghiệm thức	Màu sắc	Mùi	Vị	Cấu trúc	Chấp nhận tổng thể
Đối chứng	$6,2 \pm 0,3$	$6,0 \pm 0,2$	$4,5 \pm 0,3$	$6,1 \pm 0,2$	$11,2 \pm 0,6$
NaCl 2,0%+ nhiệt	$7,0 \pm 0,2$	$6,8 \pm 0,3$	$6,9 \pm 0,2$	$6,8 \pm 0,2$	$13,8 \pm 0,4$
Na ₂ CO ₃ 0,4% +nhiệt	$5,8 \pm 0,3$	$5,9 \pm 0,2$	$7,2 \pm 0,2$	$5,6 \pm 0,3$	$12,4 \pm 0,4$
CaCl ₂ 0,3% +nhiệt	$7,8 \pm 0,2$	$7,5 \pm 0,2$	$7,3 \pm 0,2$	$7,9 \pm 0,1$	$15,3 \pm 0,4$

Kết quả đánh giá cảm quan bảng 6 cho thấy các phương pháp tiền xử lý ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng cảm quan của mứt dẻo từ vỏ chanh dây. Mẫu đối chứng có điểm vị và mức độ chấp nhận tổng thể thấp nhất do vị đắng tự nhiên chưa được loại bỏ. Các nghiệm thức xử lý đều cải thiện chất lượng cảm quan, đặc biệt ở chỉ tiêu vị. Xử lý Na₂CO₃ 0,4% cho hiệu quả khử đắng cao nhất nhưng làm giảm chất lượng màu sắc và cấu trúc, phù hợp với ghi nhận của Kulkarni và cộng sự (2010) về nhưng ảnh hưởng bất lợi của xử lý kiềm lên sản phẩm giàu pectin. Trong khi đó, nghiệm thức CaCl₂ kết hợp nhiệt đạt điểm cảm quan cao nhất ở cấu trúc và mức độ chấp nhận tổng thể cho thấy khả năng duy trì cấu trúc gel, màu sắc tự nhiên và cải thiện vị đắng hiệu quả. Nhìn chung, xử lý CaCl₂ kết hợp nhiệt được xác định là điều kiện tối ưu do tạo sự cân bằng giữa hiệu quả khử đắng và chất lượng cảm quan của sản phẩm.

IV. Kết luận và thảo luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy tiền xử lý hóa học kết hợp chần ảnh hưởng đáng kể đến hiệu quả giảm độ đắng, khả năng bảo toàn polyphenol tổng, cấu trúc và chất lượng cảm quan của vỏ chanh dây trong sản xuất mứt dẻo. Xử lý tác nhân bằng Na₂CO₃ kết hợp gia nhiệt đạt mức giảm

chỉ số đắng lớn nhất nhưng đồng thời làm tăng tổn thất polyphenol tổng và suy giảm cấu trúc nguyên liệu. Ngược lại, xử lý bằng CaCl₂ 0,3% kết hợp chần ở 85°C trong 3 phút tạo sự cân bằng tối ưu giữa giảm vị đắng, hạn chế tổn thất polyphenol tổng, duy trì cấu trúc thông qua sự hình thành liên kết calcium-pectate và đạt chất lượng cảm quan cao nhất. Kết quả nghiên cứu khẳng định tiềm năng ứng dụng vỏ chanh dây như một nguồn nguyên liệu giá trị để sản xuất mứt dẻo góp phần nâng cao giá trị gia tăng của phụ phẩm và thúc đẩy sử dụng bền vững nguồn nguyên liệu trong chế biến nông sản.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được thực hiện trong khuôn khổ đề tài cấp Quốc gia do Bộ Khoa học và Công nghệ cấp kinh phí: “Nghiên cứu ứng dụng các giải pháp khoa học và công nghệ trong bảo quản và chế biến quả chanh dây tại tỉnh Đắk Nông và khu vực Tây Nguyên”, mã số ĐTĐL.CN-02/24. Nhóm tác giả xin trân trọng cảm ơn.

Tài liệu tham khảo

Huo, D., Zhao, Y., Wang, X., và cộng sự (2023). *Valorization of passion fruit peel waste: Pectin extraction, functional properties and food applications. Food Chemistry*, 405, 134814. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134814>

- Kulkarni, S. G., và Vijayanand, P. (2010). *Effect of extraction conditions on the quality characteristics of pectin from passion fruit peel (Passiflora edulis f. flavicarpa L.)*. *LWT - Food Science and Technology*, 43(7), 1026-1031. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.01.005>
- Liang, Y., Yang, Y., Zheng, L., Zheng, X., Xiao, D., Wang, S., Ai, B., và Sheng, Z. (2022). *Extraction of pectin from passion fruit peel: Composition, structural characterization and emulsion stability*. *Foods*, 11(24), 3995. <https://doi.org/10.3390/foods11243995>
- Moia, T., Pimentel, T., Barão, C. E., Feihrmann, A., Favareto, R., Reis, A., và Cardozo-Filho, L. (2019). *Bioactive compounds and pectin from residues of the passion fruit processing: Extraction using green technology and characterization*. *Chemical Engineering Transactions*, 75, 157-162. <https://doi.org/10.3303/CET1975027>
- Singleton, V. L., và Rossi, J. A., Jr. (1965). *Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents*. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Toydemir, G., Boyacıoğlu, D., Hall, R. D., Beekwilder, J., và Capanoğlu, E. (2017). *Prunus fruit juices*. Trong I. Aguiló-Aguayo và L. Plaza (Biên tập), *Innovative Technologies in Beverage Processing* (tr. 59-77). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118929417.ch3>

EFFECTS OF CHEMICAL AND THERMAL PRETREATMENTS ON DEBITTERING OF PASSION FRUIT PEEL FOR GUMMY JAM PRODUCTION

Bui Thi Hong Phuong¹, Do Thi Thuy Le¹, Dang Hong Anh¹, Nguyen Thi Viet Anh¹,
Vu Xuan Tao², Trinh Thi Thu Hang³, Nguyen Cong Tu¹

Abstract: *This study investigated the effects of chemical pretreatment combined with blanching on bitterness reduction, total polyphenol content (TPC) retention, structural properties, and sensory quality of passion fruit (*Passiflora edulis*) peel for the development of value-added fruit leather. Three chemical pretreatments (NaCl , Na_2CO_3 , and CaCl_2) were evaluated in combination with blanching at temperatures ranging from 70 to 95°C. The results showed that Na_2CO_3 combined with thermal treatment achieved the greatest reduction in bitterness index but caused significant losses of TPC and deterioration of tissue structure. In contrast, pretreatment with 0.3% CaCl_2 followed by blanching at 85°C for 3 min provided the best balance between bitterness reduction, TPC retention ($19.4 \pm 0.2 \text{ mg GAE g}^{-1}$), structural firmness ($15.35 \pm 0.06 \text{ N}$), and overall sensory quality (15.3/20). The superior performance of CaCl_2 pretreatment was attributed to the formation of calcium-pectate cross-links, which enhanced tissue integrity while maintaining desirable sensory characteristics. These findings demonstrate that CaCl_2 -assisted blanching is an effective pretreatment strategy for converting passion fruit peel into a value-added fruit leather product, thereby contributing to the sustainable utilization of passion fruit processing by-products.*

Keywords: *passion fruit peel, debittering, polyphenols, CaCl_2 , gummy jam*

¹ Food Industries Research Institute, Hanoi, Vietnam

² National Academy for Advanced Technology and Innovation, Ministry of Science and Technology, Hanoi, Vietnam

³ Hanoi Open University, Hanoi, Vietnam