

ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ YẾU TỐ CÔNG NGHỆ ĐẾN HÀM LƯỢNG ANTHOCYANINS TỔNG SỐ VÀ CHẤT LƯỢNG CẢM QUAN CỦA MỨT KHOAI LANG TÍM

Nguyễn Thị Quyên, Nguyễn Thị Oanh, Trần Thị Thanh Huyền,
Nguyễn Thị Hải Phương, Nguyễn Trần Anh Minh, Phạm Thị Trà, Vũ Thị Hạnh✉

Học viện Nông nghiệp Việt Nam

TÓM TẮT

Mục tiêu: Đánh giá ảnh hưởng của các điều kiện xử lý sơ chế (loại hóa chất xử lý, nồng độ NaCl, độ dày miếng khoai lang và tỷ lệ nguyên liệu/đường khi ngâm) đến các chỉ tiêu hóa lý, hàm lượng anthocyanin và chất lượng cảm quan của sản phẩm mứt miếng từ củ khoai lang tím, nhằm xác định các thông số thích hợp cho quy trình chế biến.

Phương pháp: Khoai lang tím được ngâm trong nước, dung dịch NaCl và dung dịch CaCl₂ và acid citric ở nồng độ 0,5% trong thời gian 40 phút. Dựa trên kết quả sàng lọc ban đầu, tác nhân xử lý phù hợp được lựa chọn để tiếp tục khảo sát ở các nồng độ khác nhau. Đồng thời, ảnh hưởng của độ dày lát khoai lang (4; 6; 8 mm) và tỷ lệ nguyên liệu/đường trong quá trình ngâm 8 giờ (1/0,4; 1/0,6; 1/1, w/w) cũng được đánh giá.

Các chỉ tiêu phân tích bao gồm: độ ẩm, hàm lượng anthocyanin tổng số và chất lượng cảm quan, được xác định thông qua phương pháp cho điểm chất lượng. Dữ liệu thu được được xử lý bằng phân tích phương sai một yếu tố (one-way ANOVA) và phép thử hậu nghiệm Tukey, với mức ý nghĩa thống kê ($p \leq 0,05$).

Kết quả: Tác nhân xử lý nguyên liệu và nồng độ NaCl ảnh hưởng đáng kể đến độ ẩm và hàm lượng anthocyanin tổng số của sản phẩm ($p \leq 0,05$). Xử lý nguyên liệu bằng dung dịch NaCl 0,5% giúp cải thiện màu sắc, cấu trúc và hạn chế thất thoát anthocyanin. Độ dày lát khoai 6 mm cho độ ẩm phù hợp và khả năng bảo toàn anthocyanin tốt hơn so với lát khoai có độ dày 4 mm và 8 mm. Tỷ lệ nguyên liệu/đường là 1/0,6 tạo ra sản phẩm có màu sắc hấp dẫn, vị ngọt hài hòa và có kết quả đánh giá cảm quan cao hơn, tuy nhiên nghiên cứu chưa đánh giá mức độ ưa thích của người tiêu dùng.

Kết luận: Sử dụng dung dịch NaCl 0,5% trong sơ chế nguyên liệu (thời gian ngâm 40 phút), độ dày miếng khoai 6 mm và tỷ lệ nguyên liệu/đường: 1/0,6 là các thông số công nghệ thích hợp để tạo ra sản phẩm mứt khoai lang tím có độ ẩm phù hợp, hàm lượng anthocyanin cao và chất lượng cảm quan tốt.

Từ khóa: Mứt, khoai lang tím, anthocyanin, chất lượng cảm quan.

EFFECTS OF PROCESSING PARAMETERS ON TOTAL ANTHOCYANIN CONTENT AND SENSORY QUALITY OF CANDIED PURPLE SWEET POTATO

ABSTRACT

Aims: This study investigated the effects of pretreatment conditions (type of treatment agent, NaCl concentration, slice thickness, and material-to-sugar ratio during soaking) on physicochemical properties, total anthocyanin content, and sensory quality of candied purple sweet potato, in order to identify suitable parameters for the processing procedure.

✉ Tác giả liên hệ: Vũ Thị Hạnh
Email: hanhvt@vnua.edu.vn
DOI: 10.56283/1859-0381/991

Nhận bài: 19/12/2025 Chính sửa: 22/12/2025
Chấp nhận đăng: 2/2/2026
Công bố online: 4/2/2026

Methods: Purple sweet potato slices were soaked in water, 0.5% NaCl solution, 0.5% CaCl₂ solution, and 0.5% citric acid solution for 40 minutes. Based on the preliminary screening results, the most suitable treatment agent was selected for further investigation at different concentrations. The effects of slice thickness (4, 6, and 8 mm) and the material-to-sugar ratios during an 8-hour soaking process (1:0.4, 1:0.6, and 1:1, w/w) were also evaluated.

Results: The results showed that the type of treatment agent and NaCl concentration significantly affected the moisture content and total anthocyanin content of the product ($p \leq 0.05$). Pretreatment with 0.5% NaCl solution improved color and texture while reducing anthocyanin losses. A slice thickness of 6 mm resulted in appropriate moisture content and better anthocyanin retention compared to 4 mm and 8 mm slices. The material-to-sugar ratio of 1:0.6 produced a product with attractive color, balanced sweetness, and higher sensory evaluation scores; however, consumer preference was not assessed in this study.

Conclusion: Pretreatment with a 0.5% NaCl solution for 40 min, a slice thickness of 6 mm, and a material-to-sugar ratio of 1:0.6 were identified as suitable processing parameters for producing candied purple sweet potato with appropriate moisture content, high anthocyanin retention, and optimal sensory quality.

Keywords: Candied fruit, Purple sweet potato, anthocyanins, sensory quality.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khoai lang tím (*Ipomoea batatas L.*) là một loại thực phẩm có giá trị dinh dưỡng và chức năng cao, ngày càng được quan tâm trong xu hướng phát triển thực phẩm vì sức khỏe. Trong thành phần của khoai lang tím, đáng chú ý nhất là hợp chất anthocyanin – nhóm sắc tố flavonoid tan trong nước, tạo nên màu tím đặc trưng của củ, đồng thời mang lại nhiều lợi ích về mặt sinh học. Anthocyanin có khả năng chống oxy hóa mạnh, hỗ trợ phòng ngừa ung thư, tim mạch, chống viêm, làm chậm quá trình lão hóa và bảo vệ tế bào thần kinh [1, 2]. Vì vậy, việc tận dụng nguồn anthocyanin từ khoai lang tím để tạo ra các sản phẩm thực phẩm có giá trị cao là một hướng đi tiềm năng trong ngành công nghệ thực phẩm. Tuy nhiên, khoai lang tím nguyên liệu có thời gian bảo quản ngắn, dễ bị hư hỏng do hàm lượng ẩm và đường cao, cấu trúc mô mềm dễ bị tác động cơ học và vi sinh vật xâm nhập. Sau thu hoạch, nếu không được tiêu

thụ hoặc chế biến kịp thời, khoai dễ bị héo, thối nhũn hoặc biến đổi màu sắc. Bên cạnh đó, anthocyanin là hợp chất rất nhạy cảm với các yếu tố môi trường như pH, ánh sáng, nhiệt độ, oxy và các enzyme nội sinh, đặc biệt trong quá trình chế biến có gia nhiệt hoặc tiếp xúc với không khí [3]. Việc tổn thất anthocyanin trong quá trình chế biến không chỉ làm giảm giá trị cảm quan (màu sắc, mùi vị) mà còn ảnh hưởng đến chất lượng dinh dưỡng và chức năng của sản phẩm. Một trong những giải pháp hiệu quả để kéo dài thời gian bảo quản và nâng cao giá trị sử dụng của khoai lang tím là chế biến thành mứt miếng – một sản phẩm truyền thống phổ biến ở Việt Nam, đặc biệt trong dịp lễ Tết. Mứt không chỉ có thời gian bảo quản lâu hơn mà còn giữ được hương vị đặc trưng, tạo màu sắc hấp dẫn, đồng thời có khả năng ổn định anthocyanin nếu được chế biến đúng cách. Tuy nhiên, quá trình chế biến mứt từ khoai lang tím lại đặt ra yêu cầu kỹ

thuật cao, đòi hỏi lựa chọn đúng phương pháp xử lý sơ chế, nồng độ hóa chất, độ dày lát khoai, tỷ lệ nguyên liệu/đường,... để vừa giữ được anthocyanin, vừa đảm bảo chất lượng cảm quan và khả năng bảo quản của sản phẩm. Nghiên cứu gần đây về các yếu tố công nghệ như ngâm khoai trong acid citric, NaCl, CaCl₂ hoặc Ca(OH)₂ đã được áp dụng nhằm hạn chế hiện tượng nâu hóa, giữ màu sắc và tăng khả năng giữ ẩm cho sản phẩm [4]. Ngoài ra, các yếu tố như độ dày lát khoai, tỷ lệ nguyên liệu/đường khi ngâm cũng được xác định có ảnh hưởng đến tốc độ thẩm thấu, khả năng hút nước, sự bay hơi ẩm khi sấy và sự mất màu của anthocyanin [5, 6]. Tuy vậy, hiện nay vẫn còn thiếu các nghiên cứu chuyên sâu, hệ thống và có so sánh cụ thể về các yếu tố này trong chế biến mứt miếng từ khoai lang tím – một dạng sản phẩm vừa truyền thống, vừa tiềm năng để hiện đại hóa và phát triển theo hướng nâng cao giá trị dinh dưỡng.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu và hoá chất

Nguyên liệu khoai lang tím được mua tại chợ Trâu Quỳ, xã Gia Lâm, thành phố Hà Nội. Củ khoai lang được lựa chọn phải đạt các yêu cầu về chất lượng, bao gồm: khối lượng 150–300 g/củ, đường kính 3–6 cm, chiều dài 8–18 cm, hình dạng tương đối thẳng, ít cong, không dị dạng; thịt củ

Xuất phát từ thực tiễn đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm khảo sát ảnh hưởng của một số yếu tố công nghệ trong quy trình chế biến như loại hóa chất xử lý, nồng độ ngâm, độ dày miếng khoai, tỷ lệ đường,... đến sự biến đổi hàm lượng anthocyanin và chất lượng cảm quan của sản phẩm mứt khoai lang tím. Việc xây dựng quy trình chế biến phù hợp không chỉ giúp giữ lại tối đa hoạt chất sinh học quý từ nguyên liệu, mà còn góp phần nâng cao khả năng bảo quản, đa dạng hóa sản phẩm từ nông sản bản địa, đặc biệt là tại các vùng chuyên canh khoai lang tím như Bắc Giang, Lâm Đồng, Vĩnh Long. Kết quả nghiên cứu cũng có ý nghĩa thực tiễn trong việc phát triển sản phẩm mới theo hướng thực phẩm chức năng hóa, phục vụ nhu cầu người tiêu dùng hiện đại, đồng thời giảm thiểu tổn thất sau thu hoạch, nâng cao hiệu quả kinh tế cho người sản xuất và doanh nghiệp chế biến.

2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm 1: Ảnh hưởng của hóa chất xử lý sơ chế đến chất lượng sản phẩm mứt miếng từ củ khoai lang tím

Củ khoai lang tím sau khi thu mua được rửa sạch để loại bỏ đất cát và tạp chất, sau đó được sơ chế và gọt vỏ. Nguyên liệu tiếp tục được cắt lát với độ dày 6 mm, rồi ngâm trong các dung dịch xử lý đã chuẩn bị sẵn, bao gồm: nước (mẫu đối chứng – CTĐC), dung dịch NaCl 0,5%, dung dịch acid citric 0,5% (CT2), dung dịch CaCl₂ 0,5% (CT3) và

chắc, ít xơ, không bị sâu bệnh và không có dấu hiệu hư hỏng cơ học.

Hóa chất sử dụng bao gồm: dung dịch HCl 5% (Trung Quốc), đường sucrose, muối NaCl, acid citric (loại dùng trong thực phẩm), CaCl₂ (canxi clorua), Ca(OH)₂ (nước vôi trong), và acid acetic.

dung dịch Ca(OH)₂ 0,5% (CT4) trong thời gian 40 phút.

Sau khi xử lý, các lát khoai được để ráo và tiếp tục ngâm với đường theo tỷ lệ nguyên liệu/đường là 1:0,6 (w/w) trong thời gian 8 giờ. Tiếp theo, mẫu được sấy trên bếp điện, duy trì nhiệt độ khoảng 80 ± 5 °C và khuấy đảo liên tục cho đến khi lớp đường kết tinh bám đều trên bề mặt

sản phẩm, không còn dịch siro tự do, bề mặt khô và không dính tay. Sau khi sên, sản phẩm được để nguội ở nhiệt độ phòng trong môi trường sạch, khô và thoáng khí, sau đó được đóng gói trong túi polyethylene dùng cho thực phẩm (kích thước 15×22 cm), với khối lượng 200

Thí nghiệm 2: Ảnh hưởng của nồng độ hóa chất xử lý đến chất lượng sản phẩm mứt miếng từ củ khoai lang tím

Nguyên liệu sau sơ chế được cắt lát và xử lý bằng tác nhân đã được lựa chọn ở thí nghiệm 1, với các mức nồng độ khác nhau trong khoảng 0,3–0,7%. Sau khi hoàn thiện quy trình chế biến, sản phẩm được phân tích các chỉ tiêu bao gồm: hàm

Thí nghiệm 3: Ảnh hưởng của độ dày nguyên liệu đến chất lượng sản phẩm mứt miếng từ củ khoai lang tím

Hóa chất và nồng độ hóa chất xử lý thích hợp được lựa chọn từ kết quả của thí nghiệm 1 và thí nghiệm 2. Độ dày của lát khoai lang có kích thước dao động từ 4–8 mm. Sản phẩm sau khi hoàn thiện sẽ được tiến hành phân tích các chỉ tiêu bao gồm:

Thí nghiệm 4: Ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu/đường khi ngâm đến chất lượng sản phẩm mứt miếng từ củ khoai lang tím

Hóa chất và nồng độ hóa chất xử lý thích hợp được lựa chọn từ kết quả của thí nghiệm 1 và thí nghiệm 2. Độ dày của lát khoai lang thích hợp được lựa chọn từ kết quả thí nghiệm 3. Tỷ lệ nguyên liệu/đường khi ngâm khoai lang tím được tiến hành với các công thức theo tỷ lệ

2.3. Phương pháp phân tích

Xác định độ ẩm: Chuẩn bị các chén sứ có ký hiệu sẵn, các chén được rửa sạch và sấy khô trong tủ sấy đến khối lượng không đổi m_0 (g), làm nguội trong bình hút ẩm đến nhiệt độ phòng. Cân một lượng m_0 (g) khoai lang tím trên cân phân tích, cho vào các chén sứ đã chuẩn bị sẵn, đem cân lại chén đã đựng mẫu được m_1 (g). Mẫu được sấy trong tủ sấy và điều chỉnh ở nhiệt độ 105°C và sau mỗi 2 giờ lấy ra để trong bình hút ẩm đến nguội rồi cân, lặp đi lặp lại như vậy đến khi kết quả

g/túi. Các chỉ tiêu đánh giá bao gồm hàm lượng anthocyanin tổng số, độ ẩm và chất lượng cảm quan về màu sắc, mùi, vị và trạng thái, được xác định theo phương pháp cho điểm theo TCVN 3215-79 nhằm lựa chọn hóa chất xử lý thích hợp [7].

lượng anthocyanin tổng số, độ ẩm và chất lượng cảm quan (màu sắc, mùi, vị và trạng thái) theo phương pháp cho điểm theo TCVN 3215-79, nhằm xác định nồng độ xử lý thích hợp.

hàm lượng anthocyanin tổng số, độ ẩm và đánh giá cảm quan về màu sắc, mùi, vị, trạng thái theo phương pháp cho điểm (TCVN 3215-79) để xác định độ dày thích hợp của lát khoai.

1/0,4; 1/0,6; và 1/1. Sản phẩm sau khi hoàn thiện sẽ được tiến hành phân tích các chỉ tiêu bao gồm: hàm lượng anthocyanin tổng số, độ ẩm và đánh giá cảm quan về màu sắc, mùi, vị, trạng thái theo phương pháp cho điểm (TCVN 3215-79) để xác định tỉ lệ nguyên liệu/đường thích hợp.

giữa hai lần cân cuối cùng sai số $\pm 0,5\%$ ta được khối lượng mẫu và chén không đổi m_2 (g). Từ khối lượng mẫu ban đầu và khối lượng khoai sau khi sấy đến khối lượng không đổi, ta tính được độ ẩm trung bình của mẫu khoai theo công thức sau: $W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100\%$. Trong đó: m_0 : khối lượng chén; m_1 là tổng khối lượng mẫu và chén trước; m_2 là tổng khối lượng mẫu và chén sau khi sấy khô.

Xác định hàm lượng anthocyanins tổng số: Hàm lượng anthocyanins của

mẫu được xác định bằng phương pháp pH vi sai theo TCVN 11028: 2015 [8].

Đánh giá cảm quan: Chất lượng cảm quan của sản phẩm được đánh giá theo phương pháp cho điểm. Hội đồng gồm 7 thành viên đã được huấn luyện tiến hành đánh giá theo tiêu chuẩn TCVN 3215-79 [7]. Tiêu chuẩn này sử dụng thang 20 điểm, được xây dựng từ hệ 6 bậc (0–5

điểm) cho từng chỉ tiêu cảm quan. Điểm cảm quan được tính bằng cách lấy điểm trung bình của hội đồng cho mỗi chỉ tiêu sau đó nhân với hệ số quan trọng tương ứng. Tổng điểm có trọng lượng được dùng để xác định mức chất lượng sản phẩm theo bảng phân hạng của TCVN. Các chỉ tiêu và hệ số trọng lượng lần lượt là: màu sắc (0,8), mùi (0,8), vị (1,2) và trạng thái (1,2).

III. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của hóa chất xử lý đến chất lượng mứt miếng từ củ khoai lang tím

Trong chế biến thực phẩm, lựa chọn nguyên liệu và điều kiện tiền xử lý phù hợp có vai trò quyết định đến chất lượng thành phẩm. Đối với khoai lang tím, việc ngâm trong dung dịch xử lý thích hợp giúp ổn định màu sắc, hạn chế hiện tượng nâu hóa do enzyme, đồng thời cải thiện cấu trúc và độ cứng của sản phẩm mứt

miếng. Trong nghiên cứu này, các hóa chất xử lý được khảo sát nhằm xác định điều kiện tiền xử lý tối ưu cho chất lượng hóa lý và cảm quan của sản phẩm. Kết quả phân tích hóa lý được trình bày ở Bảng 1 và các chỉ tiêu cảm quan ở Bảng 2.

Bảng 1. Kết quả phân tích chỉ tiêu hóa lý

Công thức	Độ ẩm (%)	Hàm lượng anthocyanin (mg/100g)
Nước (ĐC)	14,77 ± 0,01 ^c	3,70 ± 0,02 ^{ab}
0,5% NaCl (CT1)	15,23 ± 0,01 ^a	3,88 ± 0,01 ^a
0,5% Acid citric (CT2)	14,87 ± 0,01 ^b	3,29 ± 0,03 ^b
0,5% CaCl ₂ (CT3)	13,53 ± 0,03 ^e	3,72 ± 0,01 ^{ab}
0,5% Ca(OH) ₂ (CT4)	13,17 ± 0,06 ^d	3,94 ± 0,01 ^a

Trong cùng một cột, các chữ cái khác nhau (a-e) biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha = 0,05$ trong phân tích ANOVA một yếu tố theo phép kiểm định Tukey một chiều.

Độ ẩm là chỉ tiêu quan trọng phản ánh chất lượng và khả năng bảo quản của mứt miếng. Các nghiên cứu cho thấy mức ẩm phù hợp đối với sản phẩm mứt khô nằm trong khoảng 15–17%. Kết quả tại Bảng 1 cho thấy mẫu xử lý bằng NaCl 0,5% (CT1) đạt độ ẩm cao nhất (15,23%) và có ý nghĩa thống kê so với các công thức còn lại ($p \leq 0,05$). Mẫu xử lý với Ca(OH)₂ 0,5% cho giá trị thấp nhất (13,17%), trong khi mẫu xử lý với nước (14,77%), mẫu xử lý với acid citric 0,5% (14,87%) và mẫu

xử lý với CaCl₂ 0,5% (13,53%) nằm ở mức trung gian. Độ ẩm cao ở CT1 có thể được giải thích dựa trên động học của quá trình thẩm thấu. Ở nồng độ muối thấp như 0,5%, chênh lệch áp suất thẩm thấu không đủ lớn để duy trì dòng nước thoát ra khỏi mô. Khi hệ tiến gần trạng thái cân bằng, hiện tượng hồi thâm xảy ra và nước có thể khuếch tán ngược vào nguyên liệu. Cơ chế này phù hợp với nhận định của Yadav & Singh (2012), theo đó thẩm thấu là quá trình trao đổi khối lượng hai chiều, trong

đó tốc độ mất nước và hấp thu chất tan phụ thuộc trực tiếp vào gradient nồng độ và tính toàn vẹn của màng tế bào [5]. Ngược lại, xử lý bằng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ thúc đẩy quá trình ester hóa pectin và hình thành cấu trúc pectin–Ca liên kết kép, làm giảm khả năng giữ nước. Đồng thời, theo Cui & cs. (2024) cho thấy cấu hình không gian gọn của pectin tăng cường đáng kể khả năng gel hóa với Ca^{2+} , làm việc giữ nước bị giảm [9]. Điều này phù hợp với kết quả của Rodriguez-Ramirez & cs. (2023) trên mứt được làm từ bí Chilacayote, và giải thích tại sao mẫu xử lý với $\text{Ca}(\text{OH})_2$ có độ ẩm thấp nhất [10]. Một số nghiên cứu về mứt miếng từ nguyên liệu khác cũng ghi nhận tác dụng cải thiện cấu trúc của các muối canxi, Udomkun & cs. (2014) đã ứng dụng CaCl_2 trước khi thẩm thấu để giúp tăng độ cứng, khả năng giữ cấu trúc và làm giảm hàm lượng ẩm trong sản phẩm so với đối chứng, đồng thời cải thiện các đặc tính vật lý và cảm quan đủ đủ sau sấy [11]. Mẫu

được xử lý với acid citric 0,5 % (CT2) có hàm lượng anthocyanin thấp nhất đạt 3,29 mg/100 g, khác biệt có ý nghĩa so với mẫu được xử lý bằng NaCl 0,5 % (CT1) và $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0,5 % (CT4). Trong khi đó 0,5% CaCl_2 (CT3) và Nước (ĐC) có hàm lượng anthocyanin không khác biệt so với các công thức trong thí nghiệm này. Theo nghiên cứu của Simona Oancea (2021) cũng cho thấy trong môi trường acid mạnh, cấu trúc flavynium, dễ bị phân hủy hoặc mở vòng pyrilium khi gia nhiệt dẫn đến giảm sắc tố của anthocyanin [12]. Trong khi đó, các dung dịch NaCl và CaCl_2 không làm thay đổi pH môi trường một cách đáng kể, nhờ đó hạn chế các phản ứng phân hủy anthocyanin trong quá trình chế biến. Nhận định này phù hợp với tổng quan của Li & cs. (2019), theo đó việc duy trì pH ổn định trong giai đoạn tiền xử lý là yếu tố quan trọng giúp bảo toàn cấu trúc và hàm lượng anthocyanin trong khoai lang tím [13].

Bảng 2. Ảnh hưởng của hóa chất tiền xử lý đến chất lượng cảm quan của mứt khoai lang tím

Công thức	Màu sắc	Mùi	Vị	Trạng thái	Điểm HSTL	Xếp loại
ĐC	4,57 ^a	4,00 ^{ab}	4,14 ^{ab}	4,57 ^a	17,28	Khá
CT1	4,42 ^a	4,14 ^{ab}	4,42 ^a	4,57 ^a	17,55	Khá
CT2	3,71 ^{ab}	4,00 ^{ab}	3,42 ^{bc}	3,57 ^b	14,7	Trung bình
CT3	3,28 ^b	3,85 ^b	3,28 ^c	3,42 ^b	13,83	Trung bình
CT4	4,28 ^a	4,42 ^a	3,85 ^{abc}	4,14 ^{ab}	16,69	Khá

Trong cùng một cột, các chữ cái khác nhau (a-d) biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha = 0,05$ trong phân tích ANOVA một yếu tố theo phép kiểm định Tukey một chiều.

Theo Bảng 2, hóa chất xử lý có ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng cảm quan của mứt khoai lang tím. Mẫu xử lý bằng NaCl 0,5% (CT1) có tổng điểm cảm quan cao nhất do sản phẩm mứt khoai lang có cấu trúc trạng thái tốt, vị của sản phẩm hài hoà và giữ được màu sắc, mùi đặc trưng của khoai lang tím. Mẫu được xử lý bằng acid citric 0,5% (CT2) được xếp loại

trung bình do màu sắc kém hấp dẫn và vị của sản phẩm hơi chua. Mẫu được xử lý 0,5% CaCl_2 (CT3) có điểm cảm quan thấp nhất do cấu trúc hơi cứng, không có độ mềm của mứt và màu sắc sản phẩm kém tươi sáng. Xét tổng hợp các chỉ tiêu hóa lý và cảm quan mẫu xử lý với NaCl 0,5% cho thấy hiệu quả nổi bật trong việc hạn chế thất thoát anthocyanin, duy trì độ ẩm

thích hợp và cải thiện chất lượng cảm quan so với các công thức khảo sát. Trên cơ sở đó, NaCl được lựa chọn làm hóa

chất xử lý nguyên liệu cho thí nghiệm tiếp theo nhằm xác định nồng độ thích hợp.

3.2. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ hóa chất xử lý đến chất lượng mứt miếng từ củ khoai lang tím

Trong quá trình chế biến mứt khoai lang tím, bên cạnh sự giảm tối thiểu tổn thất hàm lượng anthocyanin thì chất lượng cảm quan cũng là một trong những yếu tố then chốt quyết định đến sự chấp nhận của người tiêu dùng. Mứt miếng từ

khoai lang tím sau khi sơ chế, ngâm trong dung dịch NaCl ở các nồng độ khác nhau trong thời gian 40 phút và sản phẩm mứt hoàn thiện được phân tích một số chỉ tiêu trong Bảng 3 và Bảng 4.

Bảng 3. Ảnh hưởng của nồng độ NaCl xử lý đến đặc tính hóa lý của mứt khoai lang tím

Công thức	Độ ẩm (%)	Hàm lượng anthocyanin (mg/100g)
CTĐC	14,80 ± 0,05 ^c	3,68 ± 0,03 ^b
0,3% NaCl (CT5)	14,80 ± 0,05 ^c	3,92 ± 0,08 ^a
0,5% NaCl (CT6)	15,13 ± 0,01 ^b	3,82 ± 0,07 ^{ab}
0,7% NaCl (CT7)	15,50 ± 0,01 ^a	3,81 ± 0,03 ^{ab}

Trong cùng một cột, các chữ cái khác nhau (a-c) biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha = 0,05$ trong phân tích ANOVA một yếu tố theo phép kiểm định Tukey một chiều.

Kết quả ở Bảng 3 cho thấy nồng độ NaCl ảnh hưởng rõ rệt đến độ ẩm của mứt khoai lang tím. Mẫu CT7 (NaCl 0,7%) có độ ẩm cao nhất (15,50%), khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nồng độ thấp hơn. Xu hướng này cho thấy khi nồng độ muối tăng, sản phẩm có khả năng giữ nước cao hơn. Ở mẫu xử lý với NaCl 0,5% (CT6), độ ẩm giảm còn 15,13%, trong khi mẫu xử lý với NaCl 0,3% (CT5) cho giá trị 14,80%, không khác biệt so với mẫu đối chứng ngâm nước. Hiện tượng này có thể liên quan đến sự hồi thẩm trong khoảng nồng độ NaCl 0,3–0,7%, làm nước khuếch tán ngược vào mô, từ đó cải thiện khả năng giữ nước của nguyên liệu sau khi gia nhiệt. Cụ thể, NaCl làm tăng áp suất thẩm thấu của môi trường tiền xử lý, dẫn đến ảnh hưởng sự dịch chuyển nước qua màng tế bào. Trong khoảng nồng độ này, thành tế bào mô khoai lang tím vẫn duy trì bán thẩm cho phép xảy ra

hiện tượng hồi thẩm và góp phần tăng khả năng giữ ẩm của nguyên liệu. Đồng thời, ion Na⁺ tương tác với pectin ở thành tế bào giúp ổn định cấu trúc mô và hạn chế mất nước trong quá trình sên mứt (Fellows, 2000). Bên cạnh đó, nồng độ NaCl cũng ảnh hưởng đến hàm lượng anthocyanin của sản phẩm. CT5 (mẫu xử lý với NaCl 0,3%) đạt giá trị cao nhất (3,92 mg/100 g), khác biệt có ý nghĩa so với đối chứng. Nguyên nhân do anthocyanin là hợp chất tan tốt trong nước dẫn đến hàm lượng anthocyanin thất thoát nhiều hơn trong quá trình ngâm trong khi NaCl 0,3 % tạo áp suất thẩm thấu nhẹ và môi trường ion phù hợp giúp hạn chế oxy hoá và rửa trôi anthocyanin.

Khi tăng nồng độ NaCl lên (0,5% và 0,7%), hàm lượng anthocyanin thấp hơn, nhưng không khác biệt so với CT5. Sự suy giảm anthocyanin có thể liên quan đến tính nhạy nhiệt của hợp chất này do

trong quá trình sên mứt, gia nhiệt kéo dài kết hợp với môi trường có lực ion cao có thể thúc đẩy các phản ứng phân hủy, làm giảm hàm lượng anthocyanin [14]. Theo

Li & cs. (2019), việc duy trì lực ion quá cao trong môi trường chế biến có thể làm giảm độ bền anthocyanin khi gia nhiệt [13].

Bảng 4. Ảnh hưởng của nồng độ NaCl xử lý đến giá trị cảm quan của mứt khoai lang tím

Công thức	Màu sắc	Mùi	Vị	Trạng thái	Điểm HSTL	Xếp loại
ĐC	4,42 ^{ab}	4,00 ^a	4,00 ^b	4,42 ^a	16,84	Khá
CT5	4,14 ^b	4,28 ^a	4,00 ^b	3,71 ^a	16,13	Khá
CT6	4,85 ^b	4,42 ^a	4,71 ^a	4,57 ^a	18,55	Tốt
CT7	4,00 ^a	4,28 ^a	3,85 ^b	4,42 ^a	16,55	Khá

Trong cùng một cột, các chữ cái khác nhau (a-d) biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha = 0,05$ trong phân tích ANOVA một yếu tố theo phép kiểm định Tukey một chiều.

Kết quả ở Bảng 4 cho thấy, nồng độ NaCl xử lý ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng cảm quan của mứt khoai lang tím. Mẫu CT6 (mẫu xử lý với NaCl 0,5%) đạt điểm cao nhất ở hầu hết các chỉ tiêu, đặc biệt là màu sắc (4,85 điểm), vị (4,71 điểm) và trạng thái (4,57 điểm), dẫn đến tổng điểm HSTL là 18,57 điểm, được xếp loại “Tốt”. Kết quả này cho thấy nồng độ 0,5% giúp sản phẩm giữ được màu sắc đặc trưng, hương vị hài hòa và cấu trúc ổn định hơn các nồng độ khác. Ngược lại, CT5 (mẫu xử lý với NaCl 0,3%) có tổng điểm thấp nhất (16,01 điểm), chủ yếu do trạng thái sản phẩm chưa đạt yêu cầu, dù điểm mùi không thấp. CT7 (mẫu xử lý với NaCl 0,7%) và đối chứng đều được xếp loại “Khá”, song không đạt sự đồng đều giữa các chỉ tiêu như CT6; đặc biệt, mẫu xử lý với NaCl nồng độ 0,7% làm giảm điểm của chỉ tiêu “vị”, cho thấy nồng độ muối cao có thể tạo vị lạ hoặc ảnh hưởng đến cảm nhận vị ngọt. Theo Barrett & cs. (2010), các quá trình ngâm và gia nhiệt có thể làm biến đổi cấu trúc thành tế bào và trạng thái nước trong mô thực vật từ đó ảnh hưởng đáng kể đến độ ẩm, cấu trúc và chất lượng cảm quan của sản phẩm [15].

Do đó, sự khác biệt về độ ẩm giữa các công thức xử lý NaCl trong nghiên cứu này có mối liên quan chặt chẽ với trạng thái cấu trúc và mức độ chấp nhận cảm quan của mứt khoai lang tím. Kết quả nghiên cứu này cũng tương đồng với các báo cáo trước đây về ảnh hưởng của muối đến chất lượng sản phẩm chip từ khoai lang vàng cam, Ampek Tumuhimbise & cs. (2013) ghi nhận rằng nồng độ muối ăn trung bình (2%) trong quá trình xử lý sản phẩm khoai lang chiên giòn cho điểm cảm quan cao hơn mẫu không muối và mẫu xử lý ở nồng độ muối cao (4%), đồng thời nồng độ muối cao hơn làm giảm hàm lượng carotenoid và ảnh hưởng tiêu cực đến các thuộc tính cảm quan [16].

Nhìn chung, sự phù hợp giữa kết quả thực nghiệm và các nghiên cứu trước cho thấy, NaCl 0,5% là mức nồng độ thích hợp để vừa duy trì màu sắc, hạn chế tổn thất anthocyanin, vừa đảm bảo cấu trúc và vị của sản phẩm. Do đó, nồng độ này được lựa chọn cho các thí nghiệm tiếp theo nhằm xác định điều kiện chế biến thích hợp cho mứt khoai lang tím.

3.3. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của độ dày miếng khoai đến chất lượng mứt khoai lang tím

Bên cạnh nồng độ hóa chất ngậm trong giai đoạn sơ chế thì độ dày lát khoai lang tím cũng là một trong những yếu tố có thể tác động đến sự thất thoát hàm lượng anthocyanin, độ ẩm và chất lượng

cảm quan của sản phẩm cuối cùng. Kết quả phân tích một số chỉ tiêu hóa lý, cảm quan được thể hiện trong Bảng 5 và Bảng 6.

Bảng 5. Ảnh hưởng của độ dày miếng khoai đến một số chỉ tiêu hóa lý của mứt khoai lang tím

Công thức	Độ ẩm (%)	Hàm lượng anthocyanin (mg/100g)
CT8 (4 mm)	15,32 ± 0,03 ^c	1,47 ± 0,84 ^b
CT9 (6 mm)	18,38 ± 0,05 ^b	3,54 ± 0,06 ^a
CT10 (8 mm)	24,44 ± 0,08 ^a	3,56 ± 0,21 ^a

Trong cùng một cột, các chữ cái khác nhau (a-c) biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha = 0,05$ trong phân tích ANOVA một yếu tố theo phép kiểm định Tukey một chiều.

Kết quả ở Bảng 5 cho thấy, độ dày miếng khoai lang tím ảnh hưởng rõ rệt đến độ ẩm của sản phẩm. CT10 (miếng khoai có độ dày 8 mm) có độ ẩm cao nhất (24,44%), khác biệt có ý nghĩa so với CT8 và CT9 ($p \leq 0,05$). Lát khoai dày giữ nước lâu hơn trong cùng thời gian sấy, dẫn đến bề mặt sản phẩm còn ướt và tiềm ẩn nguy cơ vi sinh trong quá trình bảo quản. Hiện tượng này có thể được giải thích bởi quãng đường khuếch tán ẩm dài hơn và tốc độ truyền nhiệt vào lõi chậm hơn ở các lát dày, khiến quá trình thoát ẩm diễn ra kém hiệu quả và không đồng đều. Cơ chế tương tự đã được ghi nhận trong nghiên cứu trên dưa vàng của Sun & cs. (2024), cho thấy việc tăng độ dày lát làm kéo dài thời gian sấy và làm giảm tốc độ thoát ẩm do hạn chế khuếch tán ẩm từ lõi ra bề mặt [17]. Ngược lại, CT8 (miếng khoai có độ dày 4 mm) đạt độ ẩm thấp nhất (15,32%) do lát mỏng làm tăng diện tích bề mặt riêng và rút ngắn quãng đường khuếch tán dẫn đến nước thoát nhanh hơn. Tuy nhiên, tốc độ bốc hơi cao của lát mỏng có thể gây co rút mô mạnh, làm suy giảm độ ổn định cấu trúc và ảnh hưởng bất lợi đến trạng thái sản phẩm sau chế biến [18]. CT9 (miếng khoai có độ dày 6 mm) có độ ẩm

trung gian (18,38%) và phù hợp hơn về mặt công nghệ, phản ánh sự cân bằng giữa động học truyền nhiệt và khuếch tán ẩm trong quá trình gia nhiệt, khi đó tốc độ gia nhiệt đủ để nâng nhiệt độ lõi nhưng không quá mạnh để gây mất nước bề mặt quá nhanh. Sự khác biệt này có thể liên quan đến đặc điểm cấu trúc mô của khoai lang tím, trong đó sự phân bố tinh bột và pectin trong thành tế bào ảnh hưởng đến khả năng truyền nhiệt và khuếch tán ẩm theo độ dày lát cắt [19].

Độ dày lát cắt cũng ảnh hưởng đáng kể đến hàm lượng anthocyanin. CT9 và CT10 có hàm lượng anthocyanin tương đương nhau (3,54–3,56 mg/100 g), không khác biệt thống kê ($P > 0,05$). Trong khi đó, CT8 chỉ đạt 1,47 mg/100 g, thấp hơn khoảng một nửa so với hai công thức còn lại. Lát mỏng có tỷ lệ diện tích bề mặt trên thể tích lớn, khiến anthocyanin tiếp xúc với nhiệt và oxy nhiều hơn, dẫn đến phân hủy sắc tố mạnh hơn. Đồng thời, nhiệt truyền sâu vào lõi nhanh ở lát mỏng làm tế bào dễ phá vỡ, thúc đẩy thất thoát anthocyanin. Cơ chế này phù hợp về sự suy giảm anthocyanin dưới dạng tác động của xử lý nhiệt trong thực phẩm [14]. Sự truyền nhiệt nhanh và sâu vào toàn bộ lát

mỏng có thể làm gia tăng mức độ phá vỡ cấu trúc tế bào, thúc đẩy quá trình chuyển hóa anthocyanin sang các dạng kém màu hơn trong quá trình gia nhiệt, dẫn đến suy giảm hàm lượng sắc tố. Xu hướng này cũng được ghi nhận trên nghiên cứu khoai

lang tím sấy thăng hoa, cho thấy anthocyanin là hợp chất nhạy cảm với điều kiện nhiệt và chế biến, dễ bị suy giảm khi cường độ truyền nhiệt tăng cao [20].

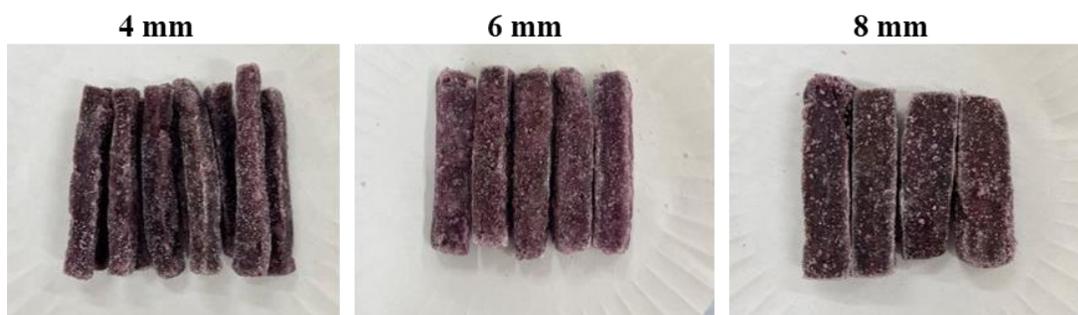
Bảng 6. Ảnh hưởng của độ dày miếng khoai đến chất lượng cảm quan của mứt khoai lang tím

Công thức	Màu sắc	Mùi	Vị	Trạng thái	Điểm HSTL	Xếp loại
CT8 (4mm)	4,57 ^a	4,28 ^a	4,28 ^a	4,42 ^a	17,55	Khá
CT 9 (6mm)	4,85 ^a	4,57 ^a	4,71 ^a	4,57 ^a	18,7	Tốt
CT10 (8mm)	4,00 ^b	3,71 ^b	3,00 ^b	3,57 ^b	14,28	Trung bình

Trong cùng một cột, các chữ cái khác nhau (a-b) biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha = 0,05$ trong phân tích ANOVA một yếu tố theo phép kiểm định Tukey một chiều.

Bảng 6 cho thấy, độ dày miếng khoai lang tím ảnh hưởng rõ rệt đến chất lượng cảm quan của sản phẩm. CT9 (miếng khoai có độ dày 6 mm) đạt điểm cảm quan cao nhất và được xếp loại tốt nhờ màu sắc đậm, vị hài hòa và cấu trúc mềm nhưng có độ dai, và ổn định. CT8 (miếng khoai có độ dày 4 mm) chỉ được xếp loại khá do lát quá mỏng, dễ gãy nát và không giữ được độ đàn hồi đặc trưng của sản phẩm mứt miếng. CT10 (miếng khoai có độ dày 8 mm) có tổng điểm thấp nhất (14,25 điểm), xếp loại trung bình, chủ yếu do miếng khoai dày tạo cảm giác “nặng vị” và trạng thái kém đồng đều hơn. Xu hướng này phù hợp với nghiên cứu của Zhang & cs. (2014) cho thấy độ dày lát cắt ảnh hưởng rõ rệt tới hiệu quả sấy, khả năng giữ màu sắc và hàm lượng anthocyanin trong khoai lang tím và các

loại trái cây có màu [21], nghiên cứu của Jing & cs. (2010) đã sử dụng lát cắt khoai lang 5 mm để nghiên cứu về tác động của phương pháp sấy đến chất chống oxy hóa và hợp chất màu của khoai lang [22]. Tổng hợp kết quả hóa lý và cảm quan trong nghiên cứu này cho thấy độ dày 6 mm là phù hợp nhất, giúp sản phẩm đạt độ ẩm cân đối, hạn chế thất thoát anthocyanin và được người đánh giá cảm quan yêu thích nhất. Nhận định này phù hợp với tổng quan của Mu & cs. (2019), theo đó các sản phẩm snack từ khoai lang độ dày lát cắt trung bình giúp cân bằng quá trình truyền nhiệt, thoát ẩm và ổn định cấu trúc giúp cải thiện cảm quan [23]. Vì vậy, miếng khoai có độ dày 6 mm được lựa chọn cho các thí nghiệm tiếp theo nhằm xác định điều kiện chế biến thích hợp.



Hình 1. Hình ảnh mứt khoai lang tím ở các độ dày khác nhau

3.4. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu/đường khi ngâm đến chất lượng mứt khoai lang tím

Hàm lượng đường là yếu tố quan trọng trong sản xuất mứt khoai lang tím, ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng cảm quan và khả năng bảo quản. Quá trình ngâm đường giúp tạo độ ngọt, tăng hàm lượng chất khô và hình thành hương vị

đặc trưng của sản phẩm. Do đó, cần khảo sát hàm lượng đường bổ sung trong quá trình ngâm để xác định mức thích hợp. Kết quả các chỉ tiêu hóa lý và cảm quan của mẫu mứt khoai lang tím được trình bày ở Bảng 7 và Bảng 8.

Bảng 7. Ảnh hưởng của tỷ lệ đường ngâm đến một số chỉ tiêu hóa lý của mứt khoai lang tím

Công thức	Độ ẩm (%)	Hàm lượng anthocyanin (mg/100g)
CT11 (1:0,4)	15,86 ± 0,03 ^a	3,48 ± 0,02 ^c
CT12 (1:0,6)	15,39 ± 0,03 ^b	3,53 ± 0,03 ^b
CT13 (1:1)	14,6 ± 0,04 ^c	3,55 ± 0,01 ^a

Trong cùng một cột, các chữ cái khác nhau (a-c) biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha = 0,05$ trong phân tích ANOVA một yếu tố theo phép kiểm định Tukey một chiều.

Kết quả ở Bảng 7 cho thấy, tỷ lệ nguyên liệu/đường khi ngâm ảnh hưởng rõ rệt đến độ ẩm của sản phẩm mứt khoai lang tím. CT11 (tỷ lệ nguyên liệu/đường khi ngâm là 1/0,4) có độ ẩm cao nhất (15,86%), khác biệt có ý nghĩa so với CT12 (tỷ lệ nguyên liệu/đường khi ngâm là 1/0,6) và CT13 (tỷ lệ nguyên liệu/đường khi ngâm là 1/1) ($P \leq 0,05$). Khi tăng tỷ lệ nguyên liệu/đường khi ngâm lên mức 1/1, áp suất thẩm thấu bên ngoài tăng mạnh, thúc đẩy nước khuếch tán ra khỏi mô khoai lang nhiều hơn, dẫn đến độ ẩm thấp nhất (14,60%). Điều này có thể là do khi nồng độ đường tăng cao, sự chênh lệch giữa môi trường ngâm và mô khoai lớn hơn làm nước thoát ra nhiều hơn trong quá trình ngâm và gia nhiệt [5]. Ngược lại, ở tỷ lệ nguyên liệu/đường khi ngâm thấp hơn, một phần đường thẩm thấu vào mô tạo liên kết hydro với nước, giúp lát khoai giữ ẩm tốt hơn. Theo nghiên cứu của Falade & cs. (2007) cũng cho rằng với các nguyên liệu có cấu trúc đặc như khoai lang, mức đường trung bình thường giúp hạn chế mất nước và giữ cấu trúc tốt hơn [24].

Tỷ lệ nguyên liệu/đường khi ngâm cũng ảnh hưởng đến hàm lượng anthocyanin. CT13 (tỷ lệ nguyên liệu/đường khi ngâm là 1/1) đạt hàm lượng anthocyanin cao nhất (3,55 mg/100 g), khác biệt có ý nghĩa so với CT12 và CT11. Hàm lượng anthocyanin thấp nhất ghi nhận ở CT11 (3,48 mg/100 g). Ngoài ra, nồng độ đường cao còn làm giảm hoạt độ nước dẫn đến việc hạn chế các phản ứng phân hủy anthocyanin như oxy hóa, thủy phân và mở vòng pyrilium, từ đó làm chậm quá trình suy giảm hàm lượng sắc tố [25]. Anthocyanin là hợp chất nhạy cảm với nhiệt, oxy, việc giảm lượng nước tự do trong sản phẩm có thể góp phần giúp sắc tố bền hơn trong quá trình chế biến [26]. Bên cạnh đó, theo Mentari & cs. (2023) cho rằng các sản phẩm kẹo từ khoai lang tím, việc kiểm soát hàm lượng chất tan và nước tự do đóng vai trò quan trọng trong việc duy trì ổn định màu [27]. Đồng thời, yếu tố này cũng góp phần bảo toàn hoạt tính chống oxy hóa của anthocyanin. Vì vậy, tỷ lệ đường cao có thể tạo môi trường có thể nước thấp, hạn chế sự hòa tan và thất thoát anthocyanin trong quá trình gia nhiệt.

Bảng 8. Ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu/ đường khi ngâm đến chất lượng cảm quan của mứt khoai lang tím

Công thức	Màu sắc	Mùi	Vị	Trạng thái	Điểm HSTL	Xếp loại
CT11 (1: 0,4)	4,42 ^a	4,14 ^a	4,42 ^a	4,28 ^a	17,26	Khá
CT12 (1: 0,6)	4,57 ^a	4,57 ^a	4,57 ^a	4,37 ^a	18,08	Tốt
CT13 (1: 1)	3,71 ^b	3,71 ^b	3,42 ^b	3,57 ^b	14,41	Trung bình

Trong cùng một cột, các chữ cái khác nhau (a-b) biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha = 0,05$ trong phân tích ANOVA một yếu tố theo phép kiểm định Tukey một chiều.

Kết quả ở Bảng 8 cho thấy, tỷ lệ nguyên liệu/đường khi ngâm ảnh hưởng rõ rệt đến chất lượng cảm quan của mứt khoai lang tím. CT12 (tỷ lệ nguyên liệu/đường khi ngâm là 1/0,6) được đánh giá cao nhất nhờ màu sắc hấp dẫn, mùi thơm rõ, vị ngọt hài hòa và cấu trúc mềm dai, phù hợp với thị hiếu cảm quan. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Kaur & cs. (2022) trên mứt và kẹo củ dền, trong đó tỷ lệ đường trung bình giúp sản phẩm đạt màu sắc ổn định, vị ngọt hài hòa và cấu trúc mềm dẻo [28]. Ở CT11 (tỷ lệ nguyên liệu/đường khi ngâm là 1/0,4), lượng đường thấp khiến sản phẩm có màu tối hơn, mùi chưa rõ và vị ngọt chưa đạt. Ngược lại, CT13 (tỷ lệ nguyên liệu/đường khi ngâm là 1/1) cho sản phẩm quá ngọt và bề mặt hơi cứng do đường kết tinh, dẫn đến tổng điểm cảm quan thấp nhất. Theo Yadav và Singh (2014), việc sử dụng dung dịch đường quá đậm đặc có thể làm mô nguyên liệu bị co rút và ảnh hưởng xấu đến cấu trúc sản phẩm [5]. Điều này

giải thích vì sao tỷ lệ đường quá cao không mang lại chất lượng cảm quan tốt. Đồng thời, nghiên cứu của Espinosa-Martínez & cs. (2025) trên kẹo khoai lang cũng cho thấy việc tối ưu hóa công thức, đặc biệt là tỷ lệ chất tan, giúp cải thiện cấu trúc, màu sắc, cảm quan [29]. Xu hướng này khác với một số nghiên cứu trên các loại mứt khác; đặc biệt, đối với mứt củ bưởi người ta thường sử dụng tỷ lệ đường/ củ bưởi là (1:2) do củ bưởi chứa nhiều lớp albedo xốp và có vị đắng cần khử, nên cần lượng đường lớn hơn để thẩm thấu và cân bằng vị. Các tổng quan và nghiên cứu kỹ thuật về chế biến củ bưởi và candying cho thấy việc chọn tỷ lệ syrup/vỏ bưởi và thời gian ngâm là yếu tố then chốt để khử đắng, tăng độ ngọt và giữ cấu trúc sản phẩm [30]. Đối với khoai lang tím, cấu trúc các thành phần đặc hơn, nên tỷ lệ đường sử dụng thấp hơn, trong đó công thức sử dụng tỷ lệ nguyên liệu/đường khi ngâm là 1/0,6 cho chất lượng cảm quan tốt nhất.

**Hình 2.** Hình ảnh mứt khoai lang tím ở các tỷ lệ nguyên liệu/đường khác nhau

V. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xác định được các yếu tố công nghệ ảnh hưởng đến hàm lượng anthocyanin và chất lượng cảm quan của mứt miếng khoai lang tím. Kết quả cho thấy dung dịch NaCl là tác nhân xử lý sơ chế thích hợp, trong đó nồng độ NaCl 0,5% giúp ổn định màu sắc, hạn chế thất thoát anthocyanin và cải thiện chất lượng cảm quan của sản phẩm. Độ dày miếng

khoai 6 mm và tỷ lệ nguyên liệu/đường khi ngâm 1/0,6 được xác định là các điều kiện tối ưu, góp phần tạo cấu trúc sản phẩm ổn định và duy trì hàm lượng anthocyanin cao. Các kết quả này có ý nghĩa thực tiễn trong việc định hướng sản xuất sản phẩm từ khoai lang tím theo hướng giàu anthocyanin tổng số.

Tài liệu tham khảo

1. Khoo HE, Azlan A, Tang ST, Lim SM. Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutr Res.* 2017 Aug 13;61(1):1361779. doi:10.1080/16546628.2017.1361779.
2. He J, Giusti MM. Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties. *Annu Rev Food Sci Technol.* 2010;1:163-87. doi: 10.1146/annurev.food.080708.100754.
3. Sadilova E, Carle R, Stintzing FC. Thermal degradation of anthocyanins and its impact on color and in vitro antioxidant capacity. *Mol Nutr Food Res.* 2007 Dec;51(12):1461-71. doi: 10.1002/mnfr.200700179.
4. Nguyễn Thy Đan Huyền, Trần Bảo Khánh, Hoàng Thị Cẩm Nhung, Dương Gia Tuệ, Nguyễn Thị Cẩm Vân, Hoàng Thị Thùy Dương. Ảnh hưởng của nồng độ CaCl₂, nhiệt độ sấy và thời gian sấy đến chất lượng bột ổi sấy lạnh. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp, Trường Đại học Nông Lâm Huế.* 2022:3253–63.
5. Yadav AK, Singh SV. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. *J Food Sci Technol.* 2012 Feb 22;51(9):1654–73. doi: 10.1007/s13197-012-0659-2
6. Korese JK, Achaglinkame MA. Convective drying of Gardenia erubescens fruits: Effect of pretreatment, slice thickness and drying air temperature on drying kinetics and product quality. *Heliyon.* 2024;10(4).
7. Cục Tiêu chuẩn Đo lường và Chất lượng Việt Nam. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3215:1979 về sản phẩm thực phẩm - phân tích cảm quan - phương pháp cho điểm ban hành bởi Ủy ban Khoa học và Kỹ thuật Nhà nước (năm 1979) [Internet]. Caselaw.vn. 2015. Có sẵn tại: <https://caselaw.vn/van-ban-phap-luat/260805-tieu-chuan-viet-nam-tcvn-3215-1979-ve-san-pham-thuc-pham-phan-tich-cam-quan-phuong-phap-cho-diem-ban-hanh-boi-uy-ban-khoa-hoc-va-ky-thuat-nha-nuoc-nam-1979-tinh-trang-hieu-luc-khong-xac-dinh>
8. Cục Tiêu chuẩn đo lường và chất lượng Việt Nam. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11028:2015 về Đồ uống - Xác định tổng hàm lượng chất tạo màu anthocyanin dạng monome - Phương pháp pH vi sai (năm 2015) [Internet]. Caselaw.vn. Có sẵn tại: <https://caselaw.vn/van-ban-phap-luat/249131-tieu-chuan-quooc-gia-tcvn-11028-2015-ve-do-uong-xac-dinh-tong-ham-luong-chat-tao-mau-anthocyanin-dang-monome-phuong-phap-ph-vi-sai-nam-2015>
9. Cui J, Liu D, Zhang Y, Ma M, Shang M, Zhao C, et al. Structural characteristics and gelling properties of citrus pectins after chemical and enzymatic modifications: Conformation plays a vital role in Ca²⁺-induced gelation. *Food Chem.* 2024 Nov 30;459:140370. doi: 10.1016/j.foodchem.2024.
10. Rodríguez-Ramírez J, Barragán-Iglesias J, Ramírez-Palma AJ, Méndez-Lagunas LL. Effect of calcium and osmotic pretreatments on mass transfer and texture parameters during processing of chilacayote (*Cucurbita ficifolia* Bouché). *Journal of Food Processing and Preservation.* 2023 Mar 29;2023(1):3873662. doi: <https://doi.org/10.1155/2023/3873662>.
11. Udomkun P, Mahayothee B, Nagle M, Müller J. Effects of calcium chloride and calcium lactate applications with osmotic pretreatment on physicochemical aspects and consumer acceptances of dried papaya. *International Journal of Food Science and Technology.* 2014 Apr 1;49(4):1122–31. doi: 10.1111/ijfs.12408.
12. Oancea S. A review of the current knowledge of thermal stability of anthocyanins and

- approaches to their stabilization to heat. *Antioxidants* (Basel). 2021 Aug 24;10(9):1337. doi: 10.3390/antiox10091337.
13. Li A, Xiao R, He S, An X, He Y, Wang C, et al. Research advances of purple sweet potato anthocyanins: Extraction, identification, stability, bioactivity, application, and biotransformation. *Molecules*. 2019 Oct 23;24(21):3816. doi: 10.3390/molecules24213816.
 14. Patras A, Brunton NP, O'Donnell C, Tiwari BK. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. *Trends in Food Science and Technology*. 2010 Jan;21(1):3–11. doi: 10.1016/j.tifs.2009.07.004.
 15. Barrett DM, Beaulieu JC, Shewfelt R. Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2010 May;50(5):369–89. doi: 10.1080/10408391003626322.
 16. Ampek Tumuhimbise G, Orishaba J, Atukwase A, Namutebi A. Effect of salt on the sensory and keeping quality of orange fleshed sweetpotato crisps. *Food and Nutrition Sciences*. 2013; 4(4), 454–60. doi: 10.4236/fns.2013.44058.
 17. Sun T, Wang N, Wang C, Ren J. Effect of hot air temperature and slice thickness on the drying kinetics and quality of Hami melon (Cantaloupe) slices. *Sci Rep*. 2024 Dec 2;14(1):29855. doi: 10.1038/s41598-024-81053-2
 18. Fellows PJ. *Food processing technology: principles and practice*: Woodhead Publishing; 2022. doi:10.1016/C2019-0-04416-0.
 19. Rahman MS. *Food Properties Handbook*: CRC Press; 2009. doi: 10.1201/9781420003093.
 20. Trương Thị Minh Hạnh và Lê Việt Triển. Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến sự thay đổi hàm lượng anthocyanin của khoai lang tím trong quá trình sấy thăng hoa. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ các Trường Đại học Kỹ Thuật*. 2009;71:79-85.
 21. Zhang L, Wang B, Zhang L, editors. *Optimization of hot air drying of purple sweet potato using response surface methodology*. 2014 International Conference on Mechatronics, Electronic, Industrial and Control Engineering (MEIC-14); 2014: Atlantis Press. doi: 10.2991/meic-14.2014.161.
 22. Jing Y. Effects of drying processes on the antioxidant properties in sweet potatoes. *Agricultural Sciences in China*. 2010 Oct;9(10):1522–9. doi: 10.1016/S1671-2927(09)60246-7.
 23. Mu T-H, Sun H-N, Ma M-M. *Sweet potato snack foods*. Sweet potato: Elsevier; 2019. p. 303–24.
 24. Falade K, Igbeka J. Osmotic dehydration of tropical fruits and vegetables. *Food Reviews International*. 2007 Sep 28;23(4):373–405. doi: 10.1080/87559120701593814.
 25. Cavalcanti RN, Santos DT, Meireles MAA. Non-thermal stabilization mechanisms of anthocyanins in model and food systems-An overview. *Food Research International*. 2011 Mar 1;44(2):499–509. doi:10.1016/j.foodres.2010.12.007.
 26. Pojer E, Mattivi F, Johnson D, Stockley CS. The case for anthocyanin consumption to promote human health: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2013 Sep 10;12(5):483–508. doi: 10.1111/1541-4337.12024
 27. Gunarti NS, Wahyuningsih ES, Warsito AMaP, Ariyanti DK, Dinanti D, Mangunsong DT, editors. *Formulation and antioxidant activity of purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) Extract in jelly candy*. 5th Borobudur International Symposium on Humanities and Social Science 2023; 2024: Atlantis Press.
 28. Kaur S, Kaur N, Aggarwal P, Grover K. Sensory attributes, bioactive compounds, antioxidant activity and color values of jam and candy developed from Beetroot (*Beta vulgaris* L.). *J Appl Nat Sci*. 2022 Jun 18;14(2):459. doi: 10.31018/jans.v14i2.3407.
 29. Espinosa-Martínez DdJ, Aparicio-Fernández X, Ramírez-López C, Hernández-Carranza P, Ruiz-López II, Ochoa-Velasco CE. Application of functional edible films with antioxidant, probiotic, and antimicrobial properties on Mexican sweet potato candy. *International Journal of Food Science and Technology*. 2025 Jan 8;60(1):vvae083. doi:10.1093/ijfood/vvae083.
 30. Xiao L, Ye F, Zhou Y, Zhao G. Utilization of pomelo peels to manufacture value-added products: A review. *Food Chem*. 2021 Jul 30;351:129247. doi:10.1016/j.foodchem.2021.129247.