



DOI:10.22144/ctujos.2024.444

ẢNH HƯỞNG CỦA QUÁ TRÌNH CHẾ BIẾN ĐẾN CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM MĂNG CÀU MUỐI ỚT SẤY DEO

Tống Thị Ánh Ngọc*, Đặng Thị Thu Tâm, Lý Thanh Trúc và Lê Minh Uyên

Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): ttangoc@ctu.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 02/04/2024

Sửa bài (Revised): 15/05/2024

Duyệt đăng (Accepted): 23/07/2024

Title: Impact of production process on the quality of soft dried red chilli salt

Author(s): Tong Thi Anh Ngoc*, Dang Thi Thu Tam, Ly Thanh Truc and Le Minh Uyen

Affiliation(s): Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University

TÓM TẮT

Mãng cầu xiêm (*Annona muricata* L.) có nhiều giá trị dinh dưỡng tốt cho sức khỏe cũng như hương vị thơm đặc trưng nên được nhiều người ưa chuộng. Việc tận dụng nguồn nguyên liệu măng cầu xiêm dồi dào trong chế biến sản phẩm măng cầu sấy dẻo góp phần nâng cao giá trị và đa dạng hóa sản phẩm từ măng cầu xiêm. Trong nghiên cứu này, quá trình chần, thấm thấu và sấy sẽ được khảo sát. Kết quả cho thấy măng cầu chần (hấp) trong 2 phút thì vô hoạt enzyme peroxidase và vitamin C duy trì cao (112,79 mg%). Thêm vào đó, quá trình ngâm măng cầu trong dung dịch 50% đường, 2 giờ thì đạt hiệu quả về tách nước và yêu cầu về chất lượng. Tiếp theo, măng cầu được phối trộn với tỷ lệ muối (1%) và bột ớt (0,1%) và được sấy ở 60°C trong 5,5 giờ cho sản phẩm đạt giá trị cảm quan và dinh dưỡng phù hợp. Cụ thể, sản phẩm có độ hoạt động nước (a_w) $0,67\pm 0,04$, độ ẩm $19,26\pm 0,97\%$, vitamin C $20,86\pm 1,02$ mg% và mức độ ưa thích $6,80\pm 1,16$ điểm (trên 9 điểm).

Từ khóa: Chần, chất lượng, măng cầu xiêm, sấy dẻo, thấm thấu

ABSTRACT

Soursop (*Annona muricata* L.) has become one of the favourite kinds of fruits for human beings due to its nutrition and specific flavour. Utilizing profuse raw material sources of soursop in the process of dried soursop contributes to enhancing value and diversifying soursop-derived products. In this study, various treatment conditions for producing dried soursop were explored, including blanching, immersion time, sugar concentration, and drying temperature. The results revealed that steam blanching for 2 minutes effectively inactivated peroxidase while maintaining a high vitamin C content of 112.79 mg% (dry matter) in soursop. Additionally, high water loss and good characteristics gave the best results when samples were immersed in a sugar solution of 50% for 2 hours. Subsequently, soursop was mixed with salt and chilli powder at constant concentrations, 1 and 0.1%, respectively, and then dried with hot air at 60°C for 5.5 hours to get high quality. A final product had water activity (a_w) of 0.67 ± 0.04 , moisture content of $19.26\pm 0.97\%$, vitamin C of 20.86 ± 1.02 mg%, and a favorable taste score of 6.80 ± 1.16 out of 9.

Keywords: Blanching, quality, soursop, drying, immersion time

1. GIỚI THIỆU

Mãng cầu xiêm (*Annona muricata* L.), còn gọi là măng cầu gai, na xiêm, na gai, có chiều cao từ 3 – 10 m, lá hình bầu dục và chồi mọc ở nách lá với kích thước tối đa rộng 6 cm và dài 12 cm. Quả măng cầu xiêm khi thuần thực có thể dài đến 30 cm và nặng lên đến 5 kg. Hình dạng chung của loại quả này là hình bầu dục, hình nón hoặc hình tim không đều, vỏ màu xanh đậm và được nhiều người ưa chuộng bởi hương vị thơm ngon và giàu dưỡng chất (Paull, 1998; Jiménez-Zurita et al., 2017). Mãng cầu xiêm cũng được trồng ở một số nơi thuộc vùng Đông Nam Á và một số đảo ở Thái Bình Dương (Badrie & Schauss, 2010), cụ thể tổng sản lượng măng cầu xiêm ở Malaysia là 1470,4 triệu tấn và Nayarit là 21860,02 tấn mỗi năm. Ở Việt Nam, măng cầu xiêm được trồng phổ biến tại các tỉnh Tiền Giang, Hậu Giang, Cần Thơ với sản lượng trung bình là từ 15 – 17 tấn/hecta (Vu et al., 2023).

Mãng cầu xiêm có thịt quả màu trắng, vỏ có gai mềm màu xanh, thịt mềm, mọng nước, bao xung quanh hạt (khoảng 200 hạt/quả), dễ tách ra thành từng phần nhỏ và vị chua ngọt thích hợp để chế biến thành nhiều sản phẩm (Janick & Paull, 2008; Osada & Uesugi, 2008). Mãng cầu có mùi vị hài hoà và tỉ lệ thịt quả cao (lên đến 85,5%) nên đây là nguyên liệu tiềm năng để chế biến các sản phẩm như nước giải khát, puree, nước ép, mứt, thạch, kẹo, kem,... (El et al., 2007). Theo báo cáo của Jiménez-Zurita et al. (2016), măng cầu (ở Nayarit, Mexico) có tổng hàm lượng chất khô hoà tan là 10,9%, pH 3,6 và 0,7% acid. Ngoài ra, măng cầu có 80,71% ẩm, 1,03% protein, 0,77% chất béo, 74,06% đường tổng số và 3,32% tro, tính trên 100 g phần ăn được (theo căn bản khô) (Moreno-Hernández et al., 2014).

Bên cạnh đó, măng cầu xiêm chứa khoảng 44 ester, 25 terpene, 10 alcohol, 9 aldehyde và ketone, 7 hợp chất mùi, 5 hydrocarbon, 3 acid, 3 lactone và 8 loại hợp chất khác (Rajeswari et al., 2012). Trong 100 g măng cầu tươi có chứa ít nhất 7 loại vitamin (B1-B6, C) và 6 loại khoáng chất (Ca, Mg, P, K, Na, Zn). Ngoài ra, măng cầu còn chứa các hợp chất chống oxy hoá như polyphenol, flavonoid, vitamin C với hàm lượng cao (Pareek et al., 2011); góp phần chống viêm và chữa lành vết thương (Jaramillo et al., 2000). Mãng cầu gồm vỏ, rễ, lá, quả và hạt đều được sử dụng và có tác dụng bảo vệ gan và chống lại độc tính của carbon tetrachloride và acetaminophen, đồng thời giảm bilirubin giúp bảo vệ gan (Hajdu & Hohmann, 2012). Ngoài ra, hoạt chất acetogenin trong măng cầu xiêm còn làm giảm và ngăn chặn sự phát triển của tế bào ung thư

(Atawodi, 2011). Lá, quả và hạt của cây măng cầu xiêm được biết đến theo truyền thống để điều trị chứng khó chịu ở dạ dày, tiêu chảy, tiêu đường, sốt và làm thuốc an thần ở các vùng Bắc và Nam Mỹ (Sawant & Dongre, 2014).

Mặc dù măng cầu xiêm có nhiều đặc tính tốt nhưng thời gian sử dụng ngắn do tốc độ hô hấp, lượng ethylen tạo ra cao và sự tấn công của các mầm bệnh khi bảo quản. Mãng cầu xiêm tươi có thời gian bảo quản chỉ vài ngày sau khi chín. Nếu quả quá chín sẽ bị mềm, thâm đen và rất dễ dập nát, không còn tiêu thụ được ở dạng tươi (Alias, 2009). Ngày nay, có nhiều kỹ thuật được thực hiện trong bảo quản cũng như các công nghệ chế biến phát triển giúp sản phẩm có hạn sử dụng được lâu dài và đa dạng hơn (Berumen-Varela et al., 2019; Vu et al., 2023). Báo cáo của Yadav and Singh (2014) đã chỉ ra rằng thẩm thấu tách nước là một trong những phương pháp tốt và hiệu quả nhất góp phần làm tăng thời gian sử dụng của rau quả. Bên cạnh đó, các quá trình tiền xử lý (ví dụ: chần) giúp tăng hiệu quả thẩm thấu trong chế biến rau quả. Thật vậy, quá trình chần là một bước thiết yếu góp phần làm vô hoạt enzyme hoá nâu, phá vỡ và làm mềm cấu trúc, tiêu diệt vi sinh vật, và cải thiện quá trình trao đổi vật chất (Bai et al., 2013). Thêm vào đó, để tăng thời gian sử dụng và bảo quản nông sản thì sấy là một trong những biện pháp phổ biến, hiệu quả cao và được áp dụng nhiều trong sản xuất. Mục đích của quá trình sấy là làm giảm độ ẩm sản phẩm, ngăn chặn quá trình hư hỏng (do vi sinh vật, nấm mốc, oxy hoá, và enzyme) (Lee et al., 2016).

Nghiên cứu của Diep (2022) đã cho ra đời sản phẩm xơ mít sấy có kết hợp muối và ớt (với tỉ lệ cố định là 1,3% và 0,25%). Năm bắt xu hướng trên, qua tìm hiểu cho thấy sản phẩm măng cầu muối ớt sấy dẻo khá là phổ biến và được ưa chuộng trên thị trường, tuy nhiên chưa có nghiên cứu cụ thể và bài bản về quy trình chế biến sản phẩm. Với mong muốn nâng cao giá trị và đa dạng hóa các sản phẩm chế biến từ trái măng cầu xiêm, nghiên cứu ảnh hưởng của quá trình chế biến đến chất lượng sản phẩm măng cầu muối ớt sấy dẻo được thực hiện.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu và hoá chất

– Nguyên liệu

Mãng cầu tươi khoảng 13 tuần tuổi (tính từ khi đậu trái), được mua tại chợ An Khánh, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ. Quả măng cầu nguyên vẹn, không sâu bệnh hoặc hư hỏng, được rửa sạch với nước máy nhằm loại bỏ lượng tạp chất và một

phần vi sinh vật bám bên ngoài nguyên liệu. Tiếp đến, nguyên liệu được gọt vỏ, bỏ cùi, tách hạt, cắt miếng với độ dày 1 cm, theo dạng rẻ quạt (4 cm x 2 cm) với mục đích tạo hình đồng đều và phù hợp cho quá trình chế biến tiếp theo.

– *Hoá chất*

Các hoá chất được sử dụng trong phân tích gồm H₂O₂, HCl, NaOH, phenolphthalein, guaiacol, Na₂SO₄, chì acetate, oxalic acid (Trung Quốc). Thuốc thử 2,6-dichlorophenol indophenol (DIP) (Đức) và dinitro-salicylic acid (DNS) (Ấn Độ). Phụ gia bao gồm đường, muối, bột ớt được sản xuất tại Việt Nam.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Căn cứ vào kết quả nghiên cứu trước đó của Minh (2018) và Nhi và ctv. (2020) về sản phẩm măng cầu sậy lát và sậy dèo, thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với một nhân tố là thời gian chần nguyên liệu (1, 2, 3 phút) với tác nhân truyền nhiệt là hơi nước (100°C). Sau khi xác định được thời gian chần thích hợp, nguyên liệu được ngâm trong dung dịch đường (40, 50, 60%) ở các mốc thời gian khảo sát như 2, 4, 6 giờ. Tỷ lệ nguyên liệu : dịch ngâm cố định là 1 : 0,5 (w/v). Nguyên liệu sau khi chần và ngâm tách nước, được phối trộn gia vị (muối 1% và bột ớt 0,1%, tỉ lệ cố định) trong 15 phút trước khi sấy ở 50, 60, 70°C đến khi đạt độ ẩm sản phẩm ≤20%.

2.3. Phương pháp phân tích

Độ ẩm được xác định bằng phương pháp AOAC 934.06. Định tính hoạt tính tương đối của enzyme peroxidase dựa theo nguyên tắc phản ứng giữa guaiacol và H₂O₂ để tạo thành tetraguaiacol có màu nâu tím (Chon & Thuý, 2006). Định lượng vitamin C trên tính khử của nó đối với thuốc thử 2,6-dichlorophenol indophenol (DIP) theo phương pháp Muri (Sô & Thuận, 1991). Định lượng đường tổng bằng phương pháp acid dinitrosalicylic (DNSA)

(TCVN 4594:1988). Tổng chất khô hòa tan (TSS) được đo bằng Brix kế cầm tay (Atago, Nhật Bản). Độ hoạt động của nước (a_w) đo trực tiếp %RH của sản phẩm trong môi trường vi khí quyển bằng thiết bị chuyên dụng (AQUALAB-TDL, Mỹ). Màu sắc được xác định bằng máy đo màu Colorimeter (FRU, Trung Quốc) với hệ màu Lab. Độ giảm ẩm, độ giảm vitamin C và độ tăng đường sau quá trình thẩm thấu được tính toán tỷ lệ so với nguyên liệu ban đầu trước khi ngâm.

Số liệu được thu thập và xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 365 và Statgraphics Centurion XIX. Kết quả được trình bày là giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn và sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức dựa vào phương pháp phân tích ANOVA theo kiểm định LSD ở mức ý nghĩa 5%.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của quá trình chần đến hoạt tính của enzyme peroxidase, tổng chất khô hòa tan (TSS) và vitamin C trong măng cầu xiêm

3.1.1. Hoạt tính enzyme peroxidase

Enzyme peroxidase là nhóm enzyme oxy hoá sử dụng hydrogen peroxide (H₂O₂) như một chất chỉ thị cho quá trình oxy hoá monophenols, diphenols, polyphenols, aminophenols, và các chất khác (Chandrasekaran, 2015). Bảng 1 và Hình 1 cho thấy mức độ vô hoạt enzyme peroxidase ở các mốc thời gian chần nguyên liệu có sự khác biệt rõ rệt. Cụ thể, hoạt tính enzyme hoá nâu vẫn còn khi chần trong 1 phút, trong khi đó enzyme peroxidase trong nguyên liệu bị vô hoạt hoàn toàn sau khi chần 2 phút trở đi. Nghiên cứu khác cũng đã chỉ ra rằng hoạt động của enzyme peroxidase trong khóm bị ức chế đáng kể khi được chần ở 90°C trong 2 phút (Brito et al., 2007). Tương tự, Minh (2018) cũng báo cáo rằng khi chần măng cầu ở 90°C trong 2 phút đã ngăn chặn hiệu quả sự hoá nâu trên nguyên liệu.

Bảng 1. Mức độ vô hoạt enzyme peroxydase ở các mức thời gian chần

Thời gian chần (phút)	Mức độ vô hoạt enzyme peroxidase	Đặc điểm màu sắc của miếng măng cầu sau chần và thử với thuốc thử
0	-	Màu nâu đậm trên toàn bộ bề mặt
1	-	Màu nâu đậm trên một phần bề mặt
2	+	Màu nâu không xuất hiện trên bề mặt
3	+	Màu nâu không xuất hiện trên bề mặt

-: enzyme peroxidase chưa bị vô hoạt

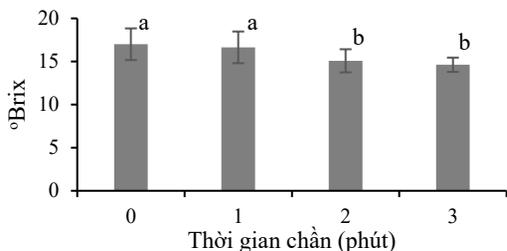
+: enzyme peroxidase bị vô hoạt hoàn toàn



Hình 1. Hoạt tính enzyme peroxidase trên mẫu khi thử với H₂O₂ và guaiacol 1%

3.1.2. Tổng chất khô hòa tan (TSS)

Chất khô hòa tan trong măng cầu giảm có ý nghĩa ($p < 0,05$) khi chần trong 2 phút (Hình 2). Điều này có thể là kết quả của tổn thất chất khô cao hơn khi kéo dài quá trình chần hơn 2 phút (Adetoro et al., 2021).



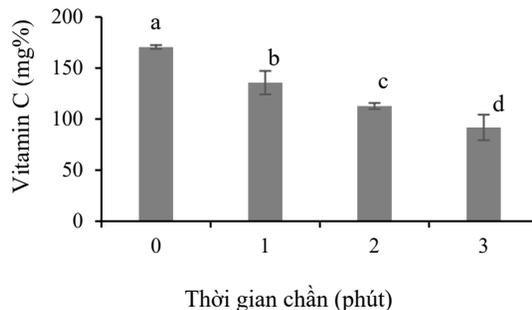
Hình 2. Sự thay đổi chất khô hòa tan tổng số của măng cầu sau chần

Kết quả được trình bày là giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn; Các chữ cái a, b, c, ... khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức thời gian, với độ tin cậy 95%

3.1.3. Vitamin C

Tương tự như chất khô hòa tan tổng số, hàm lượng vitamin C trong nguyên liệu giảm dần khi kéo dài thời gian chần (Hình 3). Thời gian chần càng dài thì lượng vitamin C hao hụt càng cao, giảm có ý nghĩa ($p < 0,05$) ở các mốc thời gian chần khác nhau. Măng cầu sau khi chần 3 phút giảm gần 80 mg% vitamin C so với nguyên liệu. Nhiều nghiên cứu cho thấy vitamin C nhạy cảm với nhiệt, có thể dễ dàng bị phá hủy khi chế biến nhiệt, do đó thời gian chần càng lâu thì hàm lượng vitamin C tồn thất càng nhiều (Davey et al., 2000).

Mặc dù, hàm lượng Vitamin C giảm trong quá trình chần nhưng enzyme hoá nâu bị vô hoạt cũng như hàm lượng chất khô ít tồn thất khi chần trong thời gian 2 phút, nên được đề nghị cho các bước xử lý tiếp theo.



Hình 3. Thay đổi hàm lượng vitamin C (mg%, căn bản khô) theo thời gian chần

Kết quả được trình bày là giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn; Các chữ cái a, b, c, ... khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức thời gian, với độ tin cậy 95%

3.2. Ảnh hưởng của nồng độ đường và thời gian ngâm thẩm thấu đến độ ẩm, hàm lượng đường, và vitamin C của măng cầu xiêm

3.2.1. Độ ẩm

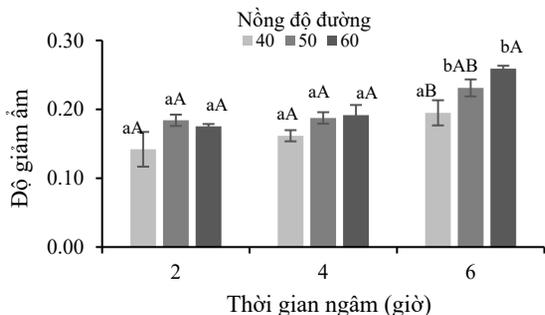
Khi ngâm thực phẩm trong dung dịch thẩm thấu, nước di chuyển từ nơi có nồng độ chất tan thấp đến nơi có nồng độ cao hơn qua màng bán thấm, dẫn đến trạng thái cân bằng giữa bên trong và ngoài màng (Tiwari, 2005). Độ ẩm của nguyên liệu măng cầu giảm ý nghĩa theo thời gian ngâm ($p < 0,05$). Cụ thể, độ ẩm nguyên liệu là 85,68% sau khi ngâm trong dung dịch đường 40% ở 2 giờ giảm xuống $73,44 \pm 1,09\%$ và 4 giờ giảm xuống $70,37 \pm 0,32$ ($p < 0,05$). Bên cạnh đó, khi thay đổi nồng độ dung dịch ngâm cũng ảnh hưởng đến sự giảm ẩm của măng cầu ($p < 0,05$). Hàm lượng nước tách ra trong quá trình thẩm thấu càng nhiều khi tăng cao nồng độ dung dịch thẩm thấu, cũng được tìm thấy khi tách nước hạt lựu trong nồng độ dịch đường $60\% > 50\% > 40\%$ (Mundada et al., 2011).

Bảng 2. Thay đổi hàm lượng ẩm nguyên liệu theo thời gian và nồng độ dung dịch ngâm

Thời gian ngâm (giờ)	Nồng độ đường ngâm (%)		
	40	50	60
2	73,44±1,09 ^{aA*}	69,43±0,12 ^{aB}	70,18±0,31 ^{aB}
4	70,37±0,32 ^{bA}	69,14±0,63 ^{aA}	68,78±0,67 ^{aA}
6	69,21±0,07 ^{bA}	66,11±0,38 ^{bAB}	63,83±1,67 ^{bb}

*Kết quả trung bình ± độ lệch chuẩn của 2 lần lặp lại; Các chữ cái a, b, c,... khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thử thời gian ở cùng nồng độ, với độ tin cậy 95%.

Các chữ cái A, B, C,... khác nhau trong cùng một dòng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thử nồng độ ở cùng mốc thời gian, với độ tin cậy 95%.



Kết quả được trình bày là giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn; Các chữ cái a, b, c,... khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thử thời gian ở cùng nồng độ, với độ tin cậy 95%

Các chữ cái A, B, C,... khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thử nồng độ ở cùng mốc thời gian, với độ tin cậy 95%

Hình 4. Mức độ giảm ẩm trong nguyên liệu theo thời gian và nồng độ dung dịch ngâm

Hình 4 thể hiện mức độ giảm ẩm của măng cầu ở các mức độ khảo sát. Kết quả cho thấy, khi ngâm ở nồng độ dung dịch 40% mức độ giảm ẩm không có khác biệt theo thời gian ngâm ($p > 0,05$). Khi ngâm mẫu ở nồng độ dung dịch 60% có sự khác biệt rõ rệt về độ giảm ẩm sau 6 giờ ($p < 0,05$). Có sự tương đồng kết quả giữa nghiên cứu này và nghiên cứu của Falade et al. (2007), cho thấy dưa hấu ngâm trong dung dịch đường 60% bị mất nước cao hơn so với khi ngâm ở 40% đường. Độ giảm ẩm khi ngâm ở nồng độ dung dịch 40%, 6 giờ sẽ bằng với ngâm ở nồng độ dung dịch 50%, 2 giờ hoặc ở nồng độ dung dịch 60%, 4 giờ. Vậy khi tách nước sơ bộ trái cây sẽ phụ thuộc vào nồng độ dung dịch ngâm và thời gian ngâm; nồng độ cao thì thời gian ngâm ngắn và ngược lại. Mặc dù, kéo dài thời gian ngâm thì tốc độ tách nước tăng nhưng tốc độ sẽ giảm khi càng kéo dài thời gian ngâm, quá trình truyền vật chất và tách nước tốt nhất trong vòng 2 giờ đầu của quá trình

ngâm (Chavan & Amarowicz, 2012) và giảm chậm sau 3 giờ ngâm (Prithani & Dash, 2020; González-Pérez et al., 2021).

3.2.2. Hàm lượng đường tổng

Kết quả khảo sát hàm lượng đường tổng trong nguyên liệu có xu hướng tăng theo nồng độ dung dịch và thời gian ngâm thâm thấu (Bảng 3). Lượng đường trong nguyên liệu tăng đáng kể theo thời gian khảo sát giữa 2 giờ và 6 giờ ở các dung dịch đường ngâm khác nhau ($p < 0,05$) nhưng không có sự tăng ý nghĩa của mẫu ngâm giữa 4 giờ và 6 giờ ($p > 0,05$). Tương tự, lượng đường trong nguyên liệu tăng đáng kể theo nồng độ dung dịch ngâm giữa 40% và 60% ở các thời gian ngâm khác nhau ($p < 0,05$) nhưng không có sự tăng ý nghĩa của mẫu ngâm giữa 50% và 60% ($p > 0,05$).

Mãng cầu ngâm ở 60%, 6 giờ có hàm lượng đường tổng cao nhất là $29,46 \pm 1,14\%$ trong khi mẫu ngâm ở 2 giờ là $25,26 \pm 0,87\%$ ($p < 0,05$). Ở nồng độ dung dịch ngâm 50%, lượng đường tổng trong mẫu đạt cao nhất sau 6 giờ ngâm $26,68 \pm 0,22\%$, và không có sự khác biệt về hàm lượng đường khi so sánh với 60% ở các mốc thời gian khảo sát ($p > 0,05$). Kết quả trong nghiên cứu này tương tự với nghiên cứu của Andrade et al. (2007) trên một loại trái cây có nguồn gốc từ Brazil gọi là Jenipapo (*Genipa americana* L.) đã chỉ ra rằng tốc độ truyền khối của nước và chất tan cũng như hệ số khuếch tán của đường sucrose phụ thuộc vào nồng độ đường trong dung dịch thâm thấu. Nước mất đi và lượng đường tăng lên là do sự khác biệt lớn giữa nồng độ chất tan giữa nguyên liệu và dung dịch ngâm, làm tăng tốc độ khuếch tán và trao đổi nước. Tuy nhiên, khi thời gian ngâm kéo dài dung dịch ngâm loãng, ít khác biệt nồng độ chất tan giữa nguyên liệu và dung dịch ngâm dẫn đến mức độ tách nước và tăng đường trong nguyên liệu giảm (Welti-Chanes et al., 2003; Phisut, 2012).

Bảng 3. Sự thay đổi hàm lượng đường trong nguyên liệu sau thời gian ngâm thắm thấu

Thời gian ngâm (giờ)	Nồng độ đường ngâm (%)		
	40	50	60
2	19,55 ± 0,82 ^{bb*}	22,32 ± 0,44 ^{bAB}	24,17 ± 0,87 ^{bA}
4	24,15 ± 0,35 ^{ab}	24,77 ± 0,82 ^{abAB}	27,61 ± 0,82 ^{abA}
6	25,26 ± 0,87 ^{ab}	26,68 ± 0,22 ^{aAB}	29,46 ± 1,15 ^{aA}

*Kết quả trung bình ± độ lệch chuẩn của 2 lần lặp lại;

Các chữ cái a, b, c, ... khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức thời gian ở cùng nồng độ, với độ tin cậy 95%

Các chữ cái A, B, C, ... khác nhau trong cùng một dòng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức nồng độ ở cùng mốc thời gian, với độ tin cậy 95%

3.2.3. Vitamin C

Bảng 4 thể hiện sự thay đổi hàm lượng vitamin C trong nguyên liệu theo nồng độ dung dịch và thời gian ngâm. Hàm lượng vitamin C trong nguyên liệu trung bình là 142 mg% (căn bản khô). Khi nguyên liệu được ngâm trong dung dịch 40% đường, 2 giờ thì hàm lượng vitamin C là 82,5±4,31 mg%, cao xấp xỉ 2 lần khi ngâm mẫu trong thời gian 4 giờ (47,9±5,91 mg%) và 6 giờ (49,92±2,21 mg%) (p<0,05). Mặt khác, khi nồng độ dung dịch ngâm càng tăng thì lượng vitamin C giảm đi càng nhiều.

Điều này có thể được giải thích là do áp suất thẩm thấu tăng làm tăng lượng nước mất đi trong nguyên liệu và làm vitamin C khuếch tán ra ngoài môi trường cùng với nước càng nhiều (Zhao et al., 2014).

Từ kết quả thí nghiệm có thể kết luận rằng, nguyên liệu khi được ngâm ở nồng độ 50% đường, trong 2 giờ sẽ phù hợp trong quá trình tiền xử lý mẫn cầu trong thực tế vì hạn chế hao hụt vitamin C và vẫn đạt yêu cầu tách nước và tạo vị ngọt cho sản phẩm trước khi sấy.

Bảng 4. Sự thay đổi hàm lượng vitamin C trong nguyên liệu theo nồng độ và thời gian ngâm

Thời gian ngâm (giờ)	Nồng độ đường ngâm (%)		
	40	50	40
2	82,5±4,31 ^{aA*}	45,87±5,24 ^{ab}	46,1±4,15 ^{ab}
4	47,9±5,91 ^{bA}	34,01±1,01 ^{aA}	33,66±1,43 ^{abA}
6	49,92±2,21 ^{bA}	32,37±6,08 ^{aAB}	30,02±3,69 ^{bb}

*Kết quả trung bình ± độ lệch chuẩn của 2 lần lặp lại; Các chữ cái a, b, c, ... khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức thời gian ở cùng nồng độ, với độ tin cậy 95%

Các chữ cái A, B, C, ... khác nhau trong cùng một dòng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức nồng độ ở cùng mốc thời gian, với độ tin cậy 95%

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng màu sắc, vitamin C, và a_w của sản phẩm mẫn cầu xiêm sấy dẻo

3.3.1. Màu sắc

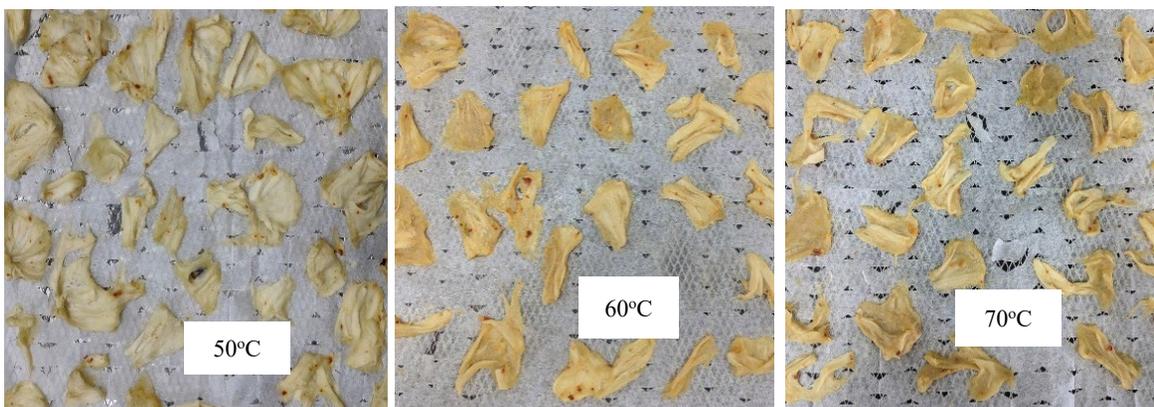
Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến màu sắc của sản phẩm thể hiện ở Bảng 5 và Hình 5. Nhiệt độ sấy có ảnh hưởng ý nghĩa đến màu sắc của sản phẩm mẫn cầu sấy. Khi tăng nhiệt độ sấy càng cao thì độ sáng (giá trị L*) càng thấp, màu vàng càng sậm (giá trị

b*). Bảng 5 cho thấy giá trị L* và b* của mẫn cầu sấy dẻo khi sấy ở 70°C có sự khác biệt ý nghĩa với 50 °C và 60°C (p<0,05). Khi đánh giá cảm quan, mức độ ưa thích (thang điểm 9,0) sản phẩm sấy ở 50, 60 và 70°C có điểm tương ứng 6,57±0,57, 6,80±1,16 và 5,00±1,66 (số liệu không trình bày). Sản phẩm sau sấy ở nhiệt độ 60°C có màu sắc đẹp kết hợp với màu đỏ của ớt được ưa thích nhất.

Bảng 5. Sự thay đổi màu sắc sản phẩm theo nhiệt độ sấy

Nhiệt độ sấy (°C)	L*	a*	b*
50	74,27±4,04 ^{a*}	3,06±0,40 ^a	12,45±1,28 ^a
60	69,03±2,72 ^a	3,37±0,41 ^a	13,29±1,43 ^a
70	62,59±7,65 ^b	3,57±0,72 ^a	15,01±1,33 ^b

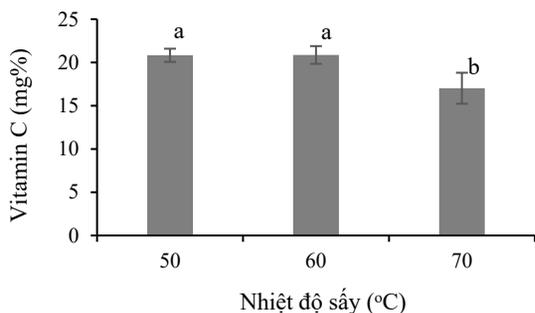
*Kết quả trung bình ± độ lệch chuẩn của 2 lần lặp lại; Các chữ cái a, b, c, ... khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức thời gian ở cùng nồng độ, với độ tin cậy 95%



Hình 5. Măng cầu sấy dẻo ở các mức nhiệt độ khác nhau

3.3.2. Hàm lượng vitamin C

Tương tự màu sắc, vitamin C của sản phẩm cũng giảm ý nghĩa khi tăng nhiệt độ sấy ($p < 0,05$). Hình 6 cho thấy sản phẩm sấy ở nhiệt độ 70°C có hàm lượng vitamin C duy trì thấp nhất và khác biệt có ý nghĩa so với các nhiệt độ còn lại ($p < 0,05$). Trong khi đó, không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê về hàm lượng vitamin C trong sản phẩm được sấy ở 50 và 60°C. Khi nhiệt độ sấy tăng lên thì hàm lượng vitamin càng giảm do vitamin C dễ bị phân hủy và kích thích làm tăng tốc độ của enzyme oxy hóa (Vega-Gálvez et al., 2008; Ramallo & Mascheroni, 2012). Kết quả nghiên cứu của Zia and Alibas (2021) đã chỉ ra rằng quá trình sấy nóng quả việt quất xanh đã làm giảm 62 – 67% hàm lượng vitamin C trong nguyên liệu. Dağhan et al. (2018) cũng khẳng định rằng vitamin C nhạy cảm với sự có mặt của oxy và nhiệt độ sấy cao khi sấy ớt bằng không khí nóng.



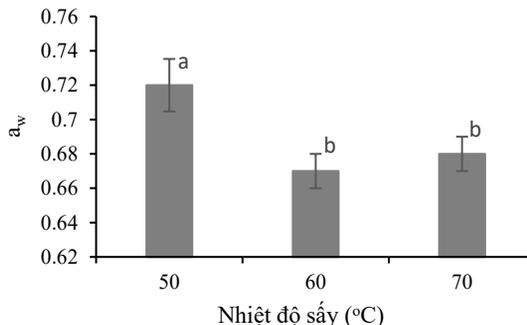
Hình 6. Sự thay đổi hàm lượng vitamin C theo thời gian sấy

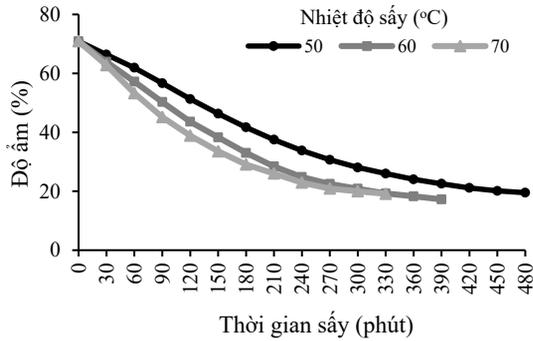
Kết quả được trình bày là giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn; Các chữ cái a, b, c,...khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức nhiệt độ sấy, với độ tin cậy 95%

3.3.3. Độ hoạt động của nước (a_w) và độ ẩm của sản phẩm

Quá trình sấy sẽ làm thay đổi độ ẩm và độ hoạt động của nước (a_w) của nguyên liệu. Độ hoạt động của nước trong sản phẩm măng cầu xiêm sấy dẻo dao động từ 0,67-0,72. (Hình 7a). Tốc độ mất ẩm ở các nhiệt độ sấy khác nhau theo thời gian sấy (Hình 7b). Độ ẩm giảm dần đều theo thời gian sấy; tuy nhiên, tốc độ giảm ẩm diễn ra nhanh trong giai đoạn đầu của quá trình sấy do hàm lượng ẩm tự do trong nguyên liệu còn cao (Ertekin & Firat, 2017). Thời gian cần thiết để giảm ẩm của măng cầu nguyên liệu đến độ ẩm yêu cầu của sản phẩm (20%) ở nhiệt độ 50°C là 480 phút; 60°C là 330 phút và 70°C là 300 phút. Thời gian sấy được rút ngắn khi tăng dần nhiệt độ sấy do quá trình truyền nhiệt và truyền khối sẽ diễn ra nhanh hơn. Kết quả nghiên cứu này có cùng xu hướng với các nghiên cứu sấy dẻo trái cây như thanh long (Hạnh và ctv., 2018) và dưa lưới (Đàm và ctv., 2022).

Nhìn chung, khi so sánh các chỉ tiêu phân tích thì mẫu sấy ở 60°C tỏ ra phù hợp trong việc sấy măng cầu muối ớt với thời gian sấy 330 phút, độ hoạt động nước phù hợp cho bảo quản (0,67), vitamin C duy trì tương đối cao (20,86 mg%) và đặc biệt màu sắc giữ được độ tươi sáng, màu đỏ đặc trưng của muối ớt, rất hấp dẫn.





Hình 7. Sự thay đổi a_w (a) và độ ẩm (b) sản phẩm theo nhiệt độ sấy

Kết quả được trình bày là giá trị trung bình \pm độ lệch chuẩn; Các chữ cái a, b, c, ... khác nhau biểu thị sự khác

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Adetoro, A. O., Opara, U. L., & Fawole, O. A. (2021). Effect of blanching on enzyme inactivation, physicochemical attributes and antioxidant capacity of hot-air dried pomegranate (*Punica granatum* L.) Arils (cv. Wonderful). *Processes*, 9(1), 25. <https://doi.org/10.3390/pr9010025>

Alias, K. H. M. (2009). *Physical properties of soursop (Annona Muricata) powder produced by spray drying (Doctoral dissertation)*. Universiti Malaysia Pahang.

Andrade, S. A. C., de Barros Neto, B., Nobrega, A. C., Azoubel, P. M., & Guerra, N. B. (2007). Evaluation of water and sucrose diffusion coefficients during osmotic dehydration of jenipapo (*Genipa americana* L.). *Journal of Food Engineering*, 78(2), 551-555. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.10.023>

Atawodi, S. (2011). Nigerian foodstuffs with prostate cancer chemopreventive polyphenols. *Infectious Agents and Cancer*, 6(2), 9. <https://doi.org/10.1186/1750-9378-6-S2-S9>

Badrie, N., & Schauss, A. G. (2010). Soursop (*Annona muricata* L.): Composition, nutritional value, medicinal uses, and toxicology. In *Bioactive Foods in Promoting Health*, 621-643. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374628-3.00039-6>

Bai, J. W., Gao, Z. J., Xiao, H. W., Wang, X. T., & Zhang, Q. (2013). Polyphenol oxidase inactivation and vitamin C degradation kinetics of Fuji apple quarters by high humidity air impingement blanching. *International Journal of Food Science & Technology*, 48(6), 1135-1141. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03193.x>

Berumen-Varela, G., Hernández-Oñate, M. A., & Tiznado-Hernández, M. E. (2019). Utilization of

biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức nhiệt độ sấy, với độ tin cậy 95%

4. KẾT LUẬN

Mãng cầu được chần bằng hơi nước sau 2 phút có thể vô hoạt được hoạt động oxy hoá của enzyme peroxidase. Quá trình ngâm thấm tách nước trong dung dịch 50% đường sucrose, 2 giờ nhằm tách nước một phần, sau đó phối trộn gia vị (muối 1% và bột ớt 0,1%) và được sấy ở 60°C trong 330 phút (5,5 giờ) sản phẩm măng cầu muối ớt sấy dẻo đạt giá trị cảm quan và dinh dưỡng phù hợp. Quy trình chế biến này góp phần đa dạng hoá sản phẩm và có thể được áp dụng rộng rãi ở quy mô công nghiệp hoặc hộ gia đình.

biotechnological tools in soursop (*Annona muricata* L.). In *Scientia Horticulturae*, 245, 269-273. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.028>

Brito, C. A., Sato, H. H., Sprironello, A., & Siqueira, W. J. (2007). Abacaxi iac gomo-de-mel (*Ananas comosus* (L.) Merrill): características da polpa e da peroxidase do suco. *Boletim Do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 25(2).

Chandrasekaran, M. (Ed.). (2015). *Enzymes in Food and Beverage Processing* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b19408>

Chavan, U. D., & Amarowicz, R. (2012). Osmotic dehydration process for preservation of fruits and vegetables. *Journal of Food Research*, 1(2), 202. <http://dx.doi.org/10.5539/jfr.v1n2p202>

Chon, N. M., & Thúy, N. P. (2006). Ảnh hưởng của pH và nhiệt độ lên sự hóa nâu gây ra bởi enzyme peroxidase từ hạt sen. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, (6), 24-32.

Dağhan, Ş., Yildirim, A., Mehmet Yılmaz, F., Vardin, H., & Karaaslan, M. (2018). The effect of temperature and method of drying on isot (urfa pepper) and its vitamin C degradation kinetics. *Italian Journal of Food Science*, 30(3).

Davey, M. W., Van Montagu, M., Inzé, D., Sanmartin, M., Kanellis, A., Smirnov, N., Benzie, I. J., Strain, J. J., Favell, D., & Fletcher, J. (2000). Review Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), 825-860. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(20000515\)80:7<825::AID-JSFA598>3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(20000515)80:7<825::AID-JSFA598>3.0.CO;2-6)

Diep, K. Q. (2022). Nghiên cứu tạo quy trình chế biến khô xo mít. *Dong Thap University Journal*

- of Science, 11(2), 55-60.
<https://doi.org/10.52714/dthu.11.2.2022.938>
- Đàm, T. K. Y., Trần, L. V., Nguyễn, T. T. H., & Nguyễn, T. H. (2022). Khảo sát ảnh hưởng của điều kiện chế biến đến chất lượng của sản phẩm sấy dẻo từ dưa lưới thứ phẩm. *Tạp chí Công thương*, 3, 280-285.
- El, E. N., De Venezuela, O., Ojeda, G., Rodríguez, D. E., Coronado, J., Nava, R., Sulbarán, B., Araujo, D., & Cabrera, Y. L. (2007). Caracterización fisicoquímica de la pulpa de la guanábana (*Annona muricata*) cultivada en el occidente de Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 41(2), 151-160.
- Ertekin, C., & Firat, M. Z. (2017). A comprehensive review of thin-layer drying models used in agricultural products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(4), 701-717. DOI: 10.1080/10408398.2014.910493
- Falade, K. O., Igbeka, J. C., & Ayanwuyi, F. A. (2007). Kinetics of mass transfer, and colour changes during osmotic dehydration of watermelon. *Journal of Food Engineering*, 80(3), 979-985.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.06.033>
- Hạnh, P. T. N., Hùng, N. T., & Hiền, T. X. (2018). Ảnh hưởng của độ chín thu hoạch và sấy bằng không khí nóng đến chất lượng thanh long ruột đỏ sấy dẻo. *Tạp chí Dinh dưỡng và Thực phẩm*, 14(6), 84-90.
- Hajdu, Z., & Hohmann, J. (2012). An ethnopharmacological survey of the traditional medicine utilized in the community of Porvenir, Bajo Paraguá Indian Reservation, Bolivia. *Journal of Ethnopharmacology*, 139(3), 838-857.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.12.029>
- González-Pérez, J. E., Ramírez-Corona, N., López-Malo, A. (2021). Mass transfer during osmotic dehydration of fruits and vegetables: Process factors and non-thermal methods. *Food Engineering Reviews*, 13(2), 344-374.
- Janick, J., & Paull, R. E. (2008). *The Encyclopedia of Fruit & Nuts*. CABI.
<https://cabidigitallibrary.org>
- Jaramillo, M. C., Arango, G. J., Gonzalez, M. C., Robledo, S. M. ', & Velez, I. D. (2000). Cytotoxicity and antileishmanial activity of *Annona muricata* pericarp. In *Fitoterapia*, 71(2), 183-186.
[https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(99\)00138-0](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(99)00138-0)
- Jiménez-Zurita, J. O., Balois-Morales, R., Alia-Tejaca, I., Juárez-López, P., Sumaya-Martínez, M. T., & Bello-Lara, J. E. (2016). Caracterización de frutos de guanábana (*Annona muricata* L.) en Tepic, Nayarit, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(6), 1261-1270.
- Jiménez-Zurita, J. O., Balois-Morales, R., Alia-Tejaca, I., Sánchez Herrera, L. M., Jiménez-Ruiz, E. I., Bello-Lara, J. E., García-Paredes, J. D., & Juárez-López, P. (2017). Cold storage of two selections of soursop (*Annona muricata* L.) in Nayarit, Mexico. *Journal of Food Quality*, 1. <https://doi.org/10.1155/2017/4517469>
- Lee, S. H., Park, J. G., Lee, D. Y., Kandpal, L. M., Cho, B. K., Hong, S. J., & Jun, S. (2016). Drying characteristics of agricultural products under different drying methods: A review. *Journal of Biosystems Engineering*, 41(4), 389-395.
- Minh, N. P. (2018). Optimization of different parameters for dried soursop slices. *International Journal of Life Science and Pharma Research*, 8(4), L26-L32.
- Moreno-Hernández, C. L., Sáyo-Ayerdi, S. G., García-Galindo, H. S., Mata-Montes De Oca, M., & Montalvo-González, E. (2014). Effect of the application of 1-methylcyclopropene and wax emulsions on proximate analysis and some antioxidants of soursop (*Annona muricata* L.). *Scientific World Journal*, 2014.
<https://doi.org/10.1155/2014/896853>
- Mundada, M., Hathan, B. S., & Maske, S. (2011). Mass transfer kinetics during osmotic dehydration of pomegranate arils. *Journal of Food Science*, 76(1), 31-39.
<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01921.x>
- Nhi, T. T. Y., Thành, V. T., Nhân, N. P. T., Nhu, T. T. P., Nguyễn, N. H. K., Quyền, N. N., ... & Uyên, T. T. P. (2020). Ảnh hưởng của hàm lượng chất rắn hòa tan và nhiệt độ sấy đối lưu lên tính chất vật lý và hàm lượng dinh dưỡng của Mãng cầu xiêm sấy dẻo (*Annona muricata* L.). *Journal of Science and Technology*, 3(1), 5-5. <https://doi.org/10.55401/9av0ta68>
- Osada, T., & Uesugi, A. (Eds.) (2008). *Linguistics, archaeology, and the human past*. Research Inst. for Humanity and Nature.
- Pareek, S., Yahia, E. M., Pareek, O. P., & Kaushik, R. A. (2011). Postharvest physiology and technology of *Annona* fruits. *Food Research International*, 44(7), 1741-1751.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.016>
- Paull, R. E. (1998). Soursop. In Shaw, P. E., Chan, H. T., Nagy, S. (Eds). *Tropical and Subtropical fruits*. AgScience, Auburndale, Fla, USA, 386-400.
- Phisut, N. (2012). MiniReview Factors affecting mass transfer during osmotic dehydration of fruits. *International Food Research Journal*, 19(1), 7.
- Prithani, R., & Dash, K. K. (2020). Mass transfer modeling in ultrasound-assisted osmotic dehydration of kiwi fruit. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 64, 102407.
<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102407>

- Rajeswari, D., Vijayalakshmi, S., & Gajalakshmi, S. (2012). Phytochemical and pharmacological properties of *Annona muricata*: a review. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science*, 4, 3-6.
- Ramallo, L. A., & Mascheroni, R. H. (2012). Quality evaluation of pineapple fruit during drying process. *Food and Bioproducts Processing*, 90(2), 275-283. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2011.06.001>
- Sawant, T. P., & Dongre, R. S. (2014). Biochemical Compositional Analysis of *Annona Muricata*: A Miracle Fruit's Review. *International Journal of Universal Pharmacy and Biosciences*, 3(2), 81-104.
- Số, P. V., & Thuận, B. T. N. (1991). *Kiểm nghiệm lương thực, thực phẩm*. Nhà xuất bản Đại học Bách Khoa Hà Nội.
- Tiwari, R. B. (2005). Application of osmo-air dehydration for processing of tropical tropical fruits in rural areas. *Indian Food Industry*, 24(6), 62-69.
- Vega-Gálvez, A., Lemus-Mondaca, R., Bilbao-Sáinz, C., Fito, P., & Andrés, A. (2008). Effect of air-drying temperature on the quality of rehydrated dried red bell pepper (var. Lamuyo). *Journal of Food Engineering*, 85(1), 42-50. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.06.032>
- Vu, N. D., Doan, T. K. L., Dao, T. P., Tran, T. Y. N., & Nguyen, N. Q. (2023). Soursop fruit supply chains: Critical stages impacting fruit quality. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, 100754. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100754>
- Welti-Chanes, J., Vélez-Ruiz, J. F., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2003). *Transport Phenomena in Food Processing*. CRC Press.
- Yadav, A. K., & Singh, S. V. (2014). Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 1654-1673.
- Zhao, J. H., Hu, R., Xiao, H. W., Yang, Y., Liu, F., Gan, Z. L., & Ni, Y. Y. (2014). Osmotic dehydration pretreatment for improving the quality attributes of frozen mango: Effects of different osmotic solutes and concentrations on the samples. *International Journal of Food Science and Technology*, 49(4), 960-968. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12388>
- Zia, M. P., & Alibas, I. (2021). Influence of the drying methods on color, vitamin C, anthocyanin, phenolic compounds, antioxidant activity, and in vitro bioaccessibility of blueberry fruits. *Food Bioscience*, 42, 101179. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101179>