



DOI:10.22144/ctujos.2025.039

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA QUÁ TRÌNH CHẦN ĐẾN CHẤT LƯỢNG PUREE XOÀI CÁT CHU (*Mangifera indica* L.) BẢO QUẢN LẠNH ĐÔNG

Nguyễn Bảo Lộc¹, Nguyễn Thị Ngọc Dề², Trần Chí Nhân¹ và Nguyễn Nhật Minh Phương^{1*}

¹Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam

²Trường Cao đẳng Kinh tế - Kỹ thuật Cần Thơ, Việt Nam

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

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 03/08/2024

Sửa bài (Revised): 26/08/2024

Duyệt đăng (Accepted): 15/11/2024

Title: The impact of blanching processing on the quality of cat chu mango (*Mangifera indica* L.) puree during frozen storage

Author(s): Nguyen Bao Loc¹, Nguyen Thi Ngoc De², Tran Chi Nhan¹ and Nguyen Nhat Minh Phuong^{1*}

Affiliation(s): ¹Can Tho University, Viet Nam; ²Can Tho Technical Economic College, Viet Nam

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả tác động của quá trình chần đến chất lượng puree của xoài cát chu trong điều kiện bảo quản lạnh đông ($-20 \pm 2^\circ\text{C}$). Nội dung nghiên cứu bao gồm kích thước nguyên liệu, tỷ lệ nguyên liệu và nước chần (NL:NC), nhiệt độ và thời gian chần. Các chỉ tiêu theo dõi bao gồm định tính enzyme hóa nâu, hàm lượng carotenoid, vitamin C, polyphenol tổng và khả năng kháng oxy hóa thông qua khả năng bắt gốc tự do (DPPH). Kết quả nghiên cứu cho thấy nguyên liệu xoài có kích thước $7 \times 2 \times 1$ và $10 \times 2 \times 1$ cm khi được chần với tỷ lệ NL:NC là 1:30 (w/v), nhiệt độ chần là 100°C và thời gian chần là 120 giây, đây là điều kiện tiền xử lý thích hợp. Hàm lượng vitamin C giảm từ 26,40 xuống 19,65 mg%. Trong khi đó, hàm lượng carotenoid giảm không đáng kể. Trong quá trình bảo quản lạnh đông, hầu hết các hợp chất sinh học đều giảm theo thời gian bảo quản, trừ hàm lượng polyphenol tổng thay đổi ngược xu hướng chung. Bên cạnh đó, kích thước của nguyên liệu xoài cũng ảnh hưởng đến hàm lượng các chất dinh dưỡng trong quá trình chần và bảo quản puree.

Từ khóa: Carotenoid, chần, lạnh đông, polyphenol, puree xoài

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the thermal impact (blanching) on the quality of mango puree during frozen storage ($-20 \pm 2^\circ\text{C}$). The research content was developed based on factors such as the size of mango pieces, the ratio of mango pieces, blanching water (NL:NC), blanching temperature and time. The quality parameters were browning enzyme activity, carotenoid content, vitamin C, total polyphenol content, and antioxidant activity by free radical scavenging (DPPH). The results showed that mango pieces of $7 \times 2 \times 1$ and $10 \times 2 \times 1$ cm blanched with the NL:NC ratio of 1:30 (w/v) under boiling water (100°C) for 120 seconds were suitable conditions for pre-treatment processing. The vitamin C content decreased from 26,40 to 19,65 mg%, while the carotenoid content decreased insignificantly. During frozen storage, bioactive compounds declined except for total polyphenol content. Moreover, the size of the mango pieces affected nutritional compounds during blanching and puree storage.

Keywords: Blanching, carotenoid, frozen, mango puree, polyphenol

1. GIỚI THIỆU

Xoài là một trong các loại trái cây nhiệt đới được yêu thích nhất thế giới do màu vàng và hương thơm dịu ngọt đặc trưng. Sản lượng xoài toàn cầu đạt 41,53 triệu tấn vào năm 2020, chủ yếu đến từ Ấn Độ, Trung Quốc và Thái Lan, đáp ứng được nhu cầu ngày càng tăng của người tiêu dùng đối với xoài tươi và các sản phẩm từ xoài (Brecht & Sidhu, 2017). Trong đó, Việt Nam là nhà cung cấp xoài lớn thứ 13 trên thế giới với sản lượng cùng kỳ khoảng 900 nghìn tấn, chủ yếu là xoài cát chu, cát Hòa Lộc, xoài Đài Loan và xoài keo. Các loại xoài trên được trồng tập trung ở các tỉnh thành vùng đồng bằng sông Cửu Long.

Xoài là một nguồn dinh dưỡng quan trọng và chứa nhiều carbohydrate, lipid, axit béo, protein, axit amin và axit hữu cơ. Ngoài ra, xoài còn là một nguồn giàu hợp chất sinh học (carotenoid, vitamin C và polyphenol) và khoáng chất (sắt, phospho, kali, natri, đồng, magie). Các hợp chất sinh học này mang đến nhiều tác dụng cải thiện sức khỏe cho người dùng như ngăn ngừa các bệnh mãn tính, chống oxy hóa và tăng cường miễn dịch (Maldonado et al., 2019). Xoài có tỷ lệ thịt quả cao (76,5%) và vị chua ngọt hài hòa (14,4°Brix) nên thường được tiêu thụ ở dạng tươi (Nguyen & Le, 2011). Tuy nhiên, do bản chất dễ hư hỏng nên xoài còn được chế biến thành nhiều sản phẩm khác nhau nhằm giảm tổn thất sau thu hoạch và tối ưu chuỗi giá trị từ xoài.

Puree là một sản phẩm trung gian phổ biến của xoài, thường được sử dụng trong quy trình chế biến nhiều loại thực phẩm, ví dụ như hỗn hợp nước ép và món tráng miệng. Tuy nhiên, trong các quy trình liên quan tới phá hủy mô tế bào như cắt, xay hoặc cấp đông, các loại rau quả đã được trải qua sự thay đổi đáng kể về chất lượng do các phản ứng do enzyme và không do enzyme, điều này đã làm giảm giá trị cảm quan và dinh dưỡng của sản phẩm (Guiamba & Svanberg, 2016). Các enzyme nội sinh, bao gồm lipoxygenase, polyphenoloxidase, polygalacturonase và chlorophyllase, có thể làm mất màu hoặc cấu trúc, tạo màu, mùi vị xấu hoặc phân hủy chất dinh dưỡng của rau quả trong quá trình bảo quản (Ghamnam & Jaiswal, 2015).

Puree xoài – hỗn hợp thịt xoài xay nhuyễn – dễ dàng tiếp xúc với oxy và các enzyme oxy hóa, cụ thể như polyphenol oxydase và ascorbic acid oxidase. Điều này làm thúc đẩy oxy hóa carotenoid, phản ứng hóa nâu do enzyme và suy giảm vitamin C. Tuy nhiên, quá trình cấp đông không đủ để làm bất hoạt các enzyme này, vì vậy sự suy giảm cấu trúc, màu sắc và hương vị vẫn tiếp tục diễn ra trong quá trình

trữ đông. Do đó, để màu được ổn định và giữ được chất lượng của sản phẩm puree, thì trong quá trình chế biến không thể thiếu công đoạn chần (Jaiswal et al., 2012). Chần là một phương pháp xử lý nhiệt nhẹ hoặc vừa phải, thường được áp dụng cho rau quả trước khi chế biến hoặc bảo quản lạnh đông với mục đích đảm bảo chất lượng và tăng độ an toàn cho sản phẩm (Ghamnam & Jaiswal, 2015; Jaiswal et al., 2012).

Quá trình chần làm vô hoạt hoạt tính của các enzyme, thay đổi cấu trúc, giúp xoài được ổn định màu sắc hương vị và giá trị dinh dưỡng. Đồng thời, quá trình chần còn giúp loại bỏ không khí trong các gian bào nguyên liệu giúp hạn chế các quá trình biến đổi chất lượng của nguyên liệu (Priyadarshini et al., 2023). Ngoài ra, quá trình này còn giúp tiêu diệt hệ vi sinh trên bề mặt rau quả. Việc sử dụng các quá trình xử lý nhiệt để giảm thiểu các vấn đề gây ra bởi phản ứng hóa nâu do enzyme đã được khảo sát trong nhiều nghiên cứu (Jaiswal et al., 2012; Guiamba & Svanberg, 2016). Tuy nhiên, thông tin về sự thay đổi của các hợp chất sinh học sau khi chần và trong quá trình bảo quản vẫn còn hạn chế. Việc xử lý nhiệt có thể dẫn đến sự phân hủy carotenoid và vitamin gây ra bởi các phản ứng oxy hóa không do enzyme. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm theo dõi sự ổn định của một số hợp chất sinh học quan trọng của puree xoài đã được tiền xử lý bằng cách chần trong quá trình bảo quản lạnh đông.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Hóa chất: Oxalic acid và 2,6-dichlorophenol-indophenol (Loba Chemie, Ấn Độ), Folin-Ciocalteu (Merck, Đức) và DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) (TCI, Nhật Bản), Sodium carbonate, guaiaicol, H₂O₂, ethanol, hexane, methanol (Xilong, Trung Quốc).

Xoài cát chu chín thương mại (105 ngày tuổi) được thu mua tại xã Tân Thuận Tây, Cao Lãnh, Đồng Tháp. Khối lượng trái dao động từ 350 đến 450 g, có kích thước và màu sắc đồng đều, nguyên vẹn, không bị dập nát. Sau đó được vận chuyển về phòng thí nghiệm và bảo quản trong tủ mát (Sanaky, Việt Nam) (8 – 12°C) làm nguyên liệu cho các thí nghiệm.

Xoài chín được gọt vỏ, cắt miếng. Sau đó, nguyên liệu được dùng để bố trí thí nghiệm nhằm chọn điều kiện chần thích hợp cho thành phẩm puree. Các nhân tố bố trí thí nghiệm chần gồm có kích thước nguyên liệu theo dài x rộng x cao (DxRxC) là 5x2x1, 7x2x1 và 10x2x1 cm, tỷ lệ

nguyên liệu và nước chân (1:10, 1:20 và 1:30), nhiệt độ chân (60, 80, 100°C), thời gian chân (60, 90, 120, 180 giây). Sau khi chọn được điều kiện chân thích hợp, xoài sẽ được xay nhuyễn thành puree bằng máy xay sinh tố (Philips HR2221/00) trong thời gian 2 phút. Puree xoài sau đó được phân chia vào từng bao bì (PE, thể tích chứa 200 mL) riêng theo thí nghiệm và bảo quản lạnh đông ở nhiệt độ $-20 \pm 2^\circ\text{C}$ (Sanaky, Việt Nam). Sau thời gian khoảng một tuần, mẫu sẽ được lấy ra làm tan giá ở nhiệt độ từ 8 đến 12°C trong 2 giờ. Sau đó mẫu được phân tích ngay các chỉ tiêu chất lượng và đánh giá so sánh giữa mẫu không xử lý nhiệt (mẫu đối chứng) và mẫu có xử lý nhiệt (chân).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp xác định hàm lượng carotenoid

Tổng hàm lượng carotenoid được xác định theo phương pháp đo quang phổ, điều này được mô tả bởi Ordoñez-Santos and Ledezma-Realpe (2013), Potosí-Calvache et al. (2017) với một số điều chỉnh. Dung môi được sử dụng để chiết xuất carotenoid là một hỗn hợp bao gồm ethanol (99,5%) và hexane (98,5%) theo tỷ lệ 4:3 (ethanol: hexane).

2.2.2. Phương pháp xác định hàm lượng vitamin C theo phương pháp Muri

Hàm lượng vitamin C được xác định bằng phương pháp chuẩn độ với 2,6-dichlorophenol-indophenol. Dạng oxy hóa của thuốc thử 2,6-dichlorophenol-indophenol có màu xanh và bị khử bởi acide ascorbic có trong dung dịch được chiết từ nguyên liệu thành dung dịch không màu. Ở điểm cân bằng, tất cả acide ascorbic đã phản ứng hết thì thuốc thử màu dư không bị khử có màu hồng trong dung dịch (Pham & Bui, 1991).

2.2.3. Phương pháp xác định hàm lượng polyphenol tổng

Dựa trên nguyên tắc của phản ứng oxy hóa khử với acid gallic là chất chuẩn, thuốc thử Folin-Ciocalteu (FC) là chất oxy hóa. Phương pháp được tiến hành bằng cách cho 0,1 mL chất chiết phản ứng với 1,5 mL FC 10%, để yên 5 phút. Sau đó, 4 mL Na_2CO_3 20% được thêm vào và định mức đến 10 mL bằng nước cất. Hỗn hợp được để yên trong bóng tối 30 phút và sau đó được đo độ hấp thụ ở bước sóng 760 nm (Huynh et al., 2014). Kết quả được miêu tả như mg đương lượng gallic acid/gram (mg GAE/g).

2.2.4. Phương pháp xác định hoạt tính chống oxy hóa DPPH

Sử dụng phương pháp xác định gốc tự do với chất chuẩn là Trolox và DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) đóng vai trò là tác nhân oxy hóa. Gốc tự do trong nguyên tử nitơ của DPPH phản ứng với hợp chất có khả năng cho nguyên tử hydro trong dung dịch ban đầu và làm mất màu tím của dung dịch DPPH (có thể chuyển dần sang màu vàng nhạt). Phương pháp này được tiến hành bằng cách cho 4 mL DPPH 0,1 mM phản ứng với 0,1 mL dịch chiết, hỗn hợp được định mức đến 5 mL bằng cồn và để yên trong 30 phút. Hàm lượng DPPH còn lại trong dung dịch sẽ được xác định bằng phương pháp so màu ở bước sóng 517 nm (Brand-William et al., 1995). Kết quả được miêu tả như mg đương lượng trolox/gram (mg TE/g).

2.2.5. Phương pháp định tính enzyme hóa nâu

Hoạt tính của enzyme hóa nâu được khảo sát dựa theo nguyên tắc của phản ứng giữa guaiacol và H_2O_2 để tạo thành tetraguaiacol có màu nâu tím (Nguyen & Nguyen, 2006). Miếng xoài sau khi được xử lý vô hoạt enzyme bằng cách chân với các điều kiện khác nhau, được nhỏ một giọt guaiacol (1,5%) và một giọt H_2O_2 (1,5%). Sau 30 giây, biến đổi màu của mẫu trước và sau khi nhỏ được ghi nhận. Nếu ở vị trí nhỏ giọt có đổi màu, có nghĩa là còn sự hoạt động của enzyme hóa nâu, ngược lại thì enzyme hóa nâu trên bề mặt của miếng xoài đã bị vô hoạt.

2.2.6. Phương pháp xử lý số liệu

Các thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại. Kết quả của các thí nghiệm được phân tích thống kê theo chương trình Staghraphics Centurion 19 (StatPoint, Inc., USA). Số liệu được thu thập, xử lý và biểu đồ được vẽ bằng phần mềm Microsoft Excel 2019 (Microsoft Corp., USA). Phân tích phương sai (ANOVA) và kiểm định LSD được thực hiện để kết luận về sự sai biệt giữa các trung bình nghiệm thức ở mức độ tin cậy 95%.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân tích thành phần hóa học có trong nguyên liệu puree xoài

Xoài là một trong nhiều loại trái cây cung cấp vitamin C và vitamin A rất tốt. Cả hai loại vitamin này đều có vai trò quan trọng đối với sức khỏe con người với đặc tính chống oxy hóa tốt, tăng cường hệ miễn dịch, tăng cường thị giác và phát triển xương. Xoài cũng là nguồn chất xơ khá tốt giúp giảm nguy cơ mắc các bệnh ung thư (Siddiq et al., 2012). Thêm vào đó, xoài thể hiện mức độ hoạt động chống oxy

hóa cao như khả năng hấp thụ gốc oxy (ORAC) và khả năng chống oxy hóa khử sắt (FRAP), cũng như chứa một hàm lượng cao các hợp chất polyphenol (Patthamakanokporn et al., 2008; Lakshminarayana et al., 2015).

Việc xác định các thành phần hóa học có trong nguyên liệu puree xoài ban đầu là cần thiết, trước khi khảo sát ảnh hưởng của quá trình trữ đông đến chất lượng của loại sản phẩm này. Các thành phần cơ bản của nguyên liệu puree xoài như Brix, pH và các hợp chất có hoạt tính sinh học (carotenoid, vitamin C, poyphenol) được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Thành phần hóa học ban đầu có trong puree xoài cát chu nguyên liệu

Thành phần hóa học	Giá trị
Brix (%)	16,8 ± 0,10
pH	3,75 ± 0,01
Carotenoid tổng (µg/g)	41,92 ± 0,16
Vitamin C (mg/100g)	26,40 ± 1,76
Hoạt tính chống oxy hóa DPPH (mg TE/g)	3,29 ± 0,05
Hàm lượng polyphenol tổng (mg GAE/g)	2,28± 0,001

Ghi chú: Giá trị được tính theo trọng lượng tươi, là kết quả trung bình của phép đo 3 lần lặp lại

Chất lượng nguyên liệu ban đầu là một trong những yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm sau quá trình trữ đông. Kết quả phân tích (Bảng 1) nguyên liệu puree xoài ban đầu cho thấy độ Brix khá cao và chứa nhiều hợp chất sinh học. Hàm lượng carotenoid, vitamin C và hàm lượng polyphenol tổng trong nguyên liệu puree xoài ban đầu thấp hơn so với báo cáo của Maldonado-Celis et al. (2019). Báo cáo của các tác giả này cho thấy loại xoài được nghiên cứu có hàm lượng vitamin C khoảng 46,87 - 163,94 mg/100g, hàm lượng polyphenol tổng khoảng 660,2 mg/100g và hàm lượng carotenoid khoảng 4138,5 - 6033,5 µg/100g. Sự khác biệt này có thể là do sự phát triển của cây, độ tuổi cây, vùng canh tác, giống cây trồng, mùa vụ, điều kiện sinh trưởng và ảnh hưởng bởi các yếu tố môi trường khác (Maldonado-Celis et al., 2019).

3.2. Ảnh hưởng của điều kiện chần đến khả năng vô hoạt enzyme hóa nâu

3.2.1. Ảnh hưởng của kích cỡ nguyên liệu và tỷ lệ nguyên liệu nước (NL:NC) trong công đoạn chần đến khả năng vô hoạt enzyme hóa nâu

Khảo sát ảnh hưởng của kích thước nguyên liệu (5x2x1, 7x2x1, 10x2x1 cm) và tỷ lệ NL:NC (1:10, 1:20, 1:30 (w/v)) đến hoạt tính enzyme hóa nâu

được tiến hành. Với điều kiện nhiệt độ chần là 100°C và thời gian chần là 120 giây. Kết quả định tính enzyme hóa nâu trên bề mặt nguyên liệu xoài cát chu được ghi nhận ở Bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của kích thước nguyên liệu, tỷ lệ NL:NC đến khả năng vô hoạt enzyme hóa nâu

Kích thước (cm)	Tỷ lệ NL:NC (w/v)	Khả năng vô hoạt enzyme
5×2×1	1:10	-
	1:20	-
	1:30	-
7×2×1	1:10	-
	1:20	-
	1:30	+
10×2×1	1:10	-
	1:20	+
	1:30	+

Ghi chú: “+” enzyme hóa nâu trên bề mặt nguyên liệu bị vô hoạt bởi nhiệt; “-” enzyme hóa nâu trên bề mặt nguyên liệu không bị vô hoạt bởi nhiệt

Kết quả thí nghiệm ở Bảng 2 cho thấy kích thước nguyên liệu và tỷ lệ NL:NC đều ảnh hưởng đến khả năng vô hoạt enzyme hóa nâu peroxidase (POD) và polyphenoloxidase (PPO). Mẫu nguyên liệu có kích thước nhỏ (5x2x1 cm) không vô hoạt hoàn toàn enzyme này trên bề mặt nguyên liệu ở tất cả các điều kiện bố trí thí nghiệm. Riêng đối với hai loại kích thước còn lại (7x2x1 và 10x2x1 cm), để tiêu diệt hoàn toàn enzyme hóa nâu của nguyên liệu thì cần tỷ lệ NL:NC là 1:30.

3.2.2. Ảnh hưởng của thời gian và nhiệt độ chần đến khả năng vô hoạt enzyme hóa nâu

Thí nghiệm được bố trí với kích thước và tỷ lệ NL:NC cố định được chọn từ kết quả thí nghiệm ở phần 3.2.1. Đồng thời 2 nhân tố là thời gian chần và nhiệt độ chần được thay đổi trong thí nghiệm này. Kết quả được thể hiện ở Bảng 3.

Phản ứng hóa nâu liên quan đến quá trình oxy hóa các hợp chất phenolic bởi hoạt động của enzyme. Các enzyme cụ thể tham gia vào phản ứng hóa nâu thường được gọi là polyphenol oxidase (Vamos-Vigyazo & Haard, 1981). Enzyme này đóng vai trò là tác nhân trong quá trình hydroxyl hóa monophenol thành diphenol và oxy hóa diphenol thành quinon. Phản ứng oxy hóa tương đối nhanh so với phản ứng hydroxyl hóa, do đó góp phần hiệu quả hơn vào việc phân hủy hàm lượng phenol cũng như hoạt tính chống oxy hóa. Các loại trái cây khác nhau có các đặc tính khác nhau của PPO (Huber et al., 1985). Giữa PPO từ các giống cây trồng khác nhau

và PPO được phân lập ở các giai đoạn trưởng thành khác nhau của quả cũng có sự khác biệt. Điều này được xác định dựa trên các báo cáo của các nhà nghiên cứu khác nhau về PPO từ quả chuối (Jayaraman, 1982) và quả ổi (Augustin et al., 1985).

Kết quả nghiên cứu đã chứng minh hiệu quả của việc xử lý nhiệt đến sự vô hoạt enzyme hóa nâu trên bề mặt miếng xoài. Khi tăng nhiệt độ, hiệu quả vô hoạt enzyme tăng và enzyme POD bị vô hoạt hoàn toàn ở nhiệt độ 100°C trong thời gian 120 giây. Các

mẫu còn lại hầu như không hoặc vô hoạt chưa hoàn toàn enzyme POD (Bảng 3). Theo đó, nếu enzyme POD bị vô hoạt bởi nhiệt thì enzyme PPO cũng đã bị vô hoạt. Akissioe et al. (2003) cho rằng enzyme POD và PPO bị bất hoạt ở nhiệt độ cao. Tại nhiệt độ 100°C trong 120 giây, kết quả cho thấy sản phẩm có màu vàng sẫm, thịt quả mềm hơn so với mẫu không chần. Tuy nhiên, nếu mẫu được chần ở nhiệt độ 100°C, trong thời gian 180 giây thì miếng xoài sẽ bị quá nhiệt, mềm, sẫm màu hơn và giảm giá trị dinh dưỡng.

Bảng 3. Ảnh hưởng của thời gian và nhiệt độ chần đến khả năng vô hoạt enzyme hóa nâu

Kích thước (cm)	Tỷ lệ NL:NC (w/v)	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (giây)	Khả năng vô hoạt enzyme hóa nâu
7×2×1	1:30	60	60	-
			90	-
			120	-
			180	-
		80	60	-
			90	-
			120	-
			180	-
		100	60	-
			90	-
			120	+
			180	+
10×2×1	1:30	60	60	-
			90	-
			120	-
			180	-
		80	60	-
			90	-
			120	-
			180	-
		100	60	-
			90	-
			120	+
			180	+

Ghi chú: “+” enzyme hóa nâu trên bề mặt nguyên liệu bị vô hoạt bởi nhiệt; “-” enzyme hóa nâu trên bề mặt nguyên liệu không bị vô hoạt bởi nhiệt

Để theo dõi sự biến đổi của một số hợp chất sinh học trong puree xoài sau quá trình chần và bảo quản lạnh đông, xoài nguyên liệu sẽ được xử lý với các điều kiện như sau: kích thước nguyên liệu là 7x2x1 và 10x2x1 cm, tỷ lệ NL:NC là 1:30 (w/v), nhiệt độ chần là 100°C và thời gian chần là 120 giây.

3.3. Ảnh hưởng quá trình chần và bảo quản lạnh đông đến hàm lượng vitamin C của puree xoài

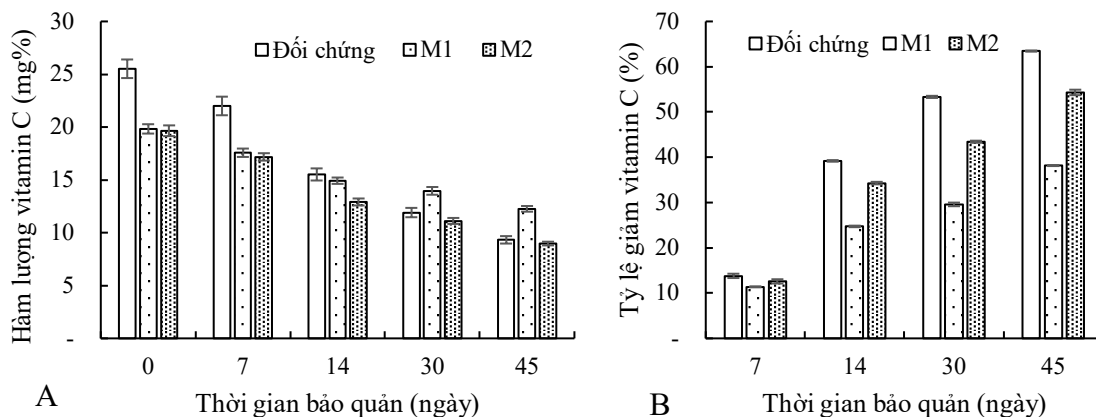
Kết quả nghiên cứu cho thấy, điều kiện chần ảnh hưởng đáng kể đến sự mất mát vitamin C trong sản

phẩm. Vitamin C là một trong những vi chất có giá trị dinh dưỡng cao trong trái cây, tuy nhiên chúng rất dễ bị mất mát trong quá trình chế biến và bảo quản. Trong đó, chần là một trong những nguyên nhân tạo nên sự mất mát thành phần chất khô hòa tan, khoáng chất và các vitamin hòa tan trong nước, đặc biệt là vitamin C (Skrede, 1996). Nhiệt độ chần càng cao và thời gian chần càng kéo dài thì hàm lượng vitamin C trong sản phẩm càng giảm. Kết quả nghiên cứu ở Hình 1A cho thấy, sau khi puree xoài được chần ở 100°C trong thời gian 120 giây, hàm lượng vitamin C trong puree xoài giảm đáng kể và

khác biệt ý nghĩa thống kê so với mẫu đối chứng (19,83 mg% ở mẫu 7x2x1 cm và 19,65 mg% ở mẫu 10x2x1 cm so với 26,40 mg% ở mẫu đối chứng) ($p < 0,05$).

Khi hàm lượng vitamin C của puree xoài được theo dõi trong quá trình bảo quản lạnh đông, kết quả nghiên cứu (Hình 1A) cho thấy hàm lượng của loại

vitamin này cũng giảm dần theo thời gian bảo quản. Kết quả phù hợp với nghiên cứu của El-Ashwah et al., 1974 trên nước chanh lạnh đông, hàm lượng vitamin C giảm từ 37,8 xuống còn 21,2 mg/100ml trong mẫu nước chanh không thanh trùng, đối với mẫu nước chanh được thanh trùng thì giảm từ 37,5 xuống còn 25,4 mg/100ml.



Hình 1. Ảnh hưởng chần và bảo quản lạnh đông đến hàm lượng vitamin C của puree xoài

(M1: kích thước nguyên liệu xoài 7x2x1cm, M2: kích thước nguyên liệu xoài 10x2x1cm)

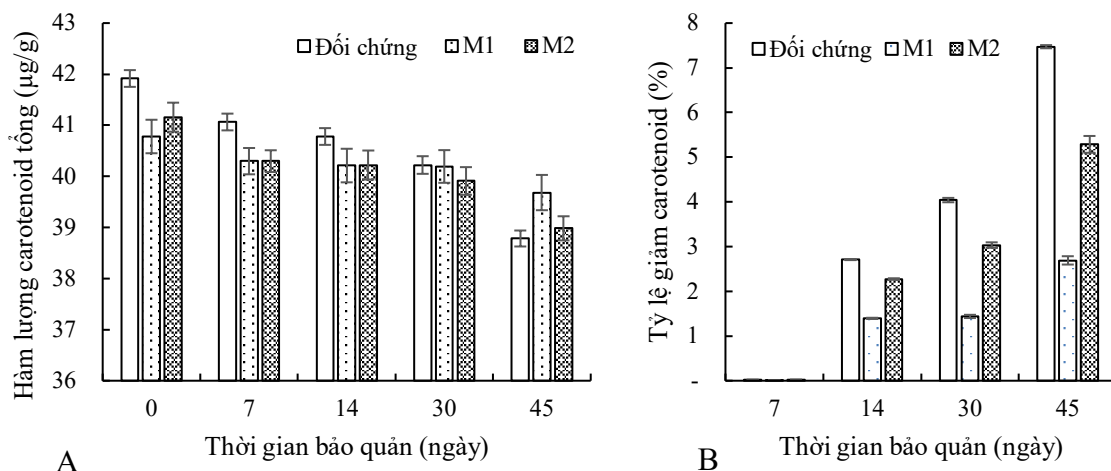
Bên cạnh đó, khi xét về tỷ lệ giảm hàm lượng vitamin C trong quá trình bảo quản lạnh đông, kết quả nghiên cứu (Hình 1B) cho thấy tỷ lệ này ở mẫu được chần thấp hơn đáng kể so với mẫu đối chứng. Cụ thể, sau 45 ngày được bảo quản lạnh đông thì mẫu đối chứng có hàm lượng vitamin C giảm 63,45% so với ngày đầu, còn đối với mẫu được chần thì tỷ lệ này giảm 38,17% (M1) và 54,32% (M2). Kết quả này có được là do tác động của quá trình chần, khi đó dưới tác động của nhiệt giúp vô hoạt các enzyme và đồng thời loại bỏ không khí trong gian bào giúp cho việc giữ được vitamin C tốt hơn (Priyadarshini et al., 2023). Kết quả được thể hiện ở Hình 1A cho thấy hàm lượng vitamin C giảm từ 26,40 đến 9,33 mg% ở mẫu đối chứng, còn với mẫu M1 thì hàm lượng này giảm từ 18,83 đến 12,26%, hoàn toàn phù hợp với nghiên cứu của El-Ashwah et al. (1974).

Ngoài ra, kết quả nghiên cứu cũng cho thấy kích thước miếng xoài khi được chần cũng ảnh hưởng đến hàm lượng vitamin C còn lại của sản phẩm trong quá trình bảo quản lạnh đông. Cụ thể, khi mẫu có kích thước lớn hơn được sử dụng trong quá trình chần (M2) thì hiệu quả giữ vitamin C kém hơn so với kích thước nhỏ hơn (M1). Kết quả ở Hình 1A

cho thấy sau 45 ngày bảo quản thì hàm lượng vitamin C còn lại trong mẫu M1 là 12,26 mg% và mẫu M2 là 8,9 mg%. Hình 1B cho thấy tỷ lệ thất thoát vitamin C ở mẫu M1 là 38,17%, trong khi đó tỷ lệ này ở mẫu M2 là 54,32%. Kết quả này có thể được giải thích là do kích thước miếng xoài lớn hơn thì khi được chần khả năng tiêu diệt các loại enzyme và khả năng loại không khí ra khỏi gian bào của nguyên liệu kém hơn. Do đó trong quá trình nguyên liệu được bảo quản, dưới tác động của các yếu tố này thì vitamin C bị tổn thất nhiều hơn ở mẫu có kích thước lớn (Priyadarshini et al., 2023).

3.4. Ảnh hưởng của quá trình chần và bảo quản lạnh đông đến hàm lượng carotenoid trong puree xoài

Hàm lượng carotenoid trong xoài tương đối ổn định trong quá trình chần (Hình 2A). Trong quá trình này, dưới tác dụng của nhiệt độ thì carotenoid cũng sẽ hòa tan một phần ra môi trường nước nhưng không đáng kể vì carotenoid là hợp chất tan trong dầu (Skrede, 1996). Cụ thể mẫu đối chứng có hàm lượng carotenoid là 41,92 $\mu\text{g/g}$, sau quá trình chần thì hàm lượng chất này là 40,78 $\mu\text{g/g}$ cho mẫu M1 và 41,16 $\mu\text{g/g}$ cho mẫu M2.



Hình 2. Ảnh hưởng của quá trình chần và bảo quản lạnh đông đến hàm lượng carotenoid của puree xoài

(M1: kích thước nguyên liệu xoài 7x2x1cm, M2: kích thước nguyên liệu xoài 10x2x1cm)

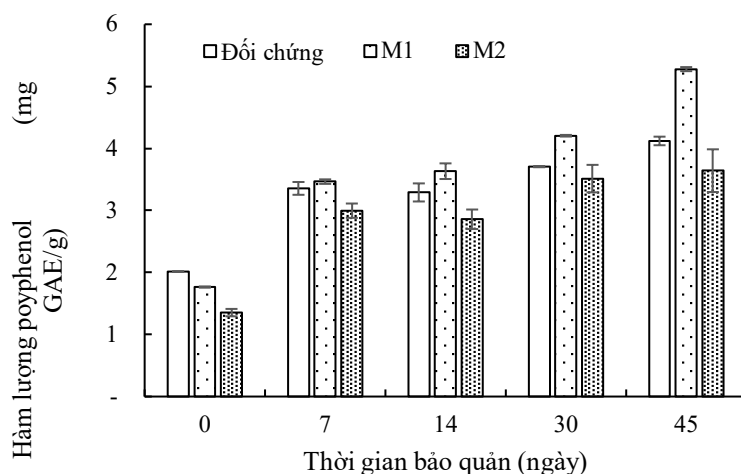
Trong quá trình bảo quản lạnh đông, kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng carotenoid giảm dần theo thời gian bảo quản cho tất cả các mẫu thí nghiệm (Hình 2A). Tuy nhiên, mức độ giảm ở hai loại mẫu (có xử lý nhiệt và không xử lý nhiệt) là khác nhau. Cụ thể, mẫu đối chứng có tỷ lệ hàm lượng carotenoid giảm nhiều hơn hai mẫu còn lại (Hình 2B). Ở mẫu đối chứng, mức độ giảm là 7,47% sau 45 ngày bảo quản, so với hai mẫu còn lại M1 và M2 là 2,69% và 5,29%, theo thứ tự. Nguyên nhân được cho là hai mẫu M1 và M2 khi được chần trong nước nóng đã loại bỏ được không khí trong gian bào. Bằng cách này, phản ứng oxy hóa không mong muốn xảy ra trong quá trình bảo quản lạnh đông sản phẩm đã được giảm thiểu. Phản ứng oxy hóa là một trong các nguyên nhân gây giảm carotenoid trong sản phẩm (Skrede, 1996). Bằng một cách xử lý khác để bảo quản xoài, nghiên cứu của Ramana et al. (1984) cho thấy mẫu xoài được bảo quản lạnh đông tự nhiên sẽ có hàm lượng carotenoid thấp hơn nhiều (còn lại 64%) so với mẫu đã được xử lý bằng cách thêm acid ascorbic (còn lại 85%) sau 10 tháng tồn trữ.

Tương tự như đối với vitamin C, kích thước miếng xoài được chần cũng ảnh hưởng đến hiệu quả

của quá trình chần. Kích thước miếng xoài lớn, hiệu quả chần sẽ kém hơn và việc đuổi không khí ra khỏi gian bào của nguyên liệu sẽ kém (Priyadarshini et al., 2023). Do đó trong quá trình bảo quản, tỷ lệ phân hủy carotenoid ở mẫu này cũng cao hơn (Hình 2B).

3.5. Ảnh hưởng của quá trình chần và bảo quản lạnh đông đến hàm lượng polyphenol tổng của puree xoài

Tương tự như các vi chất dinh dưỡng khác trong trái cây, khi xoài được chần trong nước nóng thì cũng có một phần polyphenol hòa tan vào nước chần, đồng thời ở nhiệt độ cao thì polyphenol cũng sẽ bị phân hủy (Skrede, 1996). Kết quả là hàm lượng polyphenol tổng trong mẫu đối chứng cao hơn so với hai mẫu được chần (Hình 3). Trong báo cáo của Nguyen et al. (2022), kết quả đã cho thấy nhiệt độ xử lý càng cao và/hoặc thời gian xử lý càng dài thì lượng polyphenol trong sản phẩm bị mất đi càng nhiều. Cụ thể, khi các tác giả này xử lý nhiệt đối với nước ép dầu hạ châu ở điều kiện xử lý nhiệt ở 85°C trong 2 phút thì hàm lượng polyphenol còn lại 268,54 mgGAE/L cao hơn so với khi xử lý ở 85°C trong 6 phút thì polyphenol còn lại 245,26 mgGAE/L.



Hình 3. Ảnh hưởng chần và bảo quản lạnh đông đến hàm lượng polyphenol tổng

(M1: kích thước nguyên liệu xoài 7x2x1cm, M2: kích thước nguyên liệu xoài 10x2x1cm)

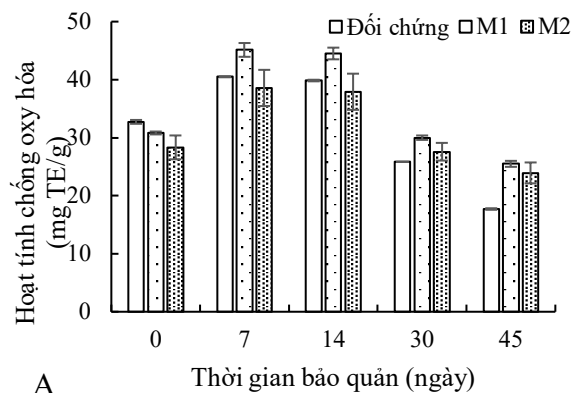
Kết quả ở Hình 3 cho thấy, trong quá trình bảo quản lạnh đông puree xoài, thì hàm lượng polyphenol tổng tăng đều theo thời gian bảo quản. Theo nghiên cứu của Ha et al. (2017) trên sản phẩm bột cà rốt sấy phun được bảo quản lạnh ở -18°C trong thời gian 3 tháng cho thấy, hàm lượng polyphenol tăng từ 758,54 mgGAE/100g chất khô lên 979,10 mgGAE/100g chất khô. Điều này có thể được giải thích do trong quá trình làm lạnh đông, các phân tử nước trong tế bào thực vật đóng băng làm xuất hiện tinh thể đá. Chúng làm tổn thương vách tế bào của nguyên liệu thực vật, vì thế quá trình trích ly polyphenol đạt hiệu quả cao hơn. Bên cạnh đó, dưới tác động của xử lý nhiệt (chần) sẽ giúp cho việc phá vỡ vách tế bào thực vật bởi các tinh thể đá càng dễ dàng hơn. Điều này giúp cho việc giải phóng polyphenol ra ngoài tế bào nhiều hơn trong quá trình trữ đông (Hình 3).

3.6. Ảnh hưởng của quá trình chần và bảo quản lạnh đông đến hoạt tính chống oxy hóa của puree xoài

Hoạt tính chống oxy hóa là một đặc tính thể hiện chức năng của các hợp chất sinh học trong sản phẩm như polyphenol, vitamin C,... Vì vậy, giá trị của tính chất này trong puree xoài khi được bảo quản lạnh đông sẽ thay đổi theo sự thay đổi của các hợp chất sinh học tương ứng. Kết quả nghiên cứu ở Hình 4 cho thấy hoạt tính chống oxy hóa ở mẫu được chần có giảm hơn so với mẫu đối chứng. Kết quả này đồng pha với sự thay đổi hàm lượng polyphenol

tổng (Hình 3) và hàm lượng vitamin C (Hình 1A). Kết quả nghiên cứu ở Hình 4 cũng phù hợp với nghiên cứu về quả hồng Đà Lạt của Nguyen & Mai (2018), quả hồng sau khi được chần có hoạt tính chống oxy hóa còn lại 39,41% thấp hơn mẫu hồng không được chần là 41,83%. Hiện tượng này do sự khuếch tán của một số cấu tử tan từ nguyên liệu vào trong nước của quá trình chần làm thay đổi thành phần chất tan của nguyên liệu, đặc biệt là các hợp chất có hoạt tính sinh học (Figuerola et al., 2005).

Trong quá trình bảo quản lạnh đông, hoạt tính chống oxy hóa của puree xoài tăng trong 7 ngày đầu của quá trình bảo quản (Hình 4). Kết quả này phản ánh đúng theo xu hướng tăng của hàm lượng polyphenol tổng trong quá trình bảo quản lạnh đông (Hình 3), cộng với xu hướng giảm không nhiều trong quá trình bảo quản lạnh đông của hàm lượng vitamin C (Hình 1A). Tuy nhiên, sau ngày thứ 7 và đặc biệt là sau ngày thứ 14 của quá trình bảo quản, thì hàm lượng polyphenol tổng tăng không đáng kể (Hình 3), kết hợp với hàm lượng vitamin C giảm mạnh mẽ hơn trong quá trình bảo quản. Kết quả là sau 14 ngày được bảo quản thì hoạt tính chống oxy hóa của puree xoài bắt đầu chuyển sang xu hướng giảm cho đến ngày bảo quản thứ 45 (Hình 4). Khi so sánh kích thước của miếng xoài được sử dụng trong quá trình chần, thì kết quả về sự thay đổi hoạt tính chống oxy của sản phẩm cũng cùng xu hướng với sự thay đổi của hàm lượng polyphenol và hàm lượng vitamin C (Hình 1, Hình 3 và Hình 4).



Hình 4. Ảnh hưởng quá trình chần và bảo quản lạnh đông đến hoạt tính chống oxy hóa của puree xoài

(M1: kích thước nguyên liệu xoài 7x2x1cm, M2: kích thước nguyên liệu xoài 10x2x1cm)

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy để bắt hoạt được hoàn toàn enzyme POD trên bề mặt của miếng xoài thì điều kiện chần được sử dụng là: (i) kích thước miếng xoài 7x2x1 và 10x2x1 cm, (ii) tỷ lệ NL:NC là 1:30 (w/v), (iii) nhiệt độ chần là 100°C và (iv) thời gian chần là 120 giây. Phương pháp chần trong nước nóng sẽ làm giảm các hợp chất có hoạt tính sinh học của sản phẩm puree xoài so với mẫu đối chứng. Trong quá trình bảo quản lạnh đông, hầu hết các hợp chất này đều giảm theo thời gian bảo quản, trừ trường hợp của hợp chất polyphenol tổng đi ngược lại xu hướng. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu cũng cho thấy trong quá trình bảo quản lạnh đông puree xoài,

nếu có kết hợp với chần trước khi bảo quản, thì tỷ lệ mất mát các hợp chất có hoạt tính sinh học sẽ giảm đi so với mẫu không chần. Bên cạnh đó, kích thước miếng xoài được sử dụng trong quá trình chần cũng ảnh hưởng đến sự mất mát này, miếng xoài có kích thước nhỏ (7x2x1 cm) thì sự mất mát này ít hơn so với miếng xoài có kích thước lớn (10x2x1 cm).

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được thực bởi sự hỗ trợ kinh phí từ đề tài “Phát triển sản phẩm dinh dưỡng và gia tăng giá trị kinh tế cho phụ phẩm từ quả xoài Cát Chu” (Mã số B2022-TCT-12) do Bộ Giáo dục và Đào tạo tài trợ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO (REFERENCES)

- Akissoe, N., Hounhouigan, J., Mestres, C., & Nago, M. (2003). How blanching and drying affect the colour and functional characteristics of yam (*Dioscorea cayenensis-rotundata*) flour. *Food Chemistry*, 82(2), 257-264. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00546-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00546-0)
- Augustin, M. A., Ghazali H. M. & Hashim, H. (1985). Polyphenoloxidase from guava (*Psidium guajava* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 36(12), 1259-1265. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740361209>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science. Technology.-Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie U Technol.*, 28(1), 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Brecht, J. K., & Sidhu, J. S. (2017). *Handbook of mango fruit: Production, postharvest science, processing technology and nutrition*. John Wiley & Sons Ltd. DOI:10.1002/9781119014362.
- El-Ashwah, F. A., El-Manawaty, H. K., Habashy H. N., & El-Shiaty, M. A. (1974). Effect of storage on fruit juices: Frozen lime juice. Review. *Agricultural Research*, 52(9), 79-89.
- Figuerola, F., Hurtado, M. L., Estevez, A. M., Chiffelle I., & Asenjo, F. (2005). Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry*, 91, 395-401. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.04.036>
- Ghamnam, N. A., & Jaiswal, A. K. (2015). Blanching as a Treatment Process: Effect on Polyphenol and Antioxidant Capacity of Cabbage, in Victor P., *Processing and Impact on Active Component in Food*. (pp. 35-43) Discover the world's research, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404699-3.00005-6>.
- Guiamba, I. R. F., & Svanberg, U. (2016). Effects of blanching, acidification, or addition of EDTA on vitamin C and carotene stability during mango puree preparation. *Food Science & Nutrition*,

- 4(5), 706-715.
<https://doi.org/10.1002/fsn3.335>
- Ha T. T. Nga, Hoang T. N. N., Vu H. Y., Dang T. M., & Dong T. A. D. (2017). Effects of spray-drying on carotenoid, phenolic content and dpph of carrot powder and application in food grades. *Van Hien University Journal of Science*, 5(4), 106-111 (in Vietnamese).
<https://doi.org/10.58810/vhujs.5.4.2017.5432>
- Huber, M., Hintermann, G., & Lerch, K. (1985). Primary structure of tyrosinase from *Streptomyces glaucescens*. *Biochemistry*, 24(22), 6038-6044.
<https://doi.org/10.1021/bi00343a003>
- Huynh, N. T., Smagghe, G., Gonzales, G. B., Van Camp, J., & Raes, K. (2014). Enzyme-assisted extraction enhancing the phenolic release from cauliflower (Brassica oleracea L. var. botrytis) outer leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62, 7468-7476.
<https://doi.org/10.1021/jf502543c>
- Jaiswal, A. K., Gupta, S., & Abu-Ghannam, N. (2012). Kinetic evaluation of color, texture, polyphenols and antioxidant capacity of Irish York cabbage after blanching treatment. *Food Chemistry*, 131, 63-72.
doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.08.032
- Jayaraman, K. S. (1982). Enzymatic browning in some banana varieties as related to polyphenoloxidase activity and other endogenous factors. *Journal of Food and Science Technology*, 19, 181-186.
- Lakshminarayana, S., Subhadra N. V., & Subramanyam, H. (2015). Some aspects of developmental physiology of the mango fruit. *Journal of Horticultural Science*, 45(2), 133-142.
<https://doi.org/10.1080/00221589.1970.11514339>
- Maldonado-Celis, M. E., Yahia, E. M., Bedoya, R., Ladazura, P., Loango, N., Aguillon, J., Restrepo, B., & Ospina, J. C. G. (2019). Chemistry Composition of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit. Nutritional and Phytochemistry. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1-21. doi: 10.3389/fpls.2019.01073.
- Nguyen, B. V., & Le, T. P. (2011). *Fruits*. Can Tho University Publishing house (in Vietnamese).
- Nguyen, H. X., Do, T. T. N., Doan, T. K. T., Tran, C. L., Pham, C. D., Nguyen, T. M. D., Le T. P. A., Huynh, T. T. N., Nguyen, T. N. D., Hua, L. D., Tran, N. K., Chieu, P. N., Le, T. K. X., Nguyen, T. B. X., & Nguyen, C. H. (2022). Influence of thermal processing on total polyphenols content, total flavonoids content, vitamin C, gallic acid and antioxidant activity of Burmese grape (*Baccaurea ramiflora* Lour.). *Can Tho University Journal of Science*, 58(2), 38-47 (in Vietnamese).
<https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2022.118>
- Nguyen, M. C., & Nguyen, P. T. (2006). Effects of pH and temperature on browning caused by peroxidase enzyme of lotus seeds, *Can Tho University Journal of Science*, 6, 24 – 32 (in Vietnamese).
- Nguyen Q. V., & Mai, T. H. A. (2018). Conditions for production of Đa Lat persimmon powder (*Diospyros Kaki* T.). *Hue University of Science*, 127(3), 173-184 (in Vietnamese).
<https://doi.org/10.26459/hueuni-jard.v127i3A.4539>
- Ordoñez-Santos L. E., & Ledezma-Realpe, D. P. (2013). Lycopene Concentration and Physico-Chemical Properties of Tropical Fruits. *Food and Nutrition Sciences*, 4, 758-762.
<https://doi.org/10.4236/fns.2013.47097>
- Patthamakanokporn, O., Puwastien, P., Nitithamyong A. And Sirichakwal, P. (2008). Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21(3), 241-248.
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2007.10.002>
- Pham, V. S., & Bui, T. N. T. (1991). *Food analysis*. Science and Technics Publishing House, 608tr (in Vietnamese).
- Potosí-Calvache, D. C., Vanegas-Mahecha P., & Martínez-Correa, H. A. (2017). Convective drying of squash (*Cucurbita moschata*): Influence of temperature and air velocity on effective moisture diffusivity, carotenoid content and total phenols. *Universidad Nacional de Colombia*, 84(202), 112-119.
<https://doi.org/10.15446/dyna.v84n202.63904>
- Priyadarshini, A., Rayaguru, K., Biswal, A. K., Panda, P. K., Lenka, C., & Misra, P. K. (2023). Impact of conventional and ohmic blanching on color, phytochemical, structural, and sensory properties of mango (*Mangifera indica* L.) cubes: A comparative analysis. *Food Chemistry Advances*, 2, 1-11.
<https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100308>
- Ramana, V., Ramaswamy, H. S., Prasad, B. A., Patwardhan M. V., & Ranganna, S. (1984). Freezing preservation of Totapuri mango pulp. *Journal of Food Science Technology*, 21, 282-293.
- Siddiq, M., Akhtar, S., & Siddiq, R. (2012). Tropical and Subtropical Fruits: Postharvest Physiology, Processing and Packaging. *John Wiley & Sons Inc*, 15, 277-297.
<https://doi.org/10.1002/9781118324097>
- Skrede, G. (1996). Freezing Effects on Food Quality. *Marcel dekker, New York*, 15, 247-298.
- Vamos-Vigyazo, L., & Haard, N. F. (1981). Polyphenol oxidases and peroxidases in fruits and vegetables. Critical Reviews. *Food Science & Nutrition*, 15(1), 49-127.
<https://doi.org/10.1080/10408398109527312>