



DOI:10.22144/ctujos.2025.224

TÁC ĐỘNG CỦA QUÁ TRÌNH CHẦN ĐẾN HIỆU QUẢ LÊN MEN VÀ CHẤT LƯỢNG THỊT NHẪN IDOR (*Dimocarpus longan* Lour.) LÊN MEN LACTIC SẤY THĂNG HOA

Phan Minh Trọng, Tô Nguyễn Phước Mai, Nguyễn Văn Mười và Trần Thanh Trúc*

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

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

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 21/07/2025

Sửa bài (Revised): 02/08/2025

Duyệt đăng (Accepted): 14/11/2025

Title: Effect of blanching on fermentation efficiency and quality of freeze-dried lactic-fermented Idor longan (*Dimocarpus longan* Lour.) pulp

Author: Phan Minh Trong, To Nguyen Phuoc Mai, Nguyen Van Muoi and Tran Thanh Truc*

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

TÓM TẮT

Thịt nhãn Idor là nguồn nguyên liệu giàu carbohydrate và hợp chất sinh học, tiềm năng ứng dụng làm probiotic. Tuy nhiên, cấu trúc mô đặc trưng có thể cản trở sự phát triển của vi khuẩn lactic. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của quá trình chần đến hiệu quả lên men lactic, chất lượng và khả năng sống sót của vi khuẩn lactic trong thịt cơm nhãn Idor sau lên men và sấy thăng hoa. Nguyên liệu chần ở 50, 60, 70 và 80°C trong thời gian 5 - 20 phút (bước nhảy 5 phút), chủng vi khuẩn *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 làm chủng khởi đầu. Chỉ tiêu đánh giá gồm pH, acid lactic, đường khử sau lên men, độ ẩm, độ hoạt động của nước (a_w), độ giòn và mật số vi khuẩn sau sấy. Kết quả cho thấy chần ở 60°C trong 10 phút thích hợp cho lên men thịt nhãn và ổn định chất lượng với pH ở mức $3,96 \pm 0,02$; acid lactic $0,259 \pm 0,014\%$; đường khử $2,84\%$; độ ẩm $4,67 \pm 0,47\%$; a_w $0,47 \pm 0,01$; độ giòn $2.407,66 \pm 82,56$ gf; mật số vi khuẩn lactic $8,53 \log$ CFU/g. Kết quả nghiên cứu giúp khẳng định vai trò của tiền xử lý chần trong cải thiện môi trường nền, nâng cao hiệu quả lên men và tính ổn định của sản phẩm probiotic từ nhãn.

Từ khóa: *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12, chần, lên men, nhãn Idor, probiotic, sấy thăng hoa

ABSTRACT

Idor longan pulp is rich in carbohydrates and bioactive compounds, with potential as a probiotic substrate. However, its dense tissue structure may hinder the growth and activity of lactic acid bacteria (LAB). This study investigated the effects of blanching pretreatment on lactic fermentation efficiency, product quality, and LAB viability in fermented and freeze-dried Idor longan pulp. Blanching was carried out at 50, 60, 70, and 80°C for 5 to 20 minutes (5-minute intervals), followed by fermentation using *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12. Key parameters included pH, lactic acid, reducing sugars (post-fermentation); moisture content, water activity (a_w), texture crispness, and viable cell count (post-drying). Blanching at 60°C for 10 minutes yielded optimal outcomes: pH 3.96 ± 0.02 , lactic acid $0.259 \pm 0.014\%$, reducing sugars 2.84% , moisture $4.67 \pm 0.47\%$, a_w 0.47 ± 0.01 , crispness $2,407.66 \pm 82.56$ gf, and LAB viability of $8.53 \log$ CFU/g. The findings confirm that blanching pretreatment improves the substrate environment, enhances fermentation performance, and stabilizes the quality of longan-based probiotic products.

Keywords: *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12, blanching, fermentation, freeze-dried, Idor longan, probiotic

1. GIỚI THIỆU

Trái cây tươi là nguồn cung cấp các vitamin, khoáng chất, thành phần chống oxy hóa tích cực cho cơ thể và đặc biệt được người tiêu dùng ưa chuộng (Da Silva et al., 2014). Tại Việt Nam nhãn (*Dimocarpus longan*) là loại cây trồng mang lại giá trị kinh tế cao (Tran & Do, 2011). Zhang et al. (2020) cho rằng phần thịt quả nhãn tươi chứa nhiều thành phần dinh dưỡng quan trọng, bao gồm protein thô (1,2%), carbohydrate (12,38 - 22,55%), lipid (0,1%) và chất xơ (1,1%). Bên cạnh đó, thịt quả nhãn còn chứa một số vitamin và khoáng chất trong đó hàm lượng cao đáng kể là kali (266 mg/100 g) và vitamin C (43,12 - 163,7 mg/100 g). Tuy nhiên, quả nhãn có thời gian bảo quản tương đối ngắn do đặc điểm vỏ mỏng và phần thịt quả mọng nước, dễ bị suy giảm chất lượng dưới tác động của các yếu tố vật lý, hóa học và vi sinh vật. Sự hư hỏng thường xảy ra trong suốt quá trình sau thu hoạch, đặc biệt khi điều kiện thu hoạch, vận chuyển và bảo quản không được tiến hành đúng cách (Tripathi, 2021).

Ở các nghiên cứu trước đây, việc xem xét cách thức giúp ổn định chất lượng và kéo dài thời gian bảo quản quả nhãn thông qua các phương pháp tiền xử lý trước bảo quản đã được thực hiện, trong đó các phương pháp hóa học như xông SO_2 , ClO_2 , xử lý bằng ozone hay *L*-cysteine hydrochloride được báo cáo về hiệu quả trong việc cải thiện chất lượng nhãn trong quá trình bảo quản (Chen et al., 2020). Tuy nhiên ở điều kiện nhiệt độ phòng chất lượng quả nhãn được duy trì trong khoảng 8 ngày bảo quản (Long et al., 2022; Li et al., 2018; Joradol et al., 2019). Các hư hỏng, suy giảm chất lượng củ quả nhãn trong quá trình bảo quản chủ yếu liên quan đến việc kiểm soát nhiệt độ bảo quản, độ ẩm, loại bao bì, bao gói (Lin et al., 2020). Giới hạn về thời gian bảo quản của quả nhãn tươi đặt ra yêu cầu cấp thiết trong việc mở rộng hướng chế biến thành các sản phẩm giá trị gia tăng nhằm giảm thiểu tổn thất sau thu hoạch và tối ưu hóa giá trị kinh tế của loại quả này. Tuy vậy hiện nay các sản phẩm chế biến sâu từ quả nhãn là tương đối hạn chế dừng lại ở những sản phẩm dạng long nhãn sấy khô, nhãn om sen, nhãn ngâm nước đường đóng lon, trà kombucha oolong nhãn (Nguyen et al., 2021),...

Lên men lactic là một phương pháp phổ biến thường được sử dụng trên nguồn nguyên liệu rau của quả giúp duy trì, cải thiện các đặc tính dinh dưỡng và góp phần đa dạng hóa sản phẩm (Di Cagno et al., 2013). Ngoài ra, nguồn vi khuẩn lactic được phân lập từ các loại thực phẩm lên men truyền thống đã được chứng minh về vai trò probiotic tiềm năng của

chúng (Swain et al., 2014). Bên cạnh chi *Lactobacillus* thì chi *Bifidobacterium* được coi là một trong những nhóm vi khuẩn probiotic có tiềm năng sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực hay được áp dụng vào quá trình lên men thực phẩm (Prasanna et al., 2014). Quá trình lên men thực phẩm truyền thống cần được tiến hành một cách cẩn thận từ nguồn nguyên liệu đến công thức và cả quy trình lên men (Li & Gänzle, 2020). Mặt khác, chủng khởi đầu được sử dụng trong kỹ thuật lên men là các vi khuẩn lactic giúp ổn định và cải thiện hương vị sản phẩm lên men được ưa chuộng hơn (Ossowski et al., 2025). Hiện nay, các sản phẩm có đặc tính chức năng, các sản phẩm chứa hoạt tính sinh học hay các sản phẩm chứa probiotic đặc biệt được quan tâm (Marrero et al., 2019). Probiotic được sử dụng dưới dạng thực phẩm chức năng, ngâm tẩm vào thực phẩm, bổ sung vào quá trình lên men hay dùng làm thực phẩm bổ sung ghi nhận những kết quả khá quan trọng (Aspri et al., 2020). Theo Huang et al. (2019), thành phần polysaccharide có trong cùi nhãn (thịt cơm nhãn) có đặc tính prebiotic tiềm năng, qua quá trình lên men càng làm củng cố thành phần sinh học và tác dụng của chúng.

Chần là một trong những phương pháp tiền xử lý được sử dụng nhiều trong quá trình chế biến và bảo quản. Quá trình chần góp phần làm mềm mô, cải thiện tính thấm, tăng cường tính truyền nhiệt, truyền khối, vô hoạt hay hoạt hóa enzyme và tác động đến mật số vi sinh vật có trong nguyên liệu (Wang et al., 2017). Bên cạnh đó, công đoạn chần có tác động tích cực đến quá trình lên men tiếp theo, kết quả báo cáo trước đây của Ayo-Omogie et al. (2021) cho thấy quá trình xử lý chần trước khi lên men tỏ ra hiệu quả hơn đối với chuối Cardaba. Quá trình tiền xử lý chần nguyên liệu thực vật có tác động đến khả năng vô hoạt enzyme polyphenol oxidase (PPO) hay hoạt hóa pectin methylesterase (PME), PPO có ý nghĩa đối với hiệu quả cải thiện màu sắc (ngăn ngừa hóa nâu), trong khi PME góp phần cải thiện cấu trúc nguyên liệu khi kết hợp với ion Ca^{2+} hình thành pectate calcium (Zhang et al., 2019; Van Buren, 1979). Kết quả ở nghiên cứu khác của Gocan et al. (2021) đã cho thấy tiền xử lý chần có vai trò quan trọng trong việc cải thiện cấu trúc và hiệu quả lên men lactic dưa leo. Quá trình lên men lactic hành tím (*Allium ascalonicum*) chịu ảnh hưởng đáng kể bởi công đoạn tiền xử lý, trong đó, chần nguyên liệu ở 95 °C trong 20 giây đã được chứng minh có hiệu quả trong việc ổn định chất lượng cảm quan và cấu trúc. Bên cạnh đó, việc bổ sung chủng *Lactobacillus plantarum* với mật số ban đầu 10^8 CFU/mL góp

phần làm tăng hoạt tính chống oxy hóa của sản phẩm sau lên men (Nguyen, 2019).

Tóm lại, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá tác động của quá trình tiền xử lý chần đến sự thay đổi về đặc tính và chất lượng của thịt com nhãn lên men sấy thăng hoa khi sử dụng chủng vi khuẩn khởi đầu *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12. Thông qua đó, kết quả nghiên cứu góp phần phát triển một hướng đi mới trong chế biến nhãn, mở rộng tiềm năng ứng dụng lên men lactic và đa dạng hóa các sản phẩm từ quả nhãn theo hướng sáng tạo và giàu giá trị sinh học.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Nhãn Idor dùng trong nghiên cứu ở độ chín thu hoạch đáp ứng theo TCVN 9768:2013 về “Nhãn quả tươi” được thu mua trực tiếp tại các vườn thuộc các tỉnh Bến Tre, Vĩnh Long và Cần Thơ. Công đoạn thu hái được tiến hành vào buổi sáng, tránh thu hoạch lúc trời quá nắng hoặc mưa và được thu hoạch thành từng chùm lớn. Sau khi thu hái, nhãn được vận chuyển ngay về phòng thí nghiệm trong các túi nilon kèm với lá nhãn (mục đích chống sốc). Tại phòng thí nghiệm, nhãn được cắt rời từng quả, loại bỏ các quả dập, nứt vỏ, hư hỏng; các quả có kích thước đồng đều thuộc nhóm mã kích cỡ 5 (đường kính dao động từ 24 đến 25 mm) chia vào các túi lưới (khoảng 500 g/túi) chuẩn bị cho quá trình chần.

Chủng vi khuẩn *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 dưới dạng hạt sấy thăng hoa của Công ty Chr. Hansen (Đan Mạch), được cung cấp bởi chi nhánh công ty Chr. Hansen Malaysia Sdn. Bhd. tại Việt Nam (Quận 1, Thành phố Hồ Chí Minh). Mật số 10^{11} CFU/g được bảo quản ở nhiệt độ -18°C theo quy định của nhà sản xuất.

Hóa chất: sodium chloride (NaCl, Xilong - Trung Quốc, > 99,5%); calcium chloride (CaCl_2 , Xilong - Trung Quốc, > 97,0%); potassium chloride (KCl, Xilong - Trung Quốc, $\geq 99,5\%$); sodium hydroxide (NaOH, Xilong - Trung Quốc, > 96%); môi trường Lactobacillus MRS broth (Himedia, Ấn Độ); agar agar (Việt Nam); phenolphthalein (Merck, Đức); hydrochloric acid (HCl, Xilong - Trung Quốc, 36%); copper (II) sulfate pentahydrate (CuSO_4 , Merck - Đức, $\geq 99,0\%$); potassium sodium tartrate ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, Xilong - Trung Quốc, $\geq 99,0\%$); methylene blue (Merck, Đức); 2,6-dichlorophenolindophenol sodium salt dihydrate (Himedia, Ấn Độ).

2.2. Nội dung nghiên cứu

Nhãn được chuẩn bị theo mô tả ở mục 2.1, công đoạn chần được tiến hành trong bể điều nhiệt (Water bath Cole-Parmer WB-400, Trung Quốc) với các điều kiện nhiệt độ và thời gian khác nhau để đánh giá ảnh hưởng đến quá trình lên men và chất lượng sản phẩm cuối. Tỷ lệ nguyên liệu (nhãn nguyên quả) so với nước chần là 1:5 (w/v), bốn mức nhiệt độ được tiến hành đánh giá bao gồm 50, 60, 70 và 80°C lần lượt ở các thời gian thay đổi là 5, 10, 15 và 20 phút; nhãn sau chần được làm lạnh nhanh bằng hỗn hợp nước đá ($0 - 4^{\circ}\text{C}$) để kết thúc quá trình tiền xử lý. Nhãn sau chần được thực hiện tách thu nhận thịt, loại bỏ vỏ và hạt bằng dụng cụ chuyên dụng, quá trình đảm bảo giữ trong điều kiện lạnh bằng hỗn hợp nước đá. Thịt com nhãn thu nhận được chuyển vào dụng cụ lên men (keo thủy tinh) để chuẩn bị cho quá trình lên men.

2.3. Chuẩn bị huyền phù vi khuẩn

Chủng vi khuẩn *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 sấy thăng hoa được hoạt hóa và trữ đông ở nhiệt độ -18°C (Fritzen-Freire et al., 2012), được xem là dung dịch gốc. Dung dịch gốc được cấy vào môi trường MRS broth, ủ trong điều kiện kỵ khí ở $37 \pm 2^{\circ}\text{C}$ trong 48 giờ. Sau đó, sinh khối vi khuẩn được thu nhận bằng cách ly tâm ở 4.000 vòng/phút trong 15 phút ở 25°C (thiết bị ly tâm DLAB, model DM0412, Trung Quốc), gạn bỏ phần dịch trong. Sinh khối được rửa lại 03 lần bằng nước muối sinh lý vô trùng (0,9% NaCl), sau cùng sinh khối được tái huyền phù bằng dung dịch nước muối sinh lý vô trùng (Batrinou et al., 2024).

2.4. Lên men thịt com nhãn

Quá trình lên men được tiến hành bằng cách rót dung dịch lên men vô trùng gồm 0,25% NaCl và 0,2% CaCl_2 (dựa trên kết quả nghiên cứu thăm dò) với tỷ lệ dung dịch lên men và thịt com nhãn là 1:1 (w/v). Huyền phù vi khuẩn (mật số 10^9 CFU/mL) được bổ sung với tỷ lệ 1,0 mL huyền phù cho 99 mL dung dịch lên men (tương ứng 100 g nguyên liệu thịt com nhãn), đảo trộn đều. Điều kiện lên men được cố định ở nhiệt độ 30°C trong 20 giờ. Sau 20 giờ lên men (pH dịch lên men < 4,5 và mật số vi khuẩn lactic đạt trên 10^8 CFU/g – dựa trên kết quả thăm dò), thịt com nhãn được thu nhận và chuyển sang giai đoạn cấp đông chuẩn bị cho sấy thăng hoa.

2.5. Sấy thăng hoa thịt com nhãn lên men

Nhãn sau khi lên men theo mô tả ở mục 2.4 được thu nhận và chuyển vào các khay sấy thăng hoa. Quá trình cấp đông được diễn ra ở nhiệt độ môi trường

cấp đông là -80°C bằng tủ đông sâu (PHC, MDF-U74V-PB, Nhật Bản) cho đến khi nhiệt độ tâm đạt -40°C (sử dụng đầu đo type K) thì chuyển sang thiết bị sấy thăng hoa (CoolSafe Touch 55-15, Đan Mạch, có công suất 800 W). Nhiệt độ buồng ngưng là -45°C, giai đoạn sấy chính ở nhiệt độ -1°C trong 42 giờ, giai đoạn sấy phụ diễn ra ở 40°C trong 6 giờ tiếp theo. Thịt com nhân lên men lactic sấy thăng hoa được bảo quản trong các bao bì mPET (metallized Polyethylene terephthalate) và bảo quản ở điều kiện mát của tủ lạnh (4 - 6°C) để sử dụng cho phân tích các đặc tính chất lượng.

2.6. Phương pháp phân tích

Độ ẩm (%): Xác định bằng phương pháp sấy ở 105°C đến khối lượng của 03 lần cân liên tiếp gần nhất không đổi, theo AOAC 934.06;

Giá trị pH: Xác định bằng thiết bị đo pH TOA DKK (model HM-41X; pH 0÷14; Nhật Bản);

Hàm lượng đường khử (%): Theo phương pháp Bertand (Pham & Bui, 1991);

Hàm lượng acid (%), tính theo acid lactic): Chuẩn độ bằng dung dịch NaOH 0,1N với phenolphthalein làm chất chỉ thị đến khi xuất hiện màu hồng nhạt; theo TCVN 5483:2007;

Cấu trúc sản phẩm (độ giòn, g_f): Xác định bằng thiết bị phân tích cấu trúc thực phẩm model TA.XT plus (Vương Quốc Anh), ít nhất 10 lần/mẫu;

Độ hoạt động của nước (a_w): Xác định bằng thiết bị Water activity meter WA-60A (Trung Quốc), đo độ hoạt động của nước ở nhiệt độ 20°C;

Mật số vi khuẩn lactic (log CFU/g): Phương pháp đĩa được sử dụng để xác định mật số vi khuẩn lactic trên môi trường MRS-agar và ủ trong điều kiện 30±2°C trong 48 giờ (Ossowski et al., 2025).

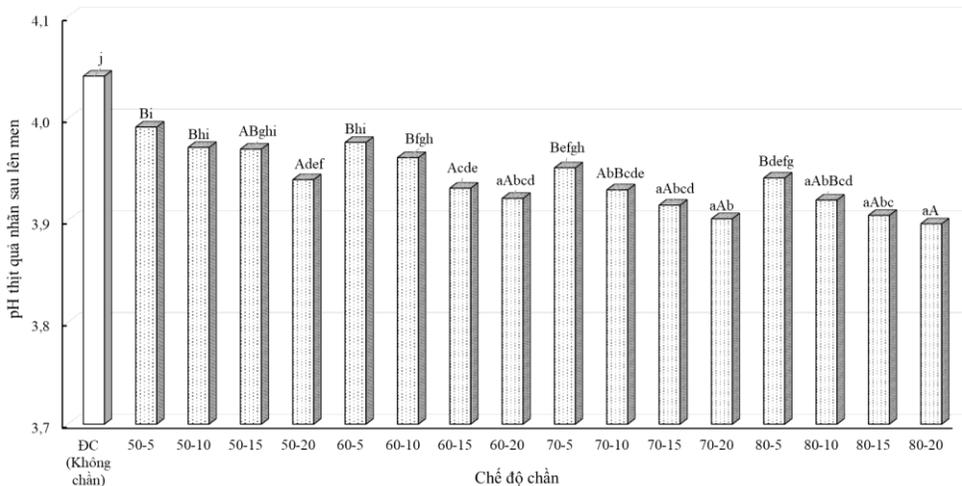
2.7. Phương pháp thu nhận và xử lý số liệu

Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với số lần lặp lại ít nhất là 03. Các kết quả phân tích được tổng hợp, xử lý bằng phần mềm Excel 2019; trong khi, các phân tích thống kê được tiến hành bằng phần mềm Statgraphics Centurion XV.I. Phân tích phương sai (ANOVA) được thực hiện ở mức ý nghĩa 95%, kèm theo kiểm định LSD để so sánh sự khác biệt giữa các nhóm.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của quá trình tiền xử lý chân đến hiệu quả lên men lactic thịt com nhân Idor

Các thông số về pH thịt quả, hàm lượng acid (tính theo acid lactic) và hàm lượng đường khử của các mẫu thịt com nhân lên men lactic ở các chế độ xử lý chân khác nhau được ghi nhận và tổng hợp ở Hình 1, Hình 2 và Hình 3.



Hình 1. Ảnh hưởng của chế độ chân đến sự thay đổi pH thịt quả nhân lên men lactic

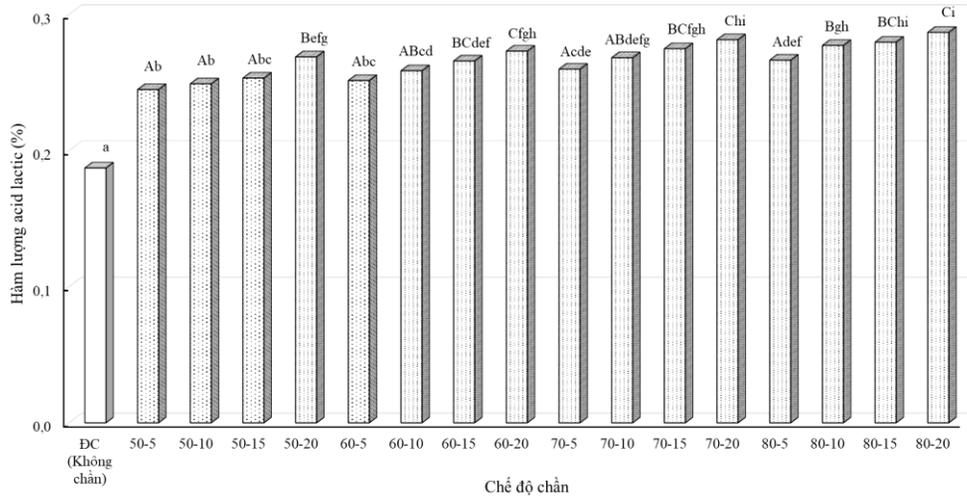
Ghi chú: ĐC: Đối chứng không chân; chế độ chân biểu thị dạng nhiệt độ - thời gian chân; các chữ cái giống nhau ở các chế độ chân (chữ in thường) hoặc trong cùng một nhiệt độ chân (chữ in hoa) thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê ở mức 95%.

Kết quả (Hình 1) cho thấy pH thịt nhân sau lên men giảm rõ rệt ở các mẫu chân so với mẫu đối

chứng (không chân). Sự suy giảm pH có ý nghĩa thống kê (p < 0,05) và càng lớn khi thời gian chân

tăng lên. Giá trị pH thịt nhân sau lên men với chủng vi khuẩn *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 dao động trong khoảng 3,90 đến 4,04 trong khi mẫu không thực hiện tiền xử lý chân (pH > 4,0). Ngoài ra, quá trình xử lý nhiệt kéo dài cũng cho thấy pH giảm mạnh hơn so với các chế độ xử lý ngắn hơn. Giá trị pH là một trong những chỉ số quan trọng

trong quá trình lên men, sự suy giảm pH liên quan đến sự hình thành acid hữu cơ (mà chủ yếu là acid lactic) do quá trình hoạt động của nhóm vi khuẩn lactic (Liu et al., 2016). Mặt khác, giá trị pH thấp hơn 4,0 ở sản phẩm rau quả lên men giúp ổn định quá trình lên men và duy trì các điều kiện kỵ khí (Steinkraus, 2002).



Hình 2. Sự thay đổi hàm lượng acid (tính theo acid lactic) của thịt com nhân lên men ở các chế độ chân khác nhau

Ghi chú: DC: Đối chứng không chân; chế độ chân biểu thị dạng nhiệt độ-thời gian chân; các chữ cái giống nhau ở các chế độ chân (chữ in thường) hoặc trong cùng một nhiệt độ chân (chữ in hoa) thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê ở mức 95%.

Quá trình lên men lactic trên nguồn nguyên liệu trái cây là ít phổ biến hơn so với sữa, chủ yếu phụ thuộc vào sự thích nghi của chủng khởi đầu bổ sung vào quá trình lên men (Garcia et al., 2020). Bên cạnh đó, thành phần dinh dưỡng như nguồn carbohydrate, acid amin, khoáng chất, các thành phần vi lượng khác nhau trong nguyên liệu tác động mạnh mẽ đến sự phát triển của vi khuẩn lactic (Septembre-Malaterre et al., 2018). Trong nghiên cứu này, thịt com nhân được tiến hành xử lý chân cho hiệu quả lên men cao hơn so với nguyên liệu không chân. Công đoạn chân có tác động làm mềm mô thực vật (ở đây là thịt nhân) do quá trình hòa tan các polyme pectic có liên quan đến liên kết giữa các tế bào (Greve et al., 1994). Chính sự thay đổi về cấu trúc thành tế bào thực vật làm cho các thành phần dinh dưỡng dễ dàng di chuyển ra khỏi tế bào, vi khuẩn dễ tiếp cận hơn với nguồn carbohydrate lý tưởng cho quá trình sinh trưởng và phát triển.

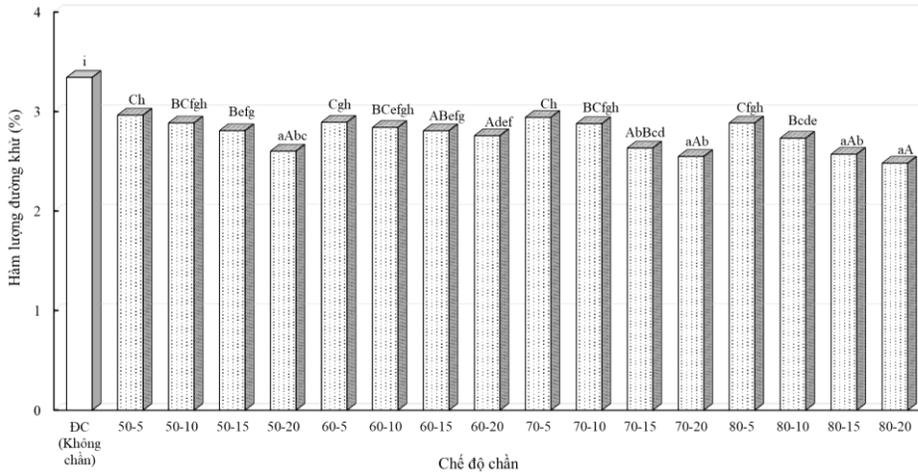
Kết quả từ Hình 2 cho thấy hàm lượng acid lactic tăng tương ứng với sự giảm pH (đã ghi nhận ở Hình 1), phù hợp với Liu et al. (2016). Hàm lượng acid của thịt com nhân lên men ở các chế độ chân khác

nhau dao động trong khoảng 0,249 (50°C trong 10 phút) đến 0,287% (80°C trong 20 phút). Acid lactic sinh ra trong quá trình lên men có vai trò quan trọng trong việc hạ nhanh chóng pH của sản phẩm (thấp hơn 4,5) giúp đảm bảo tính an toàn cho sản phẩm (Moradi et al., 2020).

Thành phần carbohydrate đóng vai trò quan trọng trong quá trình phát triển của vi khuẩn lactic (Septembre-Malaterre et al., 2018). Theo Surin et al. (2014), thành phần carbohydrate trong nhân chủ yếu là glucose, fructose và sucrose; đây là nguồn carbon lý tưởng cho sự phát triển của vi khuẩn lactic. Kết quả từ Hình 3 có thể thấy quá trình tiền xử lý chân có tác động đến sự suy giảm thành phần đường khử trong thịt com nhân theo xu hướng tăng thời gian xử lý hàm lượng đường càng giảm và kết quả ghi nhận về hàm lượng đường khử cao nhất ở mẫu đối chứng không thực hiện tiền xử lý. Trên thực tế, quá trình chân làm tác động đến thành tế bào thực vật gây biến tính và rối loạn tính chọn lọc của màng tế bào (Rittirut & Siripatana, 2009). Điều này cho thấy quá trình hoạt động trao đổi chất của vi khuẩn lactic là tương đối mạnh mẽ với khoảng 30 - 50% hàm lượng

đường khử được sử dụng. Quá trình trao đổi chất của vi khuẩn lactic sử dụng nguồn carbon là glucose, fructose và sucrose (đường khử) làm cho thành phần này giảm, đồng thời làm giảm pH và tăng hàm lượng acid. Kết quả nghiên cứu này phù hợp với các kết quả về hàm lượng đường khử, pH và hàm lượng acid

trong báo cáo trước đây của nhóm tác giả Liu et al. (2023). Nhìn chung, thịt com nhĩn là nguồn nguyên liệu thích hợp cho quá trình lên men lactic ngoài ra quá trình tiền xử lý chần góp phần rất lớn vào việc cải thiện hiệu quả lên men.



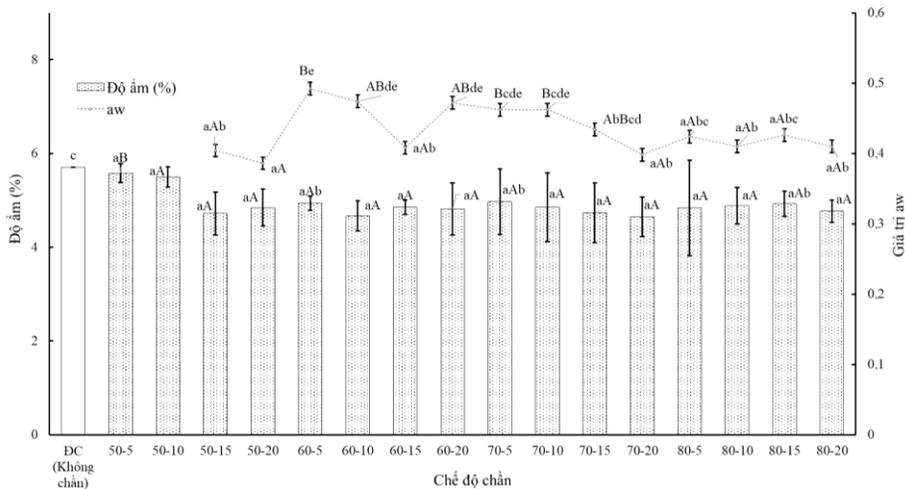
Hình 3. Sự thay đổi hàm lượng đường khử của thịt com nhĩn lên men ở các chế độ chần khác nhau

Ghi chú: DC: Đối chứng không chần; Chế độ chần biểu thị dạng nhiệt độ-thời gian chần; các chữ cái giống nhau ở các chế độ chần (chữ in thường) hoặc trong cùng một nhiệt độ chần (chữ in hoa) thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê ở mức 95%.

3.2. Tác động của quá trình chần đến chất lượng thịt com nhĩn Idor lên men lactic sấy thăng hoa

Quá trình chần không chỉ góp phần cải thiện quá trình lên men thịt com nhĩn mà còn góp phần rất lớn

vào quá trình sấy thăng hoa thịt com nhĩn lên men. Các kết quả về độ ẩm, độ hoạt động của nước, cấu trúc (độ giòn) và mật số vi khuẩn lactic sau sấy thăng hoa của thịt com nhĩn lên men lactic được theo dõi, kết quả được trình bày ở Hình 4, 5 và 6.



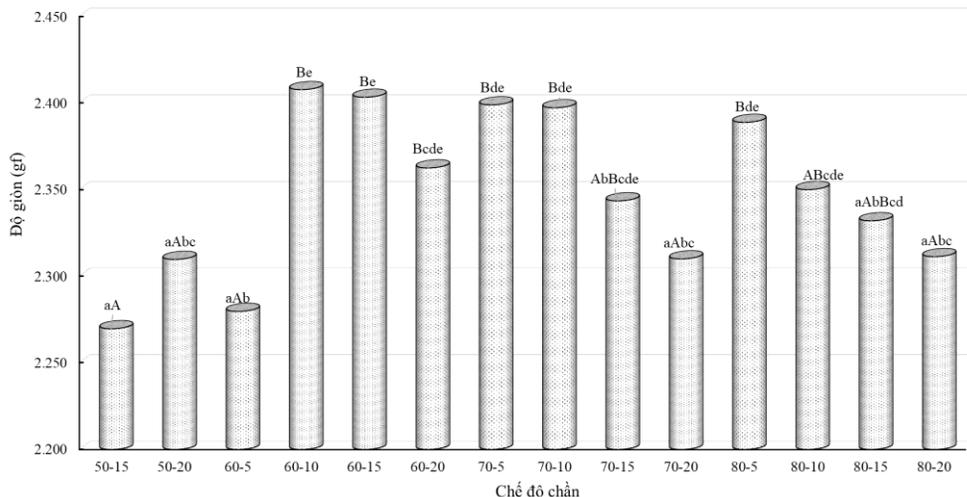
Hình 4. Ảnh hưởng của chế độ chần đến sự thay đổi độ ẩm và độ hoạt động của nước (aw) của nhĩn Idor lên men lactic sấy thăng hoa

Ghi chú: DC: Đối chứng không chần; chế độ chần biểu thị dạng nhiệt độ-thời gian chần; các chữ cái giống nhau ở các chế độ chần (chữ in thường) hoặc trong cùng một nhiệt độ chần (chữ in hoa) thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê ở mức 95%.

Có thể thấy quá trình tiền xử lý chần sau đó thực hiện lên men thịt com nhân bằng chủng vi khuẩn *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 giúp ổn định chất lượng sản phẩm. Thực tế hiện nay chưa có quy định cụ thể về độ ẩm đối với sản phẩm sấy thăng hoa và đặc biệt là sản phẩm cung cấp probiotic sấy thăng hoa ở nước ta. Tuy nhiên, dựa trên dự thảo Ref. CX/PFV 20/29/6 của FAO, quy định về độ ẩm sản phẩm sấy thăng hoa có độ ẩm < 5%. Đối chiếu với kết quả ghi nhận được trong nghiên cứu có thể thấy, việc xử lý quả nhân ở chế độ 50°C thời gian thấp hơn 15 phút ghi nhận độ ẩm hơn 5% đồng thời cảm quan ban đầu về độ giòn của mẫu tương đối thấp, cấu trúc sau sấy bị hư hỏng (sụp cấu trúc). Ngoài ra, kết quả ở các mẫu được xử lý ở nhiệt độ cao hơn thời gian kéo dài hơn vẫn có những mẫu có độ ẩm cao hơn 5% tuy nhiên tỷ lệ tương đối thấp do đó có thể thấy khi phân tích thông kê các kết quả xuất hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các mẫu ($p > 0,05$). Kết quả báo cáo trước đây của Ignaczak et al. (2023) đã cho thấy quá trình xử

lý chần kéo dài làm tăng hiệu quả sấy thăng hoa trên nguyên liệu cà rốt. Kết quả ở một nghiên cứu khác của Pandey et al. (2019) đã cho thấy hiệu quả quá trình truyền khối tăng lên khi thực hiện xử lý chần từ đó tác động đến quá trình sấy khô. Bên cạnh đó, quá trình chần làm cho hiệu quả lên men được cải thiện, khi đó chủng vi khuẩn sử dụng thành phần chất khô làm nguồn carbon (đường), điều này dẫn đến giảm thành phần này từ đó có tác động tích cực đến quá trình sấy thăng hoa sản phẩm (Ratti, 2001).

Mặt khác, độ hoạt động của nước (a_w) là yếu tố chịu ảnh hưởng bởi hàm lượng nước (độ ẩm) của sản phẩm. Kết quả đánh giá độ hoạt động của nước ở các mẫu có độ ẩm thấp hơn 5% ẩm cho thấy, a_w ghi nhận cao nhất ở mẫu xử lý chần ở 60°C trong 5 phút ($0,49 \pm 0,01$) trong khi mẫu thấp nhất là mẫu xử lý chần ở 50°C trong 20 phút ($0,39 \pm 0,02$). Giá trị a_w là một trong những thông số quan trọng, giúp phản ánh chất lượng của sản phẩm trong quá trình bảo quản thực phẩm (Troller & Troller, 2012).



Hình 5. Tác động của chế độ chần đến cấu trúc (độ giòn) của nhân lên men lactic sấy thăng hoa

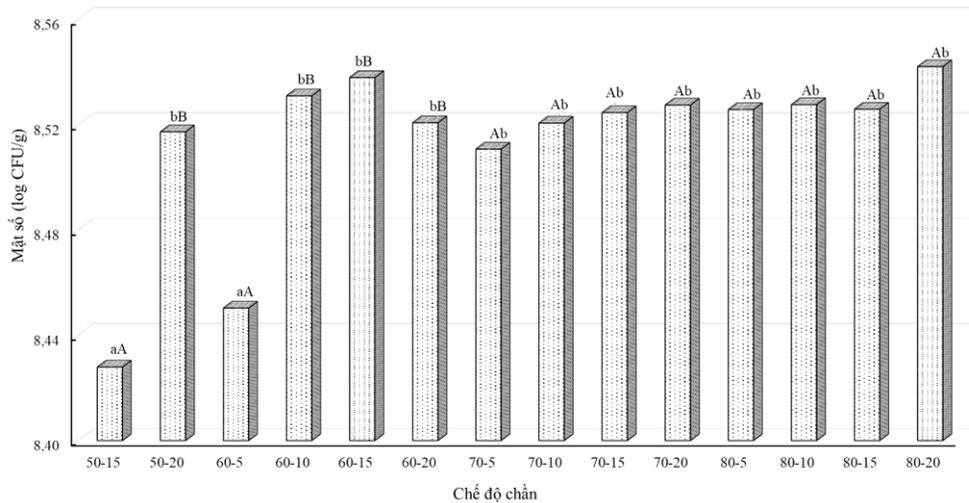
Ghi chú: DC: Đối chứng không chần; Chế độ chần biểu thị dạng nhiệt độ-thời gian chần; các chữ cái giống nhau ở các chế độ chần (chữ in thường) hoặc trong cùng một nhiệt độ chần (chữ in hoa) thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê ở mức 95%.

Quá trình chần kéo dài ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng cấu trúc của thực phẩm nói chung và đặc biệt là nguyên liệu cho quá trình chế biến tiếp theo như lên men. Một mục tiêu khác của quá trình xử lý chần trước khi lên men thịt com nhân là hướng đến cải thiện cấu trúc sản phẩm thông qua enzyme PME và thành phần ion Ca^{2+} trong dịch lên men. Nhiệt độ chần dao động từ 50 đến 70°C được báo là có vai trò tích cực trong xúc tác quá trình khử este hóa pectin thành acid pectic, đồng thời tạo điều kiện cho liên kết với Ca^{2+} hay Mg^{2+} tăng cường mạng lưới pectin

và cải thiện độ cứng cho quá trình chế biến tiếp theo (Imaizumi et al., 2017; Kumar et al., 2023). Kết quả từ Hình 5 có thể nhận thấy quá trình xử lý chần trong nước nóng ở 60°C trong 10 phút giúp nhân lên men lactic sấy thăng hoa cải thiện rõ rệt độ cứng (kết quả độ cứng cao nhất, $2.407,66 \pm 82,56$ gf). Tuy nhiên, quá trình chần kéo dài hơn ở cùng nhiệt độ này trong thời gian 20 phút cho thấy sự suy giảm cấu trúc ($2.362,46 \pm 79,16$ gf). Thành phần PME trong nguyên liệu thịt nhân được hoạt hóa ở khoảng 60°C trong 10

- 15 phút gia nhiệt. Ngoài ra, khi tăng nhiệt độ xử lý thời gian giảm (xử lý nhiệt độ cao thời gian ngắn) cho kết quả tương tự, cụ thể ở 70°C trong 5 - 10 phút và ở 80°C trong 5 phút; khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê ($p > 0,05$). Chế độ chần nóng được chọn lựa tùy thuộc vào từng loại nguyên liệu và mục

tiêu xử lý mong muốn, ở nghiên cứu này, việc cải thiện chất lượng cấu trúc cho sản phẩm và các đặc tính cần thiết cho sản phẩm thịt com nhân lên men lactic sấy thăng hoa được chọn lựa ở mức 60°C trong 10 phút.



Hình 6. Sự thay đổi mật số vi khuẩn lactic (log CFU/g) của thịt com nhân lên men sấy thăng hoa ở các chế độ chần khác nhau

Ghi chú: DC: Đối chứng không chần; chế độ chần biểu thị dạng nhiệt độ-thời gian chần; các chữ cái giống nhau ở các chế độ chần (chữ in thường) hoặc trong cùng một nhiệt độ chần (chữ in hoa) thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê ở mức 95%.

Mật số vi khuẩn lactic trong sản phẩm thịt com nhân lên men sấy thăng hoa được trình bày ở Hình 6. Kết quả cho thấy tất cả các mẫu xử lý chần đều đạt mật số vi khuẩn lactic sau sấy tương đối cao, dao động trên 8,0 log CFU/g. Mẫu xử lý chần ở 60°C trong 10 phút và 80°C trong 20 phút ghi nhận mật số cao nhất. Tuy nhiên, sự khác biệt giữa các nghiệm thức không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$), ngoại trừ hai mẫu 50°C trong 15 phút và 60°C trong 5 phút có mật số thấp hơn rõ rệt. Nhìn chung, không quan sát được xu hướng tăng hoặc giảm rõ ràng về mật số vi khuẩn theo thời gian hoặc nhiệt độ chần. Theo Ajibola et al. (2023), sản phẩm được xem là có tiềm năng probiotic khi mật số vi khuẩn đạt từ 6,0 đến 8,0 log CFU/g; do đó, các nghiệm thức trong nghiên cứu này đều vượt ngưỡng cần thiết, điều này cho thấy

khả năng ứng dụng làm thực phẩm bổ sung lợi khuẩn là hoàn toàn khả thi.

4. KẾT LUẬN

Quá trình chần nguyên liệu trước lên men đóng vai trò then chốt trong việc cải thiện hiệu quả lên men và chất lượng của sản phẩm thịt com nhân lên men sấy thăng hoa. Từ các điều kiện khảo sát có thể kết luận rằng, việc chần nguyên liệu ở 60°C trong 10 phút là điều kiện phù hợp, giúp ổn định sự phát triển mật số vi khuẩn sau sấy (8,53 log CFU/g), đồng thời sản phẩm đạt độ ẩm thấp (< 5%) và cấu trúc giòn xốp phù hợp với yêu cầu của sản phẩm probiotic sấy thăng hoa. Kết quả nghiên cứu này cho thấy chần không chỉ hỗ trợ lên men mà còn nâng cao tính cảm quan và chức năng của sản phẩm nhân lên men sấy thăng hoa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO (REFERENCES)

Ajibola, O. O., Thomas, R., & Bakare, B. F. (2023). Selected fermented indigenous vegetables and fruits from Malaysia as potential sources of natural probiotics for improving gut health. *Food Science and Human Wellness*, 12(5), 1493-1509. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2023.02.011>

Aspri, M., Papademas, P., & Tsaltas, D. (2020). Review on non-dairy probiotics and their use in non-dairy based products. *Fermentation*, 6(1), 30. <https://doi.org/10.3390/fermentation6010030>

Ayo-Omogie, H. N., Jolayemi, O. S., & Chinma, C. E. (2021). Fermentation and blanching as

- adaptable strategies to improve nutritional and functional properties of unripe Cardaba banana flour. *Journal of Agriculture and Food Research*, 6, 100214.
<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100214>
- Batrinou, A., Tsakali, E., Sinanoglou, V. J., Eleni, P. M., Pyrovolou, K., Chatzilazarou, A., & Konteles, S. J. (2024). Effect of the *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*, BB-12® on *Cronobacter sakazakii* growth in infant formulas with different acid-buffering capacities. *Applied Sciences*, 15(1), 124.
<https://doi.org/10.3390/app15010124>
- Chen, Y., Xie, H., Tang, J., Lin, M., Hung, Y. C., & Lin, H. (2020). Effects of acidic electrolyzed water treatment on storability, quality attributes and nutritive properties of longan fruit during storage. *Food Chemistry*, 320, 126641.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126641>
- Da Silva, L. M. R., De Figueiredo, E. A. T., Ricardo, N. M. P. S., Vieira, I. G. P., De Figueiredo, R. W., Brasil, I. M., & Gomes, C. L. (2014). Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 143, 398-404.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.001>
- Di Cagno, R., Coda, R., De Angelis, M., & Gobbetti, M. (2013). Exploitation of vegetables and fruits through lactic acid fermentation. *Food Microbiology*, 33(1), 1-10.
<https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.09.003>
- Fritzen-Freire, C. B., Prudêncio, E. S., Amboni, R. D., Pinto, S. S., Negrão-Murakami, A. N., & Murakami, F. S. (2012). Microencapsulation of bifidobacteria by spray drying in the presence of prebiotics. *Food Research International*, 45(1), 306-312.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.09.020>
- Garcia, C., Guerin, M., Souidi, K., & Remize, F. (2020). Lactic fermented fruit or vegetable juices: Past, present and future. *Beverages*, 6(1), 8. <https://doi.org/10.3390/beverages6010008>
- Gocan, T. M., Andreica, I., Poșta, G., Măniuțiu, D. N., Rózsa, S., & Egyed, E. (2021). The effect of blanching temperature on the texture of lactic fermented cucumbers (*Cucumis sativus* L.). *Current Trends in Natural Sciences*, 10(19), 321-327.
<https://doi.org/10.47068/ctns.2021.v10i19.041>
- Greve, L. C., McArdle, R. N., Gohlke, J. R., & Labavitch, J. M. (1994). Impact of heating on carrot firmness: changes in cell wall components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(12), 2900-2906.
<https://doi.org/10.1021/jf00048a048>
- Huang, F., Hong, R., Zhang, R., Yi, Y., Dong, L., Liu, L., Jia, X., Ma, Y. & Zhang, M. (2019). Physicochemical and biological properties of longan pulp polysaccharides modified by *Lactobacillus fermentum* fermentation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 125, 232-237.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.12.061>
- Ignaczak, A., Salamon, A., Kowalska, J., Marzec, A., & Kowalska, H. (2023). Influence of pre-treatment and drying methods on the quality of dried carrot properties as snacks. *Molecules*, 28(17), 6407.
<https://doi.org/10.3390/molecules28176407>
- Imaizumi, T., Szymańska-Chargot, M., Pieczywek, P. M., Chylińska, M., Koziół, A., Ganczarenko, D., Tanaka, F., Uchino, T. & Zdunek, A. (2017). Evaluation of pectin nanostructure by atomic force microscopy in blanched carrot. *LWT*, 84, 658-667.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.06.038>
- Joradol, A., Uthaibutra, J., Lathanatudom, P., & Saengnil, K. (2019). Induced expression of NOX and SOD by gaseous sulfur dioxide and chlorine dioxide enhances antioxidant capacity and maintains fruit quality of ‘Daw’ longan fruit during storage through H₂O₂ signaling. *Postharvest Biology and Technology*, 156, 110938.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.110938>
- Kumar, R., Meghwanshi, G. K., Marciano, D., Ullah, S. F., Bulone, V., Toffolatti, S. L., & Srivastava, V. (2023). Sequence, structure and functionality of pectin methylsterases and their use in sustainable carbohydrate bioproducts: a review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 244, 125385.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.125385>
- Li, Q., & Gänzle, M. G. (2020). Host-adapted lactobacilli in food fermentations: Impact of metabolic traits of host adapted lactobacilli on food quality and human health. *Current Opinion in Food Science*, 31, 71-80.
<https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.02.002>
- Li, T., Wu, Q., Zhou, Y., Yun, Z., Duan, X., & Jiang, Y. (2018). L-Cysteine hydrochloride delays senescence of harvested longan fruit in relation to modification of redox status. *Postharvest Biology and Technology*, 143, 35-42.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.04.011>
- Lin, Y., Li, N., Lin, H., Lin, M., Chen, Y., Wang, H., Ritenour, M. A. & Lin, Y. (2020). Effects of chitosan treatment on the storability and quality properties of longan fruit during storage. *Food Chemistry*, 306, 125627.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125627>
- Liu, H., Ni, Y., Yu, Q., & Fan, L. (2023). Evaluation of co-fermentation of *L. plantarum* and *P. kluyveri* of a plant-based fermented beverage: Physicochemical, functional, and sensory properties. *Food Research*

- International*, 172, 113060.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113060>
- Liu, Y., Xie, X. X., Ibrahim, S. A., Khaskheli, S. G., Yang, H., Wang, Y. F., & Huang, W. (2016). Characterization of *Lactobacillus pentosus* as a starter culture for the fermentation of edible oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.). *LWT-Food Science and Technology*, 68, 21-26.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.008>
- Long, L., Lai, T., Han, D., Lin, X., Xu, J., Zhu, D., Guo, X., Lin, Y., Pan, F., Wang, Y., Lai, Z., Du, X., Fang, D., Shuai, L., Wu, Z. & Luo, T. (2022). A comprehensive analysis of physiologic and hormone basis for the difference in room-temperature storability between ‘Shixia’ and ‘Luosanmu’ longan fruits. *Plants*, 11(19), 2503.
<https://doi.org/10.3390/plants11192503>
- Marrero, S. C., Martínez-Rodríguez, A., Pérez, S. E. M., & Moya, S. P. (2019). New trends and applications in fermented beverages. *Fermented beverages* (pp. 31-66).
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815271-3.00002-6>
- Moradi, M., Kousheh, S. A., Almasi, H., Alizadeh, A., Guimarães, J. T., Yilmaz, N., & Lotfi, A. (2020). Postbiotics produced by lactic acid bacteria: The next frontier in food safety. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 19(6), 3390-3415.
<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12613>
- Nguyen, L. Y. N., Nguyen, L. Y. K., Phan, T. T., Than, T. T. T., Nguyen, N. D., & Hoang, T. N. N. (2021). A study on secondary fermentation of kombucha longan oolong tea. *Journal of Science Technology and Food*, 21(3), 231-236 (in Vietnamese).
- Nguyen, P. M. (2019). Technical Factors affecting to pickle shallot (*allium ascalonicum*) fermentation. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 11(3), 879-881. Ossowski, S., Rybak, K., Pobiega, K., Sękul, J., Domżańska, Z., Gregorek, K., Gramza-Michałowska, A., & Janiszewska-Turak, E. (2025). Antioxidant activity and microbial quality of freeze-dried, lactic acid fermented peach products. *Molecules*, 30(11), 2360.
<https://doi.org/10.3390/molecules30112360>
- Pandey, O. P., Mishra, B. K., & Misra, A. (2019). Comparative study of green peas using with blanching & without blanching techniques. *Information Processing in Agriculture*, 6(2), 285-296.
<https://doi.org/10.1016/j.inpa.2018.10.002>
- Prasanna, P. H. P., Grandison, A. S., & Charalampopoulos, D. (2014). *Bifidobacteria* in milk products: An overview of physiological and biochemical properties, exopolysaccharide production, selection criteria of milk products and health benefits. *Food Research International*, 55, 247-262.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.11.013>
- Pham, V. S., & Bui, T. N. T. (1991). *Testing of Food and Agricultural Products*. Ha Noi University of Science and Technology, 185-215 (in Vietnamese).
- Ratti, C. (2001). Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review. *Journal of Food Engineering*, 49(4), 311-319.
[https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00228-4](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00228-4)
- Rittirut, W., & Siripatana, C. (2009). The influence of blanching on mass transfer characteristics during osmotic dehydration of bilimbi fruit. *Engineering and Applied Science Research*, 36(2), 151-163.
- Saricoban, C., & Yilmaz, M. T. (2010). Modelling the effects of processing factors on the changes in colour parameters of cooked meatballs using response surface methodology. *World Applied Sciences Journal*, 9(1), 14-22.
- Septembre-Malaterre, A., Remize, F. & Pouchet, P. (2018). Fruits and vegetables, as a source of nutritional compounds and phytochemicals: changes in bioactive compounds during lactic fermentation. *Food Research International*, 104, 86–99.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.031>
- Steinkraus, K. H. (2002). Fermentations in world food processing. *Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety*, 1(1), 23-32.
<https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2002.tb00004.x>
- Surin, S., Thakeow, P., Seesuriyachan, P., Angeli, S., & Phimolsiripol, Y. (2014). Effect of extraction and concentration processes on properties of longan syrup. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 2062-2069.
<http://doi.org/10.1007/s13197-013-1249-7>
- Swain, M. R., Anandharaj, M., Ray, R. C., & Parveen Rani, R. (2014). Fermented fruits and vegetables of Asia: a potential source of probiotics. *Biotechnology Research International*, 2014(1), 250424.
<https://doi.org/10.1155/2014/250424>
- Tran, H. V., & Do, H. M. (2011). Investigating characteristics of shoot flushing, flowering and fruit development of “E-Dor” longan (*Dimocarpus longan* Lour.) in Chau Thanh district, Dong Thap province. *Can Tho University Journal of Science*, 20b, 129-138 (in Vietnamese).
<https://ctujsvn.ctu.edu.vn/index.php/ctujsvn/article/view/1133>
- Tripathi, P. C. (2021). *Longan (Dimocarpus longan Lour.)*, In Sub-tropical fruit crops: Theory to practical (pp. 384–412). Jaya Publishing House.
- Troller, J. W., & Troller, A. J. (2012). *Water activity and food (2nd ed.)*. Wiley-Blackwell.

- Van Buren, J. P. (1979). The chemistry of texture in fruits and vegetables. *Journal of Texture Studies*, 10(1), 1-23. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1979.tb01305.x>
- Wang, J., Yang, X. H., Mujumdar, A. S., Wang, D., Zhao, J. H., Fang, X. M., Zhang, Q., Xie, L., Gao, Z. J., & Xiao, H. W. (2017). Effects of various blanching methods on weight loss, enzymes inactivation, phytochemical contents, antioxidant capacity, ultrastructure and drying kinetics of red bell pepper (*Capsicum annuum* L.). *Lwt*, 77, 337-347. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.070>
- Zhang, L., Wang, P., Chen, F., Lai, S., Yu, H., & Yang, H. (2019). Effects of calcium and pectin methylesterase on quality attributes and pectin morphology of jujube fruit under vacuum impregnation during storage. *Food Chemistry*, 289, 40-48. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.008>
- Zhang, X., Guo, S., Ho, C.-T., & Bai, N. (2020). Phytochemical constituents and biological activities of longan (*Dimocarpus longan* Lour.) fruit: A review. *Food Research International*, 137, 109663. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109663>