

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUY TRÌNH CHẾ BIẾN NƯỚC ÉP QUẢ VẢI (*Litchi chinensis* S.) BỔ SUNG ĐÀI HOA BỤP GIẤM (*Hibiscus sabdariffa* L.)

Đoàn Phương Linh, Nguyễn Xuân Hồng, Phan Đào Thảo Vy và Nguyễn Thị Hồng Xuyên*

Khoa Công nghệ Sinh Hóa - Thực phẩm, Trường Đại học Kỹ thuật - Công nghệ Cần Thơ, Việt Nam

*Tác giả liên hệ: Nguyễn Thị Hồng Xuyên, Email: ntxuyen@ctu.edu.vn

Lịch sử bài báo

Ngày nhận: 19/12/2024; Ngày nhận chỉnh sửa: 15/01/2025; Ngày duyệt đăng: 17/01/2025

Tóm tắt

Nghiên cứu được tiến hành nhằm xác định các thông số kỹ thuật tối ưu cho quy trình chế biến nước ép quả vải (*Litchi chinensis* S.) bổ sung đài hoa búp giấm (*Hibiscus sabdariffa* L.). Các yếu tố được khảo sát bao gồm: (i) tỷ lệ phối trộn giữa dịch quả vải và dịch đài hoa búp giấm (9:1, 8:2, 7:3, 6:4, v/v), (ii) tỷ lệ bổ sung đường (12%, 14%, 16%, w/v) và acid citric (0,15%, 0,2%, 0,25%, w/v), (iii) nhiệt độ thanh trùng (80°C, 85°C, 90°C) và thời gian giữ nhiệt (1 phút, 3 phút, 5 phút). Kết quả cho thấy tỷ lệ phối trộn 8:2 giữa dịch quả vải và dịch đài hoa búp giấm, kết hợp 14% đường và 0,2% acid citric, cùng chế độ thanh trùng ở 85°C trong 3 phút, mang lại sản phẩm có giá trị thanh trùng PU 6,99 phút, đảm bảo tiêu diệt vi sinh vật, duy trì chất lượng cảm quan và hạn chế tổn thất dinh dưỡng.

Từ khóa: Acid ascorbic, Anthocyanin, Đài hoa búp giấm, Thanh trùng, Vải.

DOI: <https://doi.org/10.52714/dthu.14.2.2025.1468>

Trích dẫn: Đoàn, P. L., Nguyễn, X. H., Phan, Đ. T. V., & Nguyễn, T. H. X. (2025). Nghiên cứu một số yếu tố ảnh hưởng đến quy trình chế biến nước ép quả vải (*Litchi chinensis* S.) bổ sung đài hoa búp giấm (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp*, 14(2), 93-103. <https://doi.org/10.52714/dthu.14.2.2025.1468>.

Copyright © 2025 The author(s). This work is licensed under a CC BY-NC 4.0 License.

STUDYING FACTORS AFFECTING THE PROCESSING OF LYCHEE JUICE (*Litchi chinensis* S.) SUPPLEMENTED WITH ROSELLE CALYX (*Hibiscus sabdariffa* L.)

Doan Phuong Linh, Nguyen Xuan Hong, Phan Dao Thao Vy, and Nguyen Thi Hong Xuyen*

Faculty of Biological, Chemical and Food Technology, Can Tho University of Technology, Vietnam

*Corresponding author: Nguyen Thi Hong Xuyen, Email: ntxuyen@ctu.edu.vn

History article

Received: 19/12/2024; Received in revised form: 15/01/2024; Accepted: 17/01/2025

Abstract

This study determined the optimal technical parameters for processing lychee (*Litchi chinensis* S.) juice supplemented with roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) calyx extract. The factors investigated included: (i) blending ratios of lychee juice to roselle extract (9:1, 8:2, 7:3, 6:4, v/v); (ii) added sugar levels (12%, 14%, 16%, w/v) and citric acid concentrations (0.15%, 0.2%, 0.25%, w/v); and (iii) pasteurization temperatures (80°C, 85°C, 90°C) and holding times (1, 3, 5 minutes). The results indicated that a blending ratio of 8:2 (lychee juice to roselle extract), with 14% sugar and 0.2% citric acid, pasteurized at 85°C for 3 minutes, achieved a pasteurization value (PU) of 6.99 minutes. This combination effectively eliminated microorganisms, preserved sensory quality, and minimized nutritional loss.

Keywords: Ascorbic acid, Anthocyanin, Lychee, Pasteurization, Roselle calyx.

1. Giới thiệu

Quả vải (*Litchi chinensis* S.) là một loại trái cây nhiệt đới giàu giá trị dinh dưỡng, nổi bật với hàm lượng cao vitamin C, các vitamin nhóm B (B₁, B₂, B₃, B₆, B₉), cùng các khoáng chất quan trọng như kali, magiê và đồng. Những thành phần này mang lại nhiều lợi ích sức khỏe, bao gồm tăng cường hệ miễn dịch, hỗ trợ hấp thu sắt, thúc đẩy sản xuất collagen và giảm nguy cơ mắc các bệnh tim mạch (Mir & Perveen, 2022). Ngoài ra, quả vải chứa oligonol - một polyphenol có đặc tính chống oxy hóa mạnh, giúp loại bỏ các gốc tự do, giảm căng thẳng, làm chậm quá trình lão hóa. Oligonol cũng được ghi nhận có tác dụng hỗ trợ tiêu hóa và điều hòa tuần hoàn máu, góp phần cải thiện sức khỏe (Lim, 2013).

Việc kết hợp đài hoa búp giấm (*Hibiscus sabdariffa* L.) vào nước ép vải là một giải pháp tiềm năng. Đài hoa búp giấm chứa hàm lượng cao anthocyanin, tạo nên màu sắc đỏ tự nhiên, hấp dẫn. Ngoài ra, đài hoa còn bổ sung các chất dinh dưỡng quan trọng như acid hữu cơ, vitamin và khoáng chất, đồng thời mang lại nhiều lợi ích sức khỏe, bao gồm đặc tính chống oxy hóa, kháng viêm, hỗ trợ tiêu hóa và cải thiện sức khỏe mạch máu (Islam & cs., 2016).

Việc kết hợp quả vải và đài hoa búp giấm trong sản xuất nước ép không chỉ tận dụng thế mạnh dinh dưỡng của quả vải mà còn mang lại màu sắc tự nhiên, hấp dẫn từ búp giấm, đáp ứng yêu cầu cao về cảm quan. Sản phẩm phù hợp với xu hướng tiêu dùng hiện đại, chú trọng thực phẩm chức năng giàu dinh dưỡng và có nguồn gốc tự nhiên. Hơn nữa, phát triển sản phẩm nước ép vải kết hợp búp giấm góp phần đa dạng hóa thị trường đồ uống chế biến từ trái cây, tận dụng hiệu quả nguồn nguyên liệu sẵn có, đồng thời gia tăng giá trị kinh tế cho ngành nông nghiệp và công nghiệp chế biến thực phẩm.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên vật liệu và hóa chất

Nguyên liệu sử dụng trong nghiên cứu gồm quả vải và hoa búp giấm, được thu mua tại các chợ ở thành phố Cần Thơ. Quả vải thuộc giống vải thiều, được chọn theo các tiêu chí: tươi, kích thước đồng đều, không dập nát hay úng, gai nhẵn và vỏ có màu hồng đến đỏ tươi sáng. Thịt quả yêu cầu mọng nước, có hương thơm đặc trưng, vị ngọt tự nhiên và không có mùi vị bất thường. Hoa búp giấm được chọn là hoa tươi, cuống chắc khỏe, cánh hoa nguyên vẹn, không

dập nát, không có dấu hiệu nấm bệnh hay sâu hại. Sau khi xử lý và rửa sạch, cả quả vải và đài hoa búp giấm được trữ đông ở nhiệt độ $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, nhằm đảm bảo nguồn nguyên liệu ổn định trong suốt quá trình nghiên cứu. Việc trữ đông giúp phá hủy cấu trúc tế bào, tạo điều kiện thuận lợi cho dịch bào thoát ra dễ dàng hơn trong quá trình rã đông, từ đó nâng cao hiệu suất thu hồi dịch quả (Nhan & cs., 2017).

Hóa chất và phụ gia sử dụng trong nghiên cứu bao gồm enzyme, môi trường nuôi cấy và các thành phần phụ trợ. Enzyme pectinase được mua từ Công ty ICIFOOD, hỗ trợ phân cắt pectin trong thịt quả để thu hồi dịch quả, enzyme hoạt động tối ưu ở pH 5,0 và nhiệt độ 50°C (Sharma & cs., 2013). Môi trường nuôi cấy Plate Count Agar (PCA) có thành phần bao gồm: enzymatic digest of casein/tryptone (5,0 g/L), yeast extract (2,5 g/L), glucose (1,0 g/L) và agar (15 g/L), với nguồn gốc từ Ấn Độ. Các phụ gia được sử dụng gồm đường saccharose RE có độ tinh khiết 99,8%, cung cấp bởi Công ty đường Biên Hòa và acid citric sản xuất tại Việt Nam.

Thiết bị sử dụng bao gồm: bể điều nhiệt (Memmert, Đức); máy đo pH (Hanna, Romania); nhiệt kế điện tử (GEO-Fennel, Đức); máy quang phổ UV-Vis (Biochrom, Mỹ).

2.2. Phương pháp chế biến nước ép quả vải bổ sung đài hoa búp giấm

Quả vải và đài hoa búp giấm được rã đông ở nhiệt độ phòng trong 2 giờ. Sau khi rã đông, quả vải được xay với nước theo tỷ lệ 1:0,5 (w/v) để thu được hỗn hợp dịch quả vải, trong khi đài hoa búp giấm được xay với nước theo tỷ lệ 1:1 (w/v) để thu hỗn hợp dịch đài hoa búp giấm. Dịch quả vải và dịch đài hoa búp giấm được phối trộn theo các tỷ lệ khảo sát. Hỗn hợp dịch sau khi phối trộn được xử lý làm trong bằng enzyme pectinase 0,05%, ủ ở nhiệt độ 50°C trong 120 phút (Sharma & cs., 2013), sau đó lọc để thu dịch trong. Hỗn hợp tiếp tục được bổ sung đường và acid citric theo các tỷ lệ khảo sát, gia nhiệt ở 90°C trong 5 phút (Đoàn & cs., 2023), rót vào chai, ghép nắp và tiến hành thanh trùng.

Quá trình thanh trùng được thực hiện trong bể điều nhiệt ở các nhiệt độ và thời gian khảo sát, đảm bảo nhiệt độ thanh trùng duy trì ổn định. Sản phẩm, với nhiệt độ ban đầu 40°C , được đặt vào bể điều nhiệt và sự thay đổi nhiệt độ tâm sản phẩm được ghi nhận trong giai đoạn nâng nhiệt và giữ nhiệt. Sau khi

thanh trùng, sản phẩm được làm nguội đến nhiệt độ ban đầu bằng nước lạnh, đồng thời ghi nhận sự thay đổi nhiệt độ tâm trong giai đoạn hạ nhiệt. Cuối cùng, sản phẩm được bảo quản lạnh ở nhiệt độ $4 \pm 2^\circ\text{C}$ để đảm bảo chất lượng.

2.3. Phương pháp bố trí thí nghiệm

2.3.1. Phân tích thành phần nguyên liệu

Quả vải và hoa búp giấm sau khi rửa đông ở nhiệt độ phòng được xay nhuyễn để phân tích các thành phần cơ bản, bao gồm độ ẩm, pH, hàm lượng đường tổng, hàm lượng acid tổng số, hàm lượng anthocyanin và vitamin C. Kết quả phân tích được sử dụng làm cơ sở để điều chỉnh các thông số trong quy trình sản xuất.

Dựa trên cơ sở các nghiên cứu có liên quan, bao gồm nghiên cứu về nước ép đài hoa búp giấm bổ sung chanh dây (Đoàn & cs., 2023) và nước ép dứa - bí đao (Vũ & cs., 2020), nghiên cứu này tiến hành thực hiện các thí nghiệm thăm dò để xác định và đề xuất các mức độ khảo sát phù hợp cho từng yếu tố đã được lựa chọn.

2.3.2. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn giữa dịch quả vải và dịch đài hoa búp giấm đến chất lượng nước ép

Thí nghiệm được tiến hành nhằm xác định tỷ lệ phối trộn tối ưu giữa dịch quả vải và dịch đài hoa búp giấm, với mục tiêu nâng cao giá trị cảm quan và dinh dưỡng của sản phẩm. Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với một nhân tố, thực hiện lặp lại ba lần. Quy trình chế biến nước ép quả vải bổ sung đài hoa búp giấm được thực hiện theo nội dung trình bày ở phần 2.2. Hỗn hợp dịch quả vải và dịch đài hoa búp giấm được phối trộn theo các tỷ lệ khảo sát 9:1, 8:2, 7:3 và 6:4 (v/v). Sau phối trộn, hỗn hợp được làm trong bằng enzyme pectinase 0,05% (w/v), ủ ở nhiệt độ 50°C trong 120 phút, sau đó lọc để thu dịch trong. Hỗn hợp tiếp tục được bổ sung 14% đường và 0,2% acid citric (% w/v), gia nhiệt ở 90°C trong 5 phút, rót vào chai, ghép nắp và thanh trùng ở 85°C trong 3 phút. Cuối cùng, sản phẩm được làm nguội, sau đó tiến hành đánh giá cảm quan và phân tích hàm lượng vitamin C (mg%) và anthocyanin (mg/L). Kết quả phân tích được sử dụng để xác định tỷ lệ phối trộn tối ưu giữa dịch quả vải và dịch đài hoa búp giấm, để làm thông số tối ưu cho thí nghiệm tiếp theo.

2.3.3. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ đường và acid citric bổ sung đến chất lượng nước ép

Thí nghiệm được thiết kế để xác định tỷ lệ đường và acid citric bổ sung tối ưu nhằm cải thiện chất lượng và giá trị cảm quan của sản phẩm. Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với hai nhân tố, bao gồm tỷ lệ đường và acid citric bổ sung và được lặp lại ba lần. Quy trình chế biến nước ép quả vải bổ sung đài hoa búp giấm được thực hiện theo nội dung trình bày ở phần 2.2. Hỗn hợp dịch quả, sau khi được làm trong bằng enzyme pectinase, được lọc để thu dịch trong. Dịch này sau đó được bổ sung đường theo các tỷ lệ khảo sát là 12%, 14% và 16%, cùng với acid citric ở các mức 0,15%, 0,2% và 0,25%. Hỗn hợp được gia nhiệt ở 90°C trong 5 phút, rót vào chai, ghép nắp và thanh trùng ở 85°C trong 3 phút. Cuối cùng, sản phẩm được làm nguội và tiến hành đánh giá cảm quan, đồng thời phân tích hàm lượng vitamin C (mg%) và anthocyanin (mg/L), để xác định các thông số phối chế tối ưu.

2.3.4. Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ thanh trùng và thời gian giữ nhiệt đến chất lượng sản phẩm nước ép

Thí nghiệm được thực hiện nhằm xác định chế độ thanh trùng tối ưu để tiêu diệt vi sinh vật, kéo dài thời gian bảo quản, đồng thời đảm bảo giá trị cảm quan và dinh dưỡng của sản phẩm. Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với hai nhân tố chính, bao gồm nhiệt độ thanh trùng và thời gian giữ nhiệt, được lặp lại ba lần. Quy trình chế biến nước ép quả vải bổ sung đài hoa búp giấm được thực hiện theo nội dung trình bày ở phần 2.2. Sau khi phối chế, hỗn hợp dịch quả được gia nhiệt ở 90°C trong 5 phút, sau đó tiến hành rót vào chai, ghép nắp và thực hiện thanh trùng. Quá trình thanh trùng được thực hiện tại các nhiệt độ 80°C , 85°C và 90°C , với thời gian giữ nhiệt tương ứng là 1 phút, 3 phút và 5 phút. Sau thanh trùng, sản phẩm được làm nguội hoàn toàn, tiến hành đánh giá cảm quan, phân tích hàm lượng vitamin C (mg%) và anthocyanin (mg/L). Ngoài ra, giá trị thanh trùng (phút) được tính toán và sản phẩm được kiểm tra tổng số vi sinh vật hiếu khí, nấm men và nấm mốc (CFU/mL) để đánh giá hiệu quả thanh trùng và chất lượng sản phẩm.

2.4. Phương pháp phân tích

Trong thí nghiệm, các chỉ tiêu được phân tích bằng nhiều phương pháp khác nhau. Hàm lượng

anthocyanin được xác định bằng phương pháp pH vi sai (Lee & cs., 2005), trong khi hàm lượng vitamin C được đo bằng phương pháp chuẩn độ với Iod (Nhan & Diệp, 2014). Hàm lượng đường tổng số được xác định bằng phương pháp so màu với thuốc thử dinitrosalicylic acid (Miller, 1959), hàm lượng acid tổng số được đo bằng phương pháp chuẩn độ sử dụng phenolphthalein làm chất chỉ thị (TCVN 4589:1988). Chỉ tiêu pH được đo bằng pH kế. Các chỉ tiêu cảm quan về màu sắc, mùi, vị và trạng thái của sản phẩm được đánh giá theo phương pháp cho điểm dựa trên tiêu chuẩn TCVN 3215-79. Bên cạnh đó, tổng vi sinh vật hiếu khí và tổng số bào tử nấm men, nấm mốc được xác định bằng kỹ thuật đổ đĩa (Thái & cs., 2023).

Công thức xác định giá trị thanh trùng (Pasteurization Unit, PU) được biểu diễn như sau:

$$PU = \int_0^{\infty} 10^{\frac{T-T_{ref}}{z}} . dt$$

Trong đó:

T_{ref} : nhiệt độ “tham chiếu” tương ứng với quá trình xử lý nhiệt (°C)

T: nhiệt độ xử lý nhiệt (°C)

z: khoảng nhiệt độ cần thiết cho đường “thời gian chết nhiệt thập phân” thực hiện một chu trình logarite.

2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Dữ liệu thí nghiệm được xử lý và biểu diễn bằng biểu đồ sử dụng phần mềm Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation, USA). Phân tích thống kê được thực hiện bằng phần mềm Statgraphics Centurion XVIII nhằm đảm bảo độ chính xác và tin cậy của kết quả.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả phân tích thành phần hóa học của nguyên liệu quả vải và đài hoa búp giấm

Kết quả phân tích thành phần hóa học của nguyên liệu cho thấy quả vải (86,36%) và đài hoa búp giấm (84,71%) có độ ẩm cao, thuận lợi cho quá trình xay và tách dịch ép, đảm bảo lượng dịch thu hồi cao, phù hợp cho sản xuất nước ép. Sau một tháng bảo quản lạnh đông ở nhiệt độ $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, hàm lượng vitamin C của quả vải đạt 26,40 mg% và anthocyanin của đài hoa búp giấm đạt 1651,81 mg/L, giúp duy trì màu sắc và giá trị dinh dưỡng cho sản phẩm. Mặc dù quá trình bảo quản lạnh đông làm giảm một phần vitamin C và chất khô hòa tan do tinh thể đá phá vỡ cấu trúc mô quả, gây rỉ dịch, chất lượng cảm quan của nguyên liệu vẫn được đánh giá cao. Quả vải có đường tổng số cao (14,10%) và acid thấp (0,12%), trong khi đài hoa búp giấm có đường thấp (0,64%) và acid cao (1,95%), cho thấy sự kết hợp hai nguyên liệu này rất phù hợp trong sản xuất nước quả, nhưng cần nghiên cứu thêm để tìm ra tỷ lệ phối chế tối ưu.

Bảng 1. Kết quả phân tích thành phần hóa học của quả vải và đài hoa búp giấm

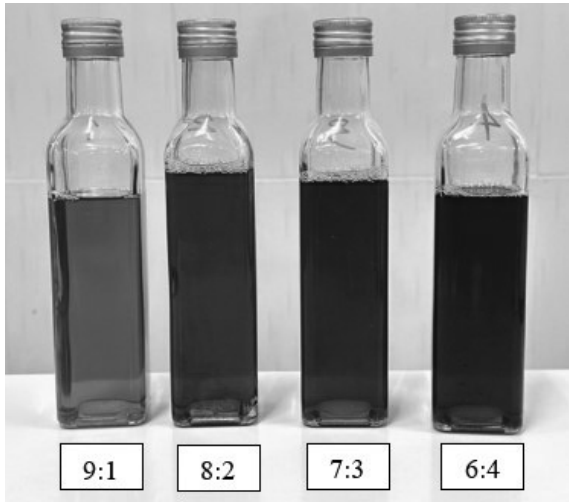
Thành phần	Đơn vị	Hàm lượng	
		Quả vải sau rã đông	Đài hoa búp giấm sau rã đông
Hàm lượng ẩm	%	86,36 ± 0,20	84,71 ± 0,20
Hàm lượng anthocyanin	mg/L	-	1551,81 ± 0,80
Hàm lượng vitamin C	mg%	26,40 ± 0,06	39,60 ± 0,08
Hàm lượng đường tổng số	%	14,10 ± 0,04	0,64 ± 0,01
Hàm lượng acid tổng số	%	0,12 ± 0,01	1,95 ± 0,02
pH	-	4,92 ± 0,05	2,22 ± 0,05

Ghi chú: (*) Số liệu trong bảng là kết quả trung bình của 3 lần lặp lại
(-) không xác định

3.2. Kết quả ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn giữa dịch quả vải và dịch đài hoa búp giấm

Kết quả thống kê từ Bảng 2 cho thấy tỷ lệ phối trộn giữa dịch quả vải và dịch đài hoa búp giấm không ảnh hưởng đến trạng thái sản phẩm nhưng ảnh hưởng đến màu sắc, mùi và vị. Tỷ lệ 9:1 cho điểm cảm quan về mùi cao nhất nhờ lượng lớn dịch quả

vải, nhưng màu sắc nhạt (Hình 1) và vị chua ngọt kém hài hòa, không được đánh giá cao. Tỷ lệ 8:2 đạt điểm cảm quan cao nhất với màu đỏ tươi sáng, vị chua ngọt hài hòa và mùi vải đặc trưng. Trong khi đó, tỷ lệ 7:3 và 6:4 làm cho sản phẩm có màu đỏ sẫm, vị quá chua, mất mùi đặc trưng của quả vải, dẫn đến điểm cảm quan thấp.



Hình 1. Sản phẩm ở các tỷ lệ phối trộn dịch quả vải và dịch đài hoa búp giấm khác nhau

Bảng 2. Giá trị cảm quan của sản phẩm ở các tỷ lệ phối trộn giữa dịch quả vải và dịch đài hoa búp giấm

Tỷ lệ dịch quả vải và dịch đài hoa búp giấm	Chỉ tiêu cảm quan			
	Màu sắc (*)	Trạng thái (*)	Mùi (*)	Vị (*)
9:1	3,14 ^d	4,78 ^a	4,66 ^a	3,43 ^d
8:2	4,84^a	4,77^a	4,55^b	4,67^a
7:3	4,42 ^b	4,78 ^a	4,16 ^c	4,08 ^b
6:4	3,88 ^c	4,77 ^a	3,81 ^d	3,68 ^c
	P = 0,00	P = 0,99	P = 0,00	P = 0,00

Ghi chú: (*) Số liệu trong bảng là kết quả trung bình của 3 lần lặp lại; các chữ cái đi kèm với các trung bình nghiệm thức khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$)

Kết quả Bảng 3 cho thấy tỷ lệ phối trộn giữa dịch quả vải và dịch đài hoa búp giấm ảnh hưởng đáng kể đến hàm lượng anthocyanin và vitamin C của sản phẩm. Đài hoa búp giấm giàu anthocyanin, thành phần chính tạo nên màu đỏ đặc trưng, cùng hàm lượng vitamin C cao hơn quả vải, do đó, tỷ lệ phối trộn càng tăng lượng dịch đài hoa, hàm lượng các chất này càng cao. Ở tỷ lệ 6:4, sản phẩm đạt hàm lượng anthocyanin (145,93 mg/L) và vitamin C (16,72 mg%) cao nhất, nhưng màu đỏ quá sẫm và vị chua ngọt mất cân đối, làm giảm giá trị cảm quan. Ngược lại, ở tỷ lệ 9:1, hàm lượng anthocyanin (32,84 mg/L) và vitamin C (10,90 mg%) thấp nhất, sản phẩm có màu nhạt, vị kém hài hòa và giá trị dinh dưỡng không cao.

Bảng 3. Hàm lượng anthocyanin, vitamin C của sản phẩm với các tỷ lệ phối trộn dịch quả vải và dịch đài hoa búp giấm

Tỷ lệ dịch quả vải và dịch đài hoa búp giấm	Hàm lượng anthocyanin (mg/L) (*)	Hàm lượng vitamin C (mg%) (*)
9:1	32,84 ^d ± 0,06	10,90 ^d ± 0,02
8:2	72,45 ^c ± 0,05	13,10 ^c ± 0,02
7:3	107,99 ^b ± 0,06	14,62 ^b ± 0,04
6:4	145,93 ^a ± 0,06	16,72 ^a ± 0,02
	P = 0,00	P = 0,00

Ghi chú: (*) Số liệu trong bảng là kết quả trung bình của 3 lần lặp lại; các chữ cái đi kèm với các trung bình nghiệm thức khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$).

Tỷ lệ 8:2 được đánh giá là tối ưu khi sản phẩm đạt màu đỏ tươi sáng, mùi thơm đặc trưng của vải, vị chua ngọt hài hòa, với hàm lượng anthocyanin (72,45 mg/L) và vitamin C (13,10 mg%) tương đối cao. Điều này cho thấy tỷ lệ 8:2 không chỉ đảm bảo giá trị cảm quan tốt nhất mà có giá trị dinh dưỡng tương đối cao, phù hợp làm thông số tối ưu cho các thí nghiệm tiếp theo.

3.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ đường và acid citric bổ sung

Kết quả Bảng 4 cho thấy đường và acid citric tương tác với nhau, ảnh hưởng đến cảm quan về màu sắc và vị, nhưng không ảnh hưởng đến trạng thái và mùi sản phẩm. Khi bổ sung ít đường (12%) và acid citric ở các mức 0,15%, 0,20% và 0,25%, sản phẩm có màu sắc đẹp nhưng vị kém hài hòa, ít ngọt và quá chua. Ở tỷ lệ đường 16%, sản phẩm có màu đỏ nhạt do sự phân hủy anthocyanin tăng, vị ngọt gắt và kém hài hòa. Tuy nhiên, với tỷ lệ đường 14% và acid citric 0,20%, sản phẩm đạt màu đỏ đẹp, vị chua ngọt hài hòa và được đánh giá cảm quan cao nhất. Acid citric đóng vai trò như một chất chống oxy hóa, bảo vệ anthocyanin và duy trì màu đỏ đặc trưng của sản phẩm. Khi bổ sung acid citric ở mức thấp (0,15%), hiệu quả bảo vệ anthocyanin chưa rõ ràng, làm màu sắc sản phẩm kém hấp dẫn. Ngược lại, bổ sung quá nhiều (0,25%) làm sản phẩm có vị chua gắt, khó uống. Tỷ lệ acid citric 0,20% được đánh giá là tối ưu, mang lại vị chua ngọt hài hòa đạt giá trị cảm quan cao. Kết hợp với 14% đường, sản phẩm giữ được màu đỏ tươi sáng và đạt điểm cảm quan tối ưu.

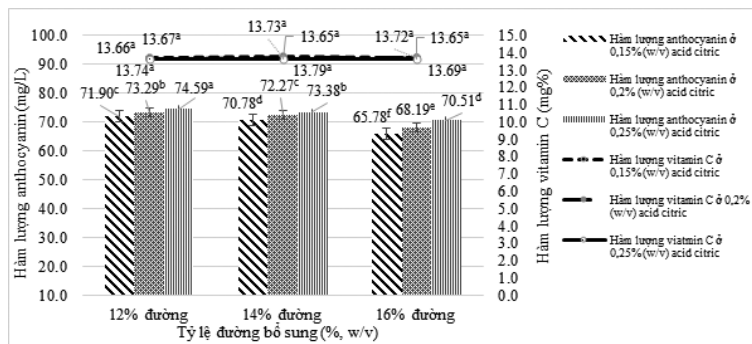
Bảng 4. Giá trị cảm quan của sản phẩm ở các tỷ lệ đường và acid citric bổ sung khác nhau

Tỷ lệ đường (%)	Tỷ lệ acid citric (%)	Chỉ tiêu cảm quan			
		Màu sắc (*)	Trạng thái (*)	Mùi (*)	Vị (*)
12	0,15	4,73 ^c	4,71 ^a	4,54 ^a	2,85 ^h
	0,20	4,77 ^b	4,70 ^a	4,52 ^a	3,21 ^f
	0,25	4,84 ^a	4,72 ^a	4,52 ^a	3,18 ^g
14	0,15	4,60 ^e	4,72 ^a	4,52 ^a	4,51 ^b
	0,20	4,67^d	4,71^a	4,53^a	4,66^a
	0,25	4,65 ^d	4,71 ^a	4,53 ^a	4,53 ^b
16	0,15	4,11 ^h	4,70 ^a	4,53 ^a	3,69 ^c
	0,20	4,31 ^g	4,71 ^a	4,51 ^a	3,48 ^d
	0,25	4,40 ^f	4,70 ^a	4,53 ^a	3,33 ^e
		P = 0,00	P = 0,69	P = 0,93	P = 0,00

Ghi chú: (*) Số liệu trong bảng là kết quả trung bình của 3 lần lặp lại; các chữ cái đi kèm với các trung bình nghiệm thức khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$).

Kết quả Hình 2 cho thấy hàm lượng anthocyanin trong sản phẩm thay đổi đáng kể theo tỷ lệ đường và acid citric bổ sung. Acid citric, với vai trò chống oxy hóa và khả năng tạo môi trường pH thấp, giúp bảo vệ anthocyanin và duy trì màu sắc (Song & cs., 2018). Ngược lại, đường saccharose làm giảm độ bền màu của anthocyanin khi chịu nhiệt độ cao, đặc biệt trong môi trường acid. Saccharose bị thủy phân thành glucose và fructose, sau đó tham gia caramel hóa hoặc phản

ứng Maillard, tạo ra furfural và hydroxymethylfurfural (HMF). Các hợp chất này là tác nhân hóa nâu mạnh, phản ứng với anthocyanin, gây mất sắc tố và giảm hoạt tính của anthocyanin (Rein, 2005). Khi bổ sung 12% đường và 0,25% acid citric, hàm lượng anthocyanin cao nhất (74,59 mg/L), trong khi tỷ lệ 16% đường và 0,15% acid citric dẫn đến hàm lượng thấp nhất (65,78 mg/L) do đường cao làm tăng phân hủy anthocyanin và acid citric ít không đủ bảo vệ màu sắc.



Hình 2. Hàm lượng anthocyanin và vitamin C của sản phẩm với các tỷ lệ đường và acid citric bổ sung khác nhau

Tương tự, nghiên cứu của Diệp & Ngô (2023) cũng chỉ ra rằng tăng tỷ lệ đường làm giảm hàm lượng anthocyanin, trong khi tăng acid citric giúp hạn chế hao hụt anthocyanin. Đồng thời, kết quả cũng chỉ ra rằng tỷ lệ đường và acid citric bổ sung không gây ảnh hưởng đáng kể đến hàm lượng vitamin C. Điều này được giải thích bởi enzyme ascorbic acid oxidase, nguyên nhân chính làm mất vitamin C, bị ức chế hoạt động trong môi trường có pH thấp (Lee & cs., 2004). Với pH $3,8 \pm 0,1$, sản phẩm nước ép vải - đài

hoa bưởi giấm tạo ra môi trường acid thuận lợi, giúp bảo vệ vitamin C hiệu quả trong quá trình chế biến và bảo quản.

3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian thanh trùng

Sản phẩm nước ép vải - đài hoa bưởi giấm có giá trị pH $3,8 \pm 0,1$, phù hợp với chế độ xử lý nhiệt $PU_{85} = 5$ phút dành cho sản phẩm có pH từ 3,7 đến 4,2. Chế độ này tương ứng với quá trình thanh trùng

ở nhiệt độ 85°C, với hằng số kháng nhiệt (z) là 8,3°C và giá trị thanh trùng PU_0 tương ứng là 5 phút, đảm bảo hiệu quả tiêu diệt vi sinh vật (Lý & Nguyễn, 2011). Do đó, quá trình thanh trùng được khảo sát ở các mức nhiệt 80°C, 85°C và 90°C với thời gian giữ nhiệt lần lượt là 1 phút, 3 phút và 5 phút.

Giá trị thanh trùng PU được sử dụng để đánh giá chất lượng và an toàn của sản phẩm sau quá trình thanh trùng, phụ thuộc vào nhiệt độ và thời gian thanh trùng. Khi nhiệt độ và thời gian thanh trùng tăng, giá trị PU cũng tăng, đảm bảo tiêu diệt vi sinh vật hiệu quả, giúp sản phẩm an toàn hơn. Theo Azizi-Lalabadi và cs. (2023), chế độ thanh trùng đạt yêu cầu khi giá trị $PU > PU_0$ (thời gian tối thiểu cần thiết để tiêu diệt vi sinh vật gây hại).

Bảng 5. Giá trị thanh trùng PU của sản phẩm ở các nhiệt độ thanh trùng và thời gian giữ nhiệt khác nhau

Nhiệt độ (°C)	Thời gian giữ nhiệt (phút)	Giá trị PU (phút)
80	1	1,50
	3	2,10
	5	2,91
85	1	4,76
	3	6,99
	5	9,03
90	1	18,26
	3	25,52
	5	30,59

Kết quả Bảng 5 cho thấy sản phẩm đạt chất lượng và an toàn khi thanh trùng ở 85°C trong 3 hoặc 5 phút, hoặc ở 90°C trong 1, 3, hoặc 5 phút, do giá

Bảng 6. Tổng số vi khuẩn hiếu khí, tổng số bào tử nấm men và nấm mốc của sản phẩm ở các nhiệt độ thanh trùng và thời gian giữ nhiệt khác nhau

Nhiệt độ (°C)	Thời gian giữ nhiệt (phút)	Tổng số vi khuẩn hiếu khí (CFU/mL) (*)			Tổng số bào tử nấm men, nấm mốc (CFU/mL) (*)		
		Ngày 0	Ngày 8	Ngày 15	Ngày 0	Ngày 8	Ngày 15
Mẫu không thanh trùng	-	< 1	2.10 ²	153.10 ³	< 1	< 1	< 1
80	1	< 1	15.10 ³	87.10 ³	< 1	< 1	< 1
	3	< 1	7.10 ²	65.10 ³	< 1	< 1	< 1
	5	< 1	10 ¹	43.10 ²	< 1	< 1	< 1
85	1	< 1	10 ¹	2.10 ²	< 1	< 1	< 1
	3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
90	1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

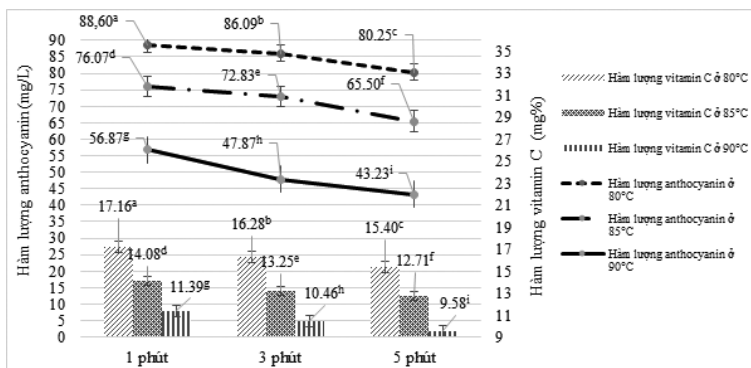
Ghi chú: (*) Số liệu trong bảng là kết quả trung bình của 3 lần lặp lại

trị PU ở các điều kiện này đều lớn hơn 5. Các chế độ này đảm bảo tiêu diệt vi sinh vật, đáp ứng yêu cầu vệ sinh thực phẩm và an toàn cho người tiêu dùng. Sau thanh trùng, sản phẩm được bảo quản ở nhiệt độ $4 \pm 2^\circ\text{C}$ trong 15 ngày để duy trì ổn định về chất lượng vi sinh. Trong thời gian này, tổng số vi sinh vật hiếu khí, bào tử nấm men và nấm mốc được kiểm tra định kỳ để đánh giá hiệu quả của quá trình thanh trùng và điều kiện bảo quản.

Theo QCVN 6-2:2010/BYT, giới hạn cho phép với tổng vi sinh vật hiếu khí là 10^2 CFU/mL và bào tử nấm men, nấm mốc là 10 CFU/mL. Kết quả Bảng 6 cho thấy, ở ngày 0, các mẫu không thanh trùng và thanh trùng ở các nhiệt độ 80°C, 85°C, 90°C (1, 3, 5 phút) đều không phát hiện vi sinh vật, do trước đó sản phẩm được gia nhiệt ở 90°C trong 5 phút, giúp tiêu diệt vi sinh vật. Tuy nhiên, mẫu không thanh trùng xuất hiện vi khuẩn hiếu khí từ ngày 8, vượt giới hạn an toàn với mật số tăng lên 2.10^2 CFU/mL (ngày 8) và $1,53.10^3$ CFU/mL (ngày 15). Điều này khẳng định thanh trùng là bắt buộc. Ở 80°C (1, 3, 5 phút) và 85°C (1 phút), vi khuẩn hiếu khí cũng vượt giới hạn sau 15 ngày bảo quản, cho thấy các chế độ này không đảm bảo an toàn.

Ngược lại, mẫu thanh trùng ở 85°C (3, 5 phút) và 90°C (1, 3, 5 phút) không phát hiện vi khuẩn hiếu khí và bào tử nấm mốc sau 15 ngày. Điều này được lý giải nhờ pH thấp ($3,8 \pm 0,1$), tạo môi trường ức chế sự phát triển vi sinh vật và kháng nhiệt kém của chúng, dẫn đến hiệu quả tiêu diệt cao trong quá trình thanh trùng. Chế độ này đảm bảo chất lượng và an toàn thực phẩm trong thời gian bảo quản.

Sự ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian thanh trùng đến hàm lượng anthocyanin và vitamin C trong sản phẩm được thể hiện ở Hình 3.



Hình 3. Hàm lượng anthocyanin và vitamin C của sản phẩm ở các nhiệt độ thanh trùng và thời gian giữ nhiệt khác nhau

Turker và cs. (2004) đã chỉ ra rằng nhiệt độ cao và thời gian kéo dài làm tăng tốc độ phân hủy anthocyanin. Kết quả từ Hình 3 cho thấy hàm lượng anthocyanin cao nhất đạt được khi thanh trùng ở 80°C trong 1 phút, nhờ tốc độ phân hủy thấp, giúp duy trì màu đỏ tươi sáng của sản phẩm. Ngược lại, khi thanh trùng ở 90°C trong 5 phút, hàm lượng anthocyanin giảm mạnh nhất. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Dương và Nguyễn (2014) về quá trình trích ly và sự ổn định anthocyanin từ bắp cải tím, trong đó độ ổn định anthocyanin bị suy giảm đáng kể khi gia nhiệt ở 90°C trong 15 phút. Tương tự, nghiên cứu của Nguyễn và Nguyễn (2016) cũng khẳng định rằng anthocyanin không bền trong quá trình chế biến nhiệt, khi nhiệt độ càng cao và thời gian giữ nhiệt càng dài, hàm lượng anthocyanin giảm càng mạnh. Tác động của nhiệt độ đối với sự ổn định và tính toàn vẹn của anthocyanin được giải thích qua hai cơ chế phân hủy chính. Thứ nhất, nhiệt độ cao gây thủy phân liên kết 3-glycoside, tạo thành các aglycone không bền. Thứ hai, vòng pyrilium bị thủy phân mở để hình thành chalcone thay thế, sau đó chuyển hóa thành các hợp chất polyphenolic màu nâu không tan. Hai cơ chế này đều góp phần làm giảm sắc tố anthocyanin, ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng màu sắc và giá trị dinh dưỡng của sản phẩm (Turker & cs., 2004).

Tương tự, hàm lượng vitamin C cũng giảm khi nhiệt độ và thời gian thanh trùng tăng (Nguyễn, 2022). Sản phẩm giữ được vitamin C cao nhất ở 80°C trong 1 phút, trong khi ở 90°C trong 5 phút, vitamin C giảm nhiều nhất, đến 49,9% so với mẫu chưa thanh trùng. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Phạm và

cs. (2022), trong đó nhiệt độ và thời gian thanh trùng được xác định có ảnh hưởng trực tiếp đến hàm lượng vitamin C trong nước ép mật sâm. Cụ thể, khi thanh trùng ở 70°C trong thời gian giữ nhiệt 5 phút và 10 phút, hàm lượng vitamin C đạt giá trị cao nhất; ngược lại, thanh trùng ở 90°C trong thời gian giữ nhiệt 15 phút cho hàm lượng vitamin C thấp nhất. Các tác giả cho rằng, nhiệt độ thanh trùng càng cao và thời gian giữ nhiệt càng lâu, hàm lượng vitamin C trong sản phẩm bị suy giảm đáng kể do đặc tính nhạy cảm với nhiệt độ của vitamin này.

Sau thanh trùng và bảo quản 15 ngày, sản phẩm thanh trùng ở 85°C trong 3 phút không phát hiện vi sinh vật hiếu khí, nấm men và nấm mốc, giá trị PU (6,99 phút) lớn hơn PU₀ (5 phút), đảm bảo tiêu diệt vi sinh vật. Đồng thời, sản phẩm giữ được cảm quan tốt và giảm thiểu tổn thất anthocyanin và vitamin C, cho thấy đây là chế độ thanh trùng tối ưu.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã xác định tỷ lệ phối trộn tối ưu 8:2 giữa dịch quả vải và dịch đài hoa búp giấm, kết hợp với 14% đường và 0,2% acid citric, tạo ra sản phẩm có màu đỏ tươi sáng, vị chua ngọt hài hòa, đồng thời duy trì hàm lượng anthocyanin và vitamin C ở mức cao. Chế độ thanh trùng 85°C trong 3 phút được đánh giá là tối ưu, đảm bảo tiêu diệt vi sinh vật, hạn chế tổn thất dinh dưỡng. Kết quả này không chỉ nâng cao giá trị cảm quan và dinh dưỡng cho nước ép vải mà còn mở ra tiềm năng phát triển các sản phẩm trái cây chế biến giàu dinh dưỡng, phù hợp với nhu cầu thực phẩm an toàn và chất lượng trên thị trường hiện nay.

Tài liệu tham khảo

- Azizi-Lalabadi, M., Moghaddam, N. R., & Jafari, S. M. (2023). Pasteurization in the food industry. In Jafari S. M., *Thermal Processing of Food Products by Steam and Hot Water*. 247-273. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818616-9.00009-2>.
- Diệp, K. Q., & Ngô, T. T. N. (2023). Nghiên cứu chế biến mứt đông từ trái trám (*Syzygium Cumini*) bổ sung dịch trích hoa atiso đỏ (*Hibiscus Sabdariffa*). *Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp*, 12(8), 95-103. DOI: <https://doi.org/10.52714/dthu.12.8.2023.1157>.
- Đoàn, P. L., Nguyễn, X. H., & Nguyễn, T. H. X. (2023). Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quy trình chế biến nước giải khát từ đài hoa búp giâm (*Hibiscus sabdariffa* L.) bổ sung chanh dây (*Passiflora edulis*). *Tạp chí Công Thương*, 20, 140-144.
- Dương, T. P. L., & Nguyễn, N. M. P. (2014). Ảnh hưởng của biện pháp xử lý nguyên liệu đến khả năng trích ly và sự ổn định anthocyanin từ bắp cải tím (*Brassica oleracea*). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Nông nghiệp*, 1, 1-7. <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.10427>.
- Islam, A. K. M. A., Islam, A. K. M. M., Jamini, T. S., & Yeasmin, S. (2016). A Functional Food with High Nutritional and Medicinal Values. *Food Science*, 1(2), 44-49.
- Lee, J., Durst, R. W., & Wrolstad, R. E. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *Journal of AOAC International*, 88, 1269-1278. <https://doi.org/10.1093/jaoac/88.5.1269>.
- Lee, O. S., Kim, J. W., Han, S. H., Chang, I. S., Kang, H. H., Oh, S. G., & Suh, K. D. (2004). The stabilization of L-ascorbic acid in aqueous solution and water-in-oil-in-water double emulsion by controlling pH and electrolyte concentration. *Journal of cosmetic science*, 55(1), 1-12. https://doi.org/10.1111/j.0142-5463.2004.00223_1.x.
- Lim, T. K. (2013). *Edible Medicinal and Non Medicinal Plants: Volume 3, Fruits*. Canberra, Australia: Springer.
- Lý, N. B., & Nguyễn, N. M. P. (2011). *Các quá trình nhiệt độ cao trong chế biến thực phẩm*. Thành phố Hồ Chí Minh: NXB Nông nghiệp. https://www.researchgate.net/publication/257944015_Cac_qua_trinh_nhiet_do_cao_trong_che_bien_thuc_pham.
- Miller G. L., 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 31(3), 426-428. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ac60147a030>.
- Mir, H., & Perveen, N. (2022). Phyto-chemistry and therapeutic potential of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.): An age-old ingredient in traditional medicine. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 21(1), 29-39. <https://doi.org/10.56042/ijtk.v21i1.27743>.
- Nguyễn, M. T., & Nguyễn, T. M. T. (2016). *Kỹ thuật sau thu hoạch (bảo quản và chế biến) một số loại nông sản ở Đồng bằng sông Cửu Long*. Cần Thơ: NXB Đại học Cần Thơ.
- Nguyễn, T. N. (2022). Nghiên cứu quy trình chế biến nước ép dứa (*Ananas comosus*) và cà rốt (*Daucus carota*). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Tiền Giang*, 1(11), 61-69. <http://www.jstgu.edu.vn/index.php/tckh/article/view/188>.
- Nhan, M. T., & Diệp, K. Q. (2014). Ảnh hưởng thành phần nguyên liệu đến cấu trúc, hàm lượng anthocyanin và vitamin C của kẹo dẻo dâu tây. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Nông nghiệp*, 1, 50-60. <https://ctujsvn.ctu.edu.vn/index.php/ctujsvn/article/view/2074>.
- Nhan, M. T., Bùi, H. T., & Lê, M. H. (2017). *Nguyên lý bảo quản và chế biến thực phẩm*. Cần Thơ: NXB Đại học Cần Thơ.
- Phạm, H. T. A., Nguyễn, H. S., & Diệp, Đ. H. (2022). Nghiên cứu quy trình chế biến nước ép Mật sâm. *Tạp chí Khoa học và Kinh tế Phát triển Trường Đại học Nam Cần Thơ*, 17, 42-52. <https://jsde.nctu.edu.vn/index.php/jsde/article/view/225>.
- Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 6-2:2010/BYT. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với các sản phẩm đồ uống không cồn.
- Rein, M. J. (2005). Copigmentation reactions and color stability of berry anthocyanins

- (dissertation). *University of Helsinki, Department of Applied Chemistry and Microbiology*, 88-34. Copigmentation reactions and color stability of berry anthocyanins.
- Sharma, N., Rathore, M., & Sharma, M. (2013). Microbial pectinase: Sources, characterization and applications. *Environmental Science and Biotechnology*, 12(1), 45-60. <https://doi.org/10.1007/s11157-012-9276-9>.
- Song, H. N., Ji, S. A., Park, H. K., Kim, H. H., & Christer, H. (2018). Impact of Various Factors on Color Stability of Fresh Blueberry Juice during Storage. *Preventive Nutrition and Food Science*, 23(1), 46-51. <https://doi.org/10.3746/pnf.2018.23.1.46>.
- Thái, N. H. T., Phạm, T. T. H., & Lê, T. H. H. (2023). *Kiểm nghiệm thực phẩm*. Hà Nội: NXB Y học.
- Tiêu chuẩn Việt Nam 4589:1988. *Đồ hộp - Phương pháp xác định hàm lượng acid tổng số và acid bay hơi*.
- Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3215-79. *Sản phẩm thực phẩm phân tích cảm quan phương pháp cho điểm*.
- Turker, N., Aksay, S., & Ekiz, H. I. (2004). Effect of storage temperature on the stability of anthocyanins of a fermented black Carrot (*Daucus carota* var. L.) Beverage: Shalgam. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(12), 3807-3813. <https://doi.org/10.1021/jf049863s>.
- Vũ, K. D., Phan, T. H., & Nguyễn, T. H. N. (2020). Nghiên cứu sản xuất nước ép dứa (*Ananas comosus*) - Bí đao (*Benincasa hispida*) đóng chai. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam*, 62(8), 59-64. https://b.vjst.vn/index.php/ban_b/article/view/861.