

Nghiên cứu gốc

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC PHƯƠNG PHÁP CÔ ĐẶC ĐẾN SỰ THAY ĐỔI HÀM LƯỢNG MỘT SỐ HOẠT CHẤT SINH HỌC CỦA DỊCH TRÍCH THANH LONG RUỘT ĐỎ (*Hylocereus polyrhizus*)

Trần Thị Như Hà^{1,✉}, Lê Thị Thuý Linh¹, Trần Hà Đông Quân², Nguyễn Bảo Lộc¹, Nguyễn Hữu Thanh³

¹ Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ

² Vườn ươm Công nghệ Công nghiệp Việt Nam - Hàn Quốc

³ Trường Đại học An Giang, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Mục tiêu: Đánh giá ảnh hưởng của các phương pháp cô đặc đến sự thay đổi hàm lượng các hoạt chất sinh học của dịch trích thanh long ruột đỏ cô đặc.

Phương pháp: Dịch trích được ly trích từ giống thanh long ruột đỏ (*Hylocereus polyrhizus*) tại Trà Vinh và tiến hành khảo sát ảnh hưởng các phương pháp cô đặc gồm: nhiệt độ cao, chân không, và lạnh đến hàm lượng betacyanin, vitamin C, polyphenol. Phương pháp phân tích thường quy được sử dụng để so sánh hàm lượng hoạt chất sinh học trước và sau cô đặc.

Kết quả: Kết quả cho thấy cả 3 phương pháp cô đặc đều ảnh hưởng đến hàm lượng hoạt chất sinh học. Mức độ hao hụt thấp nhất khi dịch cô đặc đạt độ Brix 30. Cô đặc lạnh bảo tồn tốt nhất betacyanin (mất 19,96%) và vitamin C (mất 54,60%) trong khi cô đặc chân không bảo tồn tốt nhất polyphenol (mất 43,94%).

Kết luận: Kết quả nghiên cứu cho thấy phương pháp cô đặc, nhiệt độ và thời gian cô đặc ảnh hưởng nhiều đến các hoạt chất sinh học có trong dịch trích thanh long ruột đỏ. Cô đặc lạnh tối ưu cho betacyanin và vitamin C, cô đặc chân không tối ưu cho polyphenol. Có thể áp dụng hai phương pháp này để sản xuất nước thanh long ruột đỏ cô đặc với tỷ lệ hao hụt hoạt chất thấp nhất.

Từ khóa: Thanh long ruột đỏ, cô đặc, chống oxy hóa, betacyanin, polyphenol, vitamin C

EFFECT OF THE CONCENTRATION TECHNIQUES ON THE FLUCTUATION OF BIOLOGICAL ACTIVE COMPOUNDS IN RED DRAGON FRUIT EXTRACT OF *HYLOCEREUS POLYRHIZUS* ABSTRACT

Aims: To investigate the effect of the concentration techniques on the fluctuation of biological active compounds in red fleshed dragon fruit extract.

Methods: Prior to concentration, red fleshed dragon fruit juice was extracted from a variety of red fleshed dragon fruits (*Hylocereus polyrhizus*) collected from farming regions in Tra Vinh province. The effects of three concentration methods (high temperature, vacuum, and freeze) on the contents of betacyanin, vitamin C, and polyphenols were investigated. Standard analytical methods were used to compare the bioactive compound contents before and after concentration.

✉ Tác giả liên hệ: Trần Thị Như Hà
Email: ham2221013@gstudent.ctu.edu.vn
Doi: 10.56283/1859-0381/560

Nhận bài: 27/7/2023 Chính sửa: 3/10/2023
Chấp nhận đăng: 10/4/2024
Công bố online: 18/4/2024

Results: All three concentration methods had a significant impact on the levels of bioactive compounds. The lowest depletion was observed when the concentrate reached a Brix degree of 30. Freeze concentration best preserved betacyanin (loss of 19.96%) and vitamin C (loss of 54.60%), while vacuum concentration best preserved polyphenol (loss of 43.94%).

Conclusion: The concentration technique, as well as the temperature and time of concentration, had a substantial impact on the bioactive compounds found in the juice and concentrated red dragon fruit solution. The freeze and vacuum concentration approach can be used to produce concentrated red fleshed fruit juice.

Key words: *H. polyrhizus*, concentration, antioxidant, betacyanin, polyphenol, vitamin C

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây thanh long có tên khoa học là *Hylocereus* spp., thuộc họ Xương rồng (Cactaceae). Việt Nam được xem là một trong những nước có diện tích và sản lượng thanh long lớn nhất châu Á và cũng là nước xuất khẩu thanh long hàng đầu thế giới [1].

Quả thanh long ruột đỏ (*Hylocereus polyrhizus*) có thành phần dinh dưỡng cao hơn quả thanh long ruột trắng nhất là hàm lượng vitamin. Ngoài hàm lượng lớn chất xơ, vỏ và thịt quả thanh long ruột đỏ còn được quan tâm bởi chứa nhiều chất chống oxy hoá tự nhiên, chống tăng sinh, chống viêm, ngăn ngừa hóa chất và trị đái tháo đường [2, 3]. Những tính chất này được giải thích bởi thanh long ruột đỏ chứa hàm lượng polyphenol cao và các chất chuyển hóa thứ cấp như steroid, triterpenes, tannin và flavonoid [4]. Do đó, loại trái cây này ngày càng được ưa chuộng và tiêu thụ ở nhiều tỉnh thành trong cả nước. Không chỉ sử dụng ăn tươi, thanh long ruột đỏ còn được sử dụng để chế biến thành nước quả, rượu trái cây, kẹo, mứt và nhất là siro...[5]

Trong quá trình chế biến, việc bốc hơi nước quả thường được thực hiện bằng phương pháp cô đặc truyền thống, sử

dụng nhiệt làm bốc hơi nước trong dịch quả, đây là một trong các kỹ thuật đã được nghiên cứu và sử dụng trong công nghiệp thực phẩm từ nhiều năm nay [6]. Bên cạnh đó, việc sản xuất nước quả cô đặc giúp bảo quản và chế biến thành sản phẩm hoàn chỉnh. Do sản phẩm giảm thể tích, tăng hiệu quả kinh tế trong đóng gói, vận chuyển và phân phối sản phẩm cuối cùng [7]. Cô đặc nước quả có thể làm tăng hiệu quả sản xuất lên gấp 2-3 lần và kéo dài được thời gian tồn trữ, mua bán sản phẩm trên thị trường do độ hoạt động của nước (aw) giảm [8]. Với kỹ thuật cô đặc được áp dụng, sản phẩm an toàn về mặt vi sinh do hàm lượng chất khô tăng lên khi cô đặc và sản phẩm cuối cùng vẫn còn ở dạng lỏng.

Hiện nay có nhiều phương pháp cô đặc nước quả như cô đặc bằng nhiệt độ cao, bằng lạnh đông và bằng áp suất thấp...[9]. Trong chế biến truyền thống, cô đặc nước quả được thực hiện chủ yếu bằng nhiệt độ cao tới 90°C kết hợp với áp suất thấp, phương pháp này tiêu tốn nhiều năng lượng [10], tạo bọt, làm mất độ tươi, hương thơm tự nhiên và sản phẩm biến màu do phản ứng Maillard hình thành trong quá trình cô đặc. Bên cạnh đó, nhiều chất có hoạt tính sinh học cao trong nước

quả nhạy cảm với nhiệt độ cao bị biến đổi, tổn thất, sản phẩm sau khi cô đặc sẽ không còn chứa nhiều các chất dinh dưỡng thiết yếu. Đã có nhiều nghiên cứu được thực hiện nhằm cải tiến công nghệ, nâng cao chất lượng cho nước quả cô đặc, trong đó xu hướng chính là sử dụng công nghệ cô đặc không sử dụng nhiệt cao như cô đặc lạnh để tách nước ra khỏi dung dịch [11].

Cô đặc lạnh là một công nghệ giúp giảm thiểu mất mát các chất dễ bay hơi và các thành phần nhạy cảm với nhiệt. Cô đặc lạnh là một kỹ thuật cô đặc các sản phẩm dạng lỏng bằng phương pháp đông lạnh và sau đó tách một phần nước đông lạnh ra khỏi sản phẩm lỏng. Mục đích của việc loại bỏ nước đá này thu được sản phẩm lỏng cô đặc [12]. Cô đặc chân

không có thể nhanh chóng làm bay hơi nước của nước ép trái cây ở nhiệt độ thấp hơn, do đó đạt được thời gian gia nhiệt ngắn và khả năng giữ lại các hợp chất có hoạt tính sinh học cao [13].

Cho đến nay chưa có nhiều nghiên cứu được thực hiện để đánh giá ảnh hưởng của các phương pháp cô đặc đến hàm lượng các hoạt chất sinh học trong dịch trích thanh long ruột đỏ sau cô đặc. Nghiên cứu này mục đích đánh giá ảnh hưởng của các phương pháp cô đặc tới sự thay đổi hàm lượng các hoạt chất sinh học trong dịch trích thanh long ruột đỏ sau cô đặc nhằm hoàn chỉnh các qui trình cô đặc để sản xuất dịch trích cô đặc thanh long ruột đỏ có nồng độ các hoạt chất sinh học cao.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu và thiết bị

2.1.1. Nguyên liệu

- Nguyên liệu là quả thanh long ruột đỏ (*Hylocereus polyrhizus*) có khối lượng $590 \pm 80g$, vỏ trái đỏ đều, ít đốm xanh, tai xanh không bị sâu hư, dập thối, được thu mua tại nhà vườn trồng thanh long ruột đỏ tại Trà Vinh. Sau đó quả được đóng gói cẩn thận và vận chuyển đến phòng thí nghiệm để thực hiện các nội dung thí nghiệm và được dự trữ tại phòng thí

2.1.2. Thiết bị và phương pháp cô đặc

- Cô đặc nhiệt độ cao bằng nồi nấu được gia nhiệt trực tiếp bằng điện, Model: IRUKA I-110.

- Cô đặc chân không: Sử dụng Hệ thống cô đặc chân không Model CDK-50-2020.

2.2. Phương pháp phân tích

Chất khô hòa tan (Brix) được xác định bằng Sử dụng chiết quang kế ATAGO N-2E. Hàm lượng polyphenol

nghiệm Vườn ươm Công nghệ Công nghiệp Việt Nam - Hàn Quốc, Sở Khoa học và Công nghệ Thành phố Cần Thơ tối đa đến 10 ngày ở nhiệt độ phòng.

- Enzyme Pectinex Ultra SPL (9500 PGU/mL) do hãng Novozyme (Đan Mạch) sản xuất.

- Cô đặc lạnh: Đông lạnh dịch trích bằng tủ đông không khí tĩnh DaiHan Scientific WLF-420 ở $-14^{\circ}C$, lọc bỏ tinh thể đá, thu nhận dịch cô đặc.

được xác định bằng phương pháp Folin-Ciocalteu [14] có một số điều chỉnh để phù hợp với điều kiện thí nghiệm. Hàm

lượng betacyanin: Nguyên tắc của phương pháp dựa trên định luật Lambert-Beer với độ hấp thụ ở bước sóng 538 nm [15]. Định lượng vitamin C dựa trên phương pháp oxy hoá bằng Iod [16]. Trọng lượng riêng được tính bằng cách đo thể tích của từng quả bằng phương pháp chiếm chỗ của nước (Mohsenin, 1986) trích dẫn bởi Lata Deep et al, 2022 [17]. Hàm lượng tro tổng số được xác định bằng phương pháp nung mẫu ở nhiệt độ trong khoảng từ 550°C đến 600°C để đốt cháy hết các hợp chất hữu cơ. Đem cân phần tro còn lại và tính phần trăm tro toàn phần có trong mẫu.

Phương pháp xác định hàm lượng đường bằng phương pháp Lane – Eynon

2.3. Quy trình chế biến và bố trí thí nghiệm

Quy trình chế biến tổng quát: Quả thanh long → Xử lý sơ bộ (tách vỏ và thịt quả) → Chà → Thủy phân → Lọc → Cô đặc

Nguyên liệu thanh long sau khi thu mua về được xử lý làm sạch sơ bộ trước khi tiến hành làm thí nghiệm. Chọn những quả đủ điều kiện, hàm lượng chất khô của thanh long đạt vào khoảng

2.4. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Thanh long được thu hoạch ở độ chín phù hợp, các quả được xử lý và đồng nhất mẫu như đã trình bày ở phần vật liệu nghiên cứu.

Mẫu dịch trích thanh long được cô đặc bằng ba phương pháp: cô đặc bằng nhiệt

2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu được trình bày dưới dạng giá trị trung bình của 3 lần lặp lại \pm độ lệch chuẩn (SD). Các mẫu thí nghiệm được tiến hành lặp lại 3 lần, số liệu được phân tích thống kê theo phương pháp

[18] dựa trên nguyên tắc trong môi trường kiềm, các đường khử (glucose, fructose, maltose,...) có thể dễ dàng khử đồng (II) oxit thành đồng (I) oxi. Kết tủa đồng (I) oxit có màu đỏ gạch, qua đó ta tính được lượng đường khử.

Phân tích protein tổng số bằng phương pháp Kjeldahl [18]. Xác định độ ẩm bằng sấy ở 105°C đến khối lượng không đổi [18].

Xác định tỷ lệ mất mát: $A(\%) = \left(1 - \frac{V_1 \cdot C_1}{V_2 \cdot C_1}\right) \cdot 100$. Trong đó, V_1 : thể tích dịch trích ban đầu, C_1 : Hàm lượng hoạt chất sinh học ban đầu, V_2 : thể tích dịch trích sau cô đặc.

$12 \pm 0,5^\circ \text{Bx}$. Thanh long sau khi được lựa chọn sẽ tách vỏ và thịt quả, sau đó thịt quả được chà nhuyễn bằng rây có kích thước lưới chà 100 mesh. Hỗn hợp thanh long chà nhuyễn được thủy phân bằng enzyme pectinase với nồng độ 0,05% trong thời gian 60 phút, ở nhiệt độ 40°C trên bề điều nhiệt, sau đó được lọc bằng vải lọc (kích thước lưới 200 mesh) để loại bỏ bã. Dịch trích thanh long ruốt đỏ được cô đặc.

độ cao (nhiệt độ: 90°C), cô đặc chân không (nhiệt độ: $\sim 58^\circ \text{C}$, áp suất chân không: $\sim 620 \text{ mmHg}$) và cô đặc lạnh (nhiệt độ: -14°C) đến các độ khô tính theo độ Brix 30, 35, 40°Bx .

ANOVA qua phép thử Duncan với độ tin cậy 95% bằng phần mềm Statgraphic Centurion 19.2. Sự khác biệt được xem là có ý nghĩa thống kê khi giá trị $p < 0,05$.

III. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Giá trị dinh dưỡng và giá trị sinh học của Thanh long ruột đỏ trồng ở tỉnh Trà Vinh

Quả thanh long sau khi thu thập tại các vườn trồng ở tỉnh Trà Vinh, mang về phòng thí nghiệm tiến hành phân tích các chỉ tiêu hoá lý của nguyên liệu, các trái đạt yêu cầu về cảm quan và độ tuổi thu hoạch mới được sử dụng cho phân tích nguyên liệu. Lấy 2 (+/-) 0,5 kg quả

nguyên liệu, lột bỏ vỏ và chà mịn thành hỗn hợp đồng nhất. Đây là nguồn mẫu cho đánh giá phân tích các chỉ tiêu hoá lý của quả thanh long ruột đỏ dùng làm nguyên liệu. Kết quả về chỉ tiêu hoá lý được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1. Các chỉ tiêu hóa lý của trái thanh long ruột đỏ trồng ở tỉnh Trà Vinh

Thành phần	Đơn vị	Giá trị	Giá trị so sánh
Trọng lượng riêng	g/cm ³	1,04 ± 0,002	1,08 – 1,12 [17]
Độ ẩm	%	85,92 ± 0,002	82,5 – 83 [19]
Đường tổng số	%	10,93 ± 0,053	7,06 [20]
Đường khử	%	7,11 ± 0,026	5,52 [20]
Đạm	%	1,5 ± 0,100	1,45 [21]
Betacyanin	mg/L	370 ± 1,110	327 [23]
Polyphenol	mg GAE/L	140 ± 1,582	121,86 [22]
Vitamin C	mg/100g	10,56 ± 0,151	6,00 [20]
Tro	%	0,58 ± 0,046	0,54 [20]

Ghi chú: số liệu là trung bình của 3 lần lặp lại tương ứng với một chỉ tiêu khảo sát

Chất lượng và thành phần nguyên liệu là yếu tố quyết định, ảnh hưởng rất nhiều đến chất lượng của sản phẩm. Kết quả thể hiện Bảng 1 cho thấy, Thanh long ruột đỏ được trồng ở Trà Vinh có hàm lượng nước đạt giá trị 86%, cao hơn mức trung bình của thanh long ruột đỏ đã công bố là (82,5÷83%) [19]. Bên cạnh đó, các thành phần hoá lý khác của Thanh long ruột đỏ trồng ở Trà Vinh như tro, đạm, đường tổng, đường khử cũng khá cao, kết quả phân tích được thể hiện ở Bảng 1. Thanh long ruột đỏ Trà Vinh có trọng lượng riêng là 1,04 g/cm³, kết quả này thấp hơn không đáng kể so với nghiên cứu của Lata

et al. là (1,08 – 1,12 g/cm³) [17]. Hàm lượng đường tổng số và đường khử lần lượt là 10,93% và 7,11% cao hơn so với phân tích của M. Arivalagan et al [20]. Kết quả từ bảng 1 còn thể hiện hàm lượng đạm trong thanh long ruột đỏ Trà Vinh đạt giá trị 1,5% tương tự như kết quả nghiên cứu trước đó của Nurul, S. R and Asmah, R. trên thanh long ruột đỏ Malaysia là 1,45% [21]. Ngoài ra, hàm lượng các hoạt chất sinh học như betacyanin, polyphenol và vitamin C cho kết quả lần lượt là 370 mg/L; 140 mg GAE/L và 10,56 mg/100g gần tương tự so với các công bố khác trên thế giới [22],

[23]. Từ đó cho thấy thành phần hoá lý của nguyên liệu phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau như thổ nhưỡng, điều kiện thời tiết, đặc điểm sinh trưởng của giống cây, điều kiện canh tác và điều kiện thời tiết. Hàm lượng nước, tro, đường tổng số, đường khử, betacyanin, polyphenol trong nguyên liệu Thanh long ruột đỏ Trà Vinh cũng tương tự như các Thanh long ruột đỏ

trồng nơi khác và thích hợp làm nguyên liệu cho chế biến dịch trích thanh long ruột đỏ cô đặc. Do đặc tính của siro hoặc nước trái cây cô đặc có dạng lỏng, màu sắc bắt mắt và có hàm lượng đường cao nên Thanh long ruột đỏ với hàm lượng đường cao, màu sắc đẹp, có vitamin, khoáng chất thích hợp làm sản phẩm siro hoặc nước trái cây cô đặc.

3.2. Đánh giá ảnh hưởng của phương pháp cô đặc đến hàm lượng các hoạt chất sinh học trong dịch trích thanh long ruột đỏ sau khi cô đặc

Thanh long ruột đỏ sau khi thu dịch thì tiến hành cô đặc theo các phương pháp và thời gian cô đặc khác nhau. Dùng các phương pháp nghiên cứu mô tả ở phần phương pháp, sản phẩm sau cô đặc theo thời gian được mang đi phân tích hàm

lượng các hoạt chất sinh học như: Betacyanin, polyphenol, vitamin C. Kết quả thực nghiệm cho thấy thời gian và phương pháp cô đặc khác nhau có liên quan trực tiếp đến hàm lượng các hoạt chất sinh học thu được.

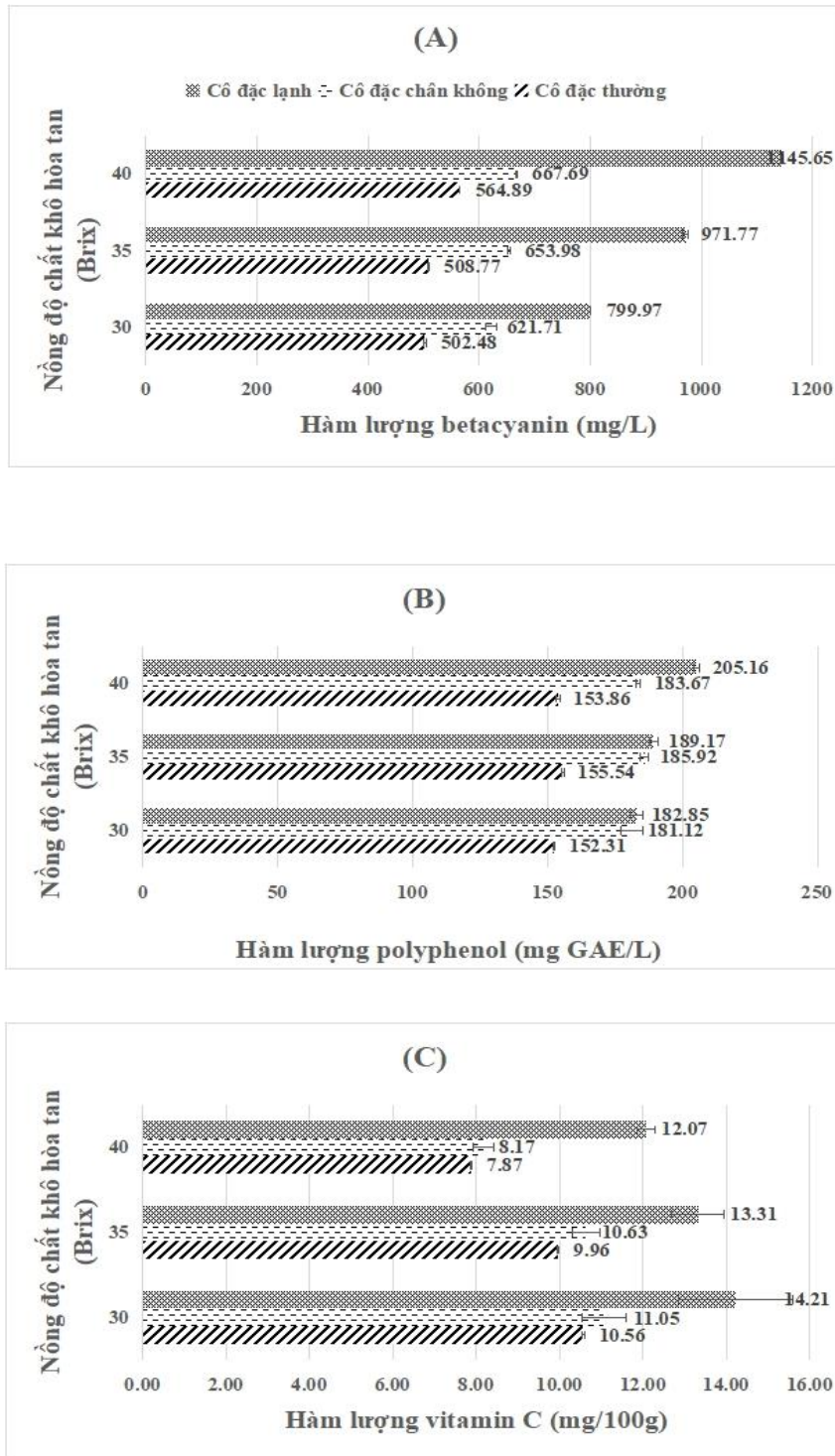
3.2.1. Ảnh hưởng của các phương pháp cô đặc đến hàm lượng betacyanin trong dịch trích thanh long ruột đỏ cô đặc

Kết quả từ Hình 1A cho thấy hàm lượng betacyanin thay đổi ở các nồng độ chất khô và phương pháp cô đặc khác nhau. Khi nồng độ chất khô càng tăng thì hàm lượng betacyanin cũng tăng dần. Điều này do thể tích dịch trích thanh long ruột đỏ giảm, nồng độ chất khô hòa tan tăng từ 30°Brix lên 40°Brix dẫn đến hàm lượng betacyanin trong dung dịch cũng tăng lên. Bên cạnh đó, betacyanin được báo cáo là nhạy cảm với nhiệt [24] nên khi cô đặc ở cùng mức độ chất khô thì nồng độ betacyanin ở phương pháp cô đặc bằng nhiệt độ cao hơn thì có giá trị thấp hơn.

Ở cùng nồng độ chất khô hòa tan 30°Brix hàm lượng betacyanin bằng phương pháp cô đặc nhiệt độ cao, cô đặc chân không, cô đặc lạnh lần lượt là 502,48 mg/L; 621,71 mg/L và 799,97 mg/L. Một

số sản phẩm thể hiện sự mất màu khi xử lý ở nhiệt độ cao thời gian dài. Khi xử lý ở nhiệt độ cao và thời gian dài hợp mất màu betacyanin trong thanh long ruột đỏ sẽ bị mất đi, tốc độ phân hủy chúng tăng lên bắt đầu từ 30 đến 100°C [25] do đó màu sắc sản phẩm bị suy thoái betacyanin ở các phương pháp cô đặc khác nhau.

Qua kết quả thực nghiệm cũng chứng minh rằng dịch cô đặc bằng phương pháp cô đặc nhiệt độ cao đến 30°Brix có nồng độ betacyanin thấp nhất là 502,48 mg/L và sản phẩm sau cô đặc lạnh đến 40°Brix có hàm lượng betacyanin cao nhất 1145,65 mg/L. Điều này phù hợp với các nghiên cứu được báo cáo trước đây khi nhiệt độ xử lý càng cao thì hàm lượng betacyanin càng giảm, với tỷ lệ betacyanin còn lại chỉ chiếm khoảng 50% [26].



Hình 1. Ảnh hưởng của phương pháp cô đặc và nồng độ sau cô đặc đến hàm lượng các hoạt chất sinh học. Các chữ cái giống nhau trên các điểm của đường biểu diễn thể hiện sự khác biệt không có nghĩa thống kê ($p > 0,05$).

3.2.2. Ảnh hưởng của các phương pháp cô đặc đến hàm lượng polyphenol trong dịch trích thanh long ruột đỏ

Không giống như betacyanin, hàm lượng polyphenol tổng số ở phương pháp cô đặc bằng nhiệt độ cao cho kết quả thấp hơn hai phương pháp cô đặc lạnh và cô đặc chân không. Kết quả từ hình 1B cho thấy hàm lượng polyphenol tăng đạt giá trị cao nhất ở độ Brix = 40 của phương pháp cô đặc lạnh là khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các phương pháp khác. Ở nồng độ chất khô dưới 35% thì nồng độ polyphenol tổng của dịch trích thanh long ruột đỏ cô đặc thu được từ hai phương pháp cô đặc là cô đặc lạnh và cô đặc chân không khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Tuy nhiên, ở tất cả các mẫu cô đặc lạnh đều cao hơn hàm lượng polyphenol tổng số ở phương pháp cô đặc bốc hơi nước. Hàm lượng polyphenol tổng ở các mẫu cô đặc bằng phương pháp bốc hơi do nhiệt độ cao và khi tăng nồng độ chất khô, có khuynh hướng giảm. Khi cô đặc ở thời

gian dài do xuất hiện sự thoái hóa của các hợp chất phenolic và tốc độ oxy hóa tăng cũng làm biến chất polyphenol. Theo các công bố trước đó, sau khi xử lý bột hạt nhỏ ở nhiệt độ $\geq 180^{\circ}\text{C}$ trong 10 phút thì hàm lượng tổng số polyphenol giảm đáng kể, nhóm tác giả cho rằng nguyên nhân chủ yếu là do các hợp chất này bị phân hủy bởi nhiệt [27]. Đối với phương pháp cô đặc lạnh và cô đặc chân không hàm lượng polyphenol tăng dần khi nồng độ chất khô hòa tan tăng. Điều này có thể được giải thích do dịch thanh long được cô đặc ở nhiệt độ rất thấp nên ít gây phân hủy polyphenol và khả năng oxy hóa polyphenol cũng thấp hơn cô đặc ở nhiệt độ cao. Mặt khác, khi độ Brix sản phẩm càng tăng thì ẩm độ sản phẩm giảm và hàm lượng các chất dinh dưỡng sẽ tăng lên [28].

3.2.3. Ảnh hưởng của các phương pháp cô đặc lạnh đến hàm lượng vitamin C trong dịch trích thanh long ruột đỏ

Hình 1C cho thấy ở tất cả các phương pháp cô đặc, hàm lượng Vitamin C thay đổi theo nồng độ chất khô và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95%. Hàm lượng vitamin C của mẫu cô đặc ở độ khô Brix = 30 là cao nhất sau đó giảm dần đến độ Brix = 40 do quá trình cô đặc kéo dài làm ảnh hưởng đến vitamin C. Đồng thời hàm lượng vitamin C giảm dần khi nhiệt độ tăng dần, hàm lượng vitamin C cao

nhất ở phương pháp cô đặc lạnh và thấp nhất ở phương pháp cô đặc truyền thống vì acid ascorbic dễ biến đổi nhất trong các loại vitamin khi xử lý nhiệt [29]. Nhiệt độ càng cao và thời gian giữ nhiệt càng dài thì mất mát vitamin C càng nhiều [30]. Do đó thời gian cô đặc càng dài thì ảnh hưởng đến lượng vitamin C càng nhiều, lượng vitamin C trong dịch quả cô đặc sẽ giảm dần khi ta cô đặc đến độ brix càng cao.

3.3. Đánh giá sự mất mát của các hoạt chất sinh học trong các quá trình cô đặc

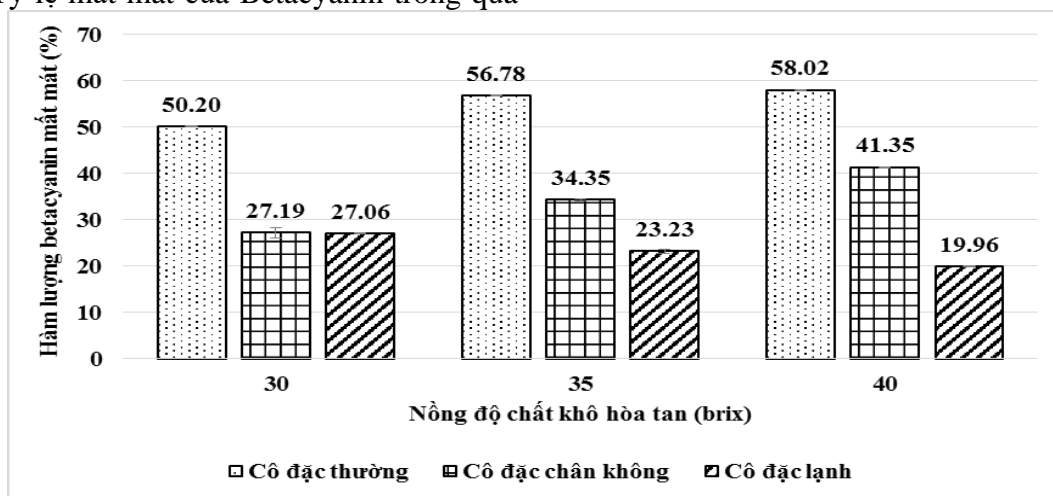
3.3.1. Đánh giá sự ảnh hưởng của các phương pháp cô đặc đến sự mất mát hàm lượng betacyanin trong dịch trích thanh long ruột đỏ

Để có nền tảng đánh giá các mất mát hàm lượng các hoạt chất sinh học trong quá trình cô đặc ở các phương pháp cô đặc khác nhau và các nồng độ chất khô

thay đổi. Hàm lượng betacyanin tổng số được tính toán trong nguyên liệu, trong sản phẩm dịch trích thanh long ruột đỏ sau cô đặc ở từng nồng độ chất khô (30,

35 và 40%). Sau đó so sánh tính toán tỷ lệ betacyanin hao hụt trong quá trình cô đặc. Tỷ lệ mất mát của Betacyanin trong quá

trình cô đặc ở các phương pháp khác nhau được thể hiện ở Hình 2



Hình 2. Ảnh hưởng của phương pháp cô đặc và nồng độ sau cô đặc đến sự mất mát hàm lượng betacyanin. Các chữ cái giống nhau trên đầu cột thể hiện sự khác biệt không có nghĩa thống kê ($p>0,05$).

Nhiều nghiên cứu chứng minh rằng betacyanin rất dễ bị tác động bởi nhiệt và dễ bị oxy hóa, cho nên việc theo dõi betacyanin trong quá trình cô đặc là cần thiết nhằm nâng cao chất lượng cho nước thanh long ruột đỏ cô đặc.

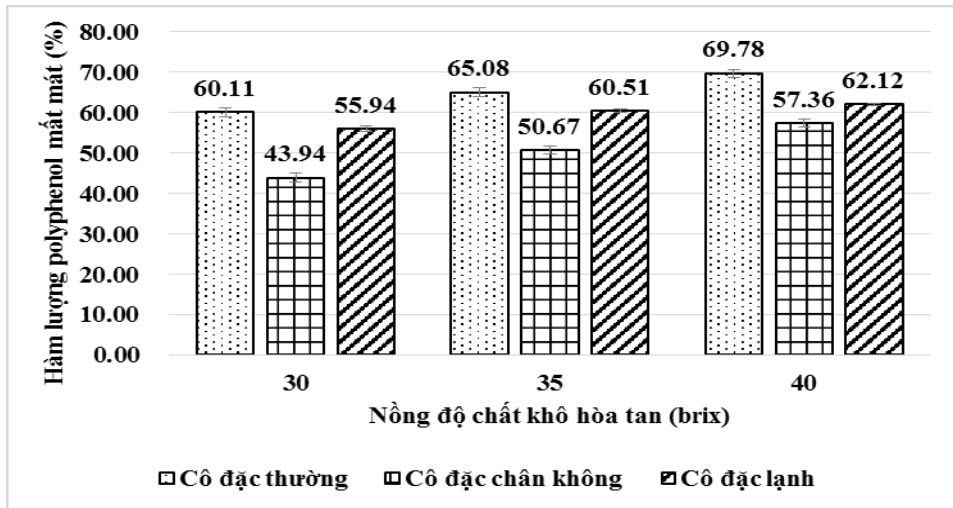
Từ kết quả thu thập được thể hiện ở Hình 2 cho thấy, có hai khuynh hướng mất mát betacyanin. Ở hai phương pháp cô đặc là bốc hơi bằng nhiệt độ cao và chân không, tỷ lệ mất mát betacyanin tăng dần theo nồng độ chất khô lần lượt là từ 50,2% lên 58,02% ở và tăng từ 27,19% đến 41,35% lần lượt ở phương pháp cô đặc bằng nhiệt độ cao và cô đặc chân không. Ngược lại, phương pháp cô đặc

lạnh có tỷ lệ mất mát betacyanin giảm khi nồng độ chất khô tăng giảm từ 27,06% xuống 19,96%. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu đã công bố, nhiệt độ, đặc biệt là nhiệt độ cao là yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến sự ổn định của betacyanin trong quá trình chế biến và bảo quản [31, 32], nhiệt độ cao làm tăng khả năng phân hủy sắc tố betacyanin [33] do đó màu sắc betacyanin sản phẩm bị suy thoái khi nhiệt độ càng cao. Điều này phù hợp với các kết quả thu được từ nghiên cứu này là phương pháp cô đặc chân không và cô đặc lạnh, có tỷ lệ mất mát betacyanin ít hơn phương pháp cô đặc bằng nhiệt độ cao.

3.3.2. Đánh giá sự ảnh hưởng của các phương pháp cô đặc đến sự mất mát hàm lượng polyphenol trong dịch trích thanh long ruột đỏ

Polyphenol được biết đến là hợp chất có hoạt tính sinh học cao nhưng nhạy cảm với nhiệt và rất dễ bị oxy hóa. Do đó, ngoài việc đánh giá tỷ lệ mất mát betacyanin trong quá trình cô đặc thì việc khảo sát sự hao hụt của polyphenol trong

quá trình cô đặc dịch trích thanh long ruột đỏ cũng rất quan trọng. Tỷ lệ mất mát của polyphenol trong quá trình cô đặc ở các phương pháp khác nhau được thể hiện ở Hình 3.



Hình 3. Ảnh hưởng của phương pháp cô đặc và nồng độ sau cô đặc đến sự mất mát hàm lượng polyphenol. Các chữ cái giống nhau trên đầu cột thể hiện sự khác biệt không có nghĩa thống kê ($p > 0,05$).

Kết quả từ Hình 3 thể hiện sự gia tăng tỷ lệ mất mát polyphenol từ 30 độ Brix lên 40 độ Brix ở tất cả các phương pháp cô đặc. Tỷ lệ polyphenol mất đi khi sử dụng phương pháp cô đặc nhiệt độ cao đến nồng độ chất khô 40% là cao nhất (69,78%), và thấp nhất là ở phương pháp cô đặc chân không đến độ Brix = 30 (43,94%). Do polyphenol là hợp chất nhạy cảm với nhiệt và rất dễ bị oxy hóa nên phương pháp cô đặc chân không cho

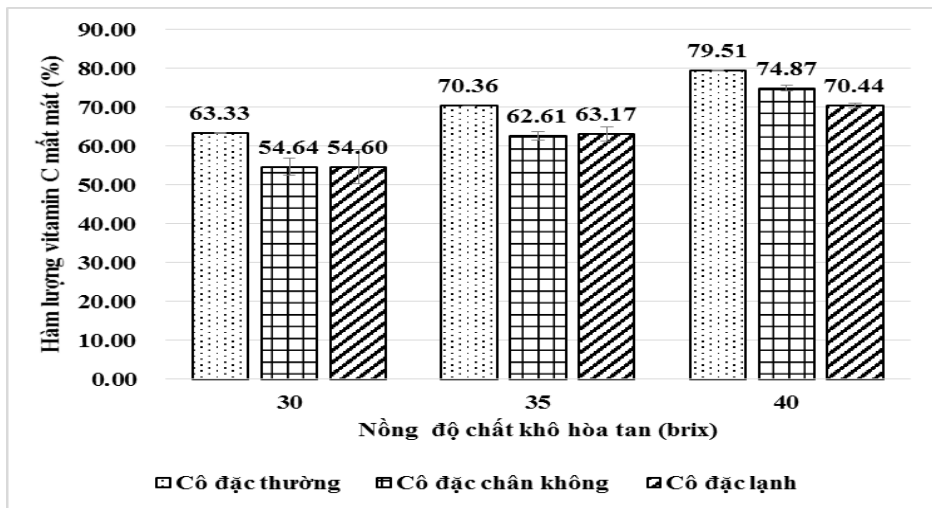
hiệu quả tối ưu nhất khi cô đặc trong môi trường rất ít oxy và nhiệt độ tương đối thấp (dưới 60°C). Những nghiên cứu công bố trước đó đã chỉ ra nhiệt độ $\geq 60^\circ\text{C}$ bắt đầu xảy ra quá trình suy thoái các hợp chất polyphenol ở nhiệt độ cao, tạo điều kiện cho các phản ứng oxy hóa polyphenol, hơn nữa 60°C cũng là nhiệt độ thích hợp cho hoạt động của enzyme polyphenoloxidase do đó lượng polyphenol còn lại thấp hơn [34].

3.3.3. Đánh giá sự ảnh hưởng của các phương pháp cô đặc đến sự mất mát hàm lượng vitamin C trong dịch trích thanh long ruột đỏ

Không chỉ betacyanin, polyphenol mà vitamin C cũng là một thành phần chống oxy hóa quan trọng trong thanh long ruột đỏ. Tỷ lệ vitamin C mất mát trong quá trình cô đặc ở các phương pháp và nồng độ cô đặc khác nhau được thể hiện ở Hình 4.

Từ Hình 4 nhìn chung cho thấy tỷ lệ mất mát vitamin C tăng dần khi nồng độ chất khô tăng ở cả ba phương pháp cô đặc, trong đó tỷ lệ mất mát vitamin C khi dùng phương pháp cô đặc nhiệt độ cao là lớn nhất (79,51%). Ở nồng độ chất khô dưới 35% thì tỷ lệ mất mát vitamin C của dịch

trích thanh long ruột đỏ thu được từ hai phương pháp cô đặc là cô đặc lạnh và cô đặc chân không khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Tỷ lệ mất mát vitamin C của dịch trích thanh long ruột đỏ cô đặc đến 30 Brix bằng phương pháp cô đặc lạnh là thấp nhất (54,60%). Điều này phù hợp với các nghiên cứu trước đó, hàm lượng vitamin C giảm dần khi nhiệt độ tăng dần vì acid ascorbic dễ biến đổi nhất trong các loại vitamin khi xử lý nhiệt [29]. Vitamin C rất nhạy cảm với nhiệt độ, oxy và ánh sáng [35]; do đó, vitamin C rất dễ bị phân hủy trong quá trình cô đặc.



Hình 4. Ảnh hưởng của phương pháp cô đặc và nồng độ sau cô đặc đến sự mất mát hàm lượng vitamin C. Các chữ cái giống nhau trên đầu cột thể hiện sự khác biệt không có nghĩa thống kê ($p>0,05$).

IV. KẾT LUẬN

Các phương pháp cô đặc có tác động hàm lượng các hoạt chất sinh học có trong sản phẩm dịch trích thanh long ruột đỏ với các nồng độ cô đặc khác nhau tương ứng với các mức độ và tỷ lệ mất mát khác nhau. Khi trong sản phẩm cô đặc có nồng độ chất khô cao thì dẫn tới nồng độ các hoạt tính sinh học cũng cao nhưng tỷ lệ mất mát các hợp chất này cũng cao hơn. Sử dụng phương pháp cô đặc lạnh, nồng độ chất khô (brix=30), mẫu dịch trích thanh ruột đỏ cô đặc có mất mát

betacyanin và vitamin C là thấp nhất đạt 19,96% và 54,60%. Phương pháp cô đặc chân không cho kết quả tốt nhất trong việc bảo tồn polyphenol trong dịch trích thanh long ruột đỏ cô đặc. Nhằm đảm bảo tỷ lệ mất mát các hoạt chất sinh học là thấp nhất, phương pháp cô đặc lạnh ở nhiệt độ -14°C và nồng độ chất khô 30°Brix được khuyến khích áp dụng cho sản xuất các sản phẩm dịch trích ly thanh long cô đặc.

Lời cảm ơn: Bài báo là một phần kết quả của Dự án được tài trợ bởi Sở Khoa học và Công nghệ Tỉnh Trà Vinh.

Tài liệu tham khảo

1. Mạc Xuân Hòa, Dương Thị Thu Hương. Ảnh hưởng của xử lý bằng sóng siêu âm và enzyme pectinase đến hiệu suất thu hồi dịch quả thanh long ruột đỏ. *Kỷ yếu kỷ niệm 35 năm thành lập Trường ĐH Công nghiệp Thực phẩm TP. Hồ Chí Minh* (1982-2017). 2017.
2. Joshi M and Prabhakar B. Phytoconstituents and pharmacotherapeutic benefits of pitaya: A wonder fruit. *Journal of Food Biochemistry*.2020 44(7):1–15.
3. Kim HJ, Choi HK, Moon JY, Kim YS, Mosaddik A and Cho SK. Comparative antioxidant and antiproliferative activities of red and white pitayas and their correlation with flavonoid and polyphenol content. *Journal of Food Science*. 2011;76(1):1–8

4. Ibrahim SRM, Mohamed GA, Khedr AIM, Zayed MF and ElKholly AAES. Genus *Hylocereus*: Beneficial phytochemicals, nutritional importance, and biological relevance—A review. *Journal of Food Biochemistry*. 2018; 42(2):1–29
5. Vũ Thị Thanh Đào. Nghiên cứu khả năng trích ly và bảo quản chất màu tự nhiên từ vỏ quả thanh long ruột đỏ. *Tạp chí Khoa học*. 2017; 27: 88-93.
6. Nindo CI, Powers JR. and Tang J. Influence of refractance window evaporation on quality of juices from small fruits. *LWT Food Science and Technology*. 2007; 40 (6): 1000-1007.
7. Belibagli KB and Dalgic AC. Rheological properties of sour-cherry juice and concentrate. *International Journal of Food Science and Technology*. 2007; 42: 773–776.
8. Cassano A, Drioli E, Galaverna G, Marhelli R, Di Silvestro, G. and Cassano, P. Clarification and concentration of citrus and carrot juice by integrated membrane process. *Journal of Food Engineering*. 2003; 57: 153-163.
9. Lê Văn Việt Mẫn, Lại Quốc Đạt, Nguyễn Thị Hiền, Tôn Nữ Minh Nguyệt, Trần Thị Thu Trà. *Công nghệ chế biến thực phẩm, Thành phố Hồ Chí Minh, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh*. 2011.
10. Conidi, C., Castro-Muñoz, R. & Cassano, A. 2020. Membrane-based operations in the fruit juice processing industry: A review. *Beverages*. 2020; 6: 39.
11. Wenten, I., Khoiruddin, K., Reynard, R., Lugito, G. & Julian, H. Advancement of forward osmosis (FO) membrane for fruit juice concentration. *Journal of Food Engineering*. 2021; 290.
12. Deshpande SS, Munir Cheryan, Shridhar K. Sathe DK. Salunkhe & Luh BS. Freeze concentration of fruit juices. *C R C Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2009; 20(3): 173-248.
13. Fadavi, S. Yousefi, H. Darvishi, and H. Mirsaeedghazi. Comparative study of ohmic vacuum, ohmic, and conventional-vacuum heating methods on the quality of tomato concentrate. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2018; 47: 225–230.
14. Marinova D, Ribarova F, & Atanassova M. Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*. 2005; 40: 255-260.
15. Wong YM and Siow LF. Effects of heat, pH, antioxidant, agitation and light on betacyanin stability using red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) juice and concentrate as models. *Journal of Food Science and Technology*. 2015; 52(5): 3086-3092.
16. Nguyễn Văn Mùi, Thực hành Hóa Sinh học. *Nhà xuất bản Đại học Quốc gia, Hà Nội*, 2011.
17. Deep Lata, Narayana, C.K., Karunakaran, G., Sudhakar Rao, D.V., Anuradha Sane. Maturity determination of red and white pulp dragon fruit. *Journal of Horticultural Sciences*. 2022; 17(1): 157-165.
18. Hà Duyên Tư. Phân tích hóa học thực phẩm. *Hà Nội: Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật*. 2009.
19. Gumasena HPM, Pushpakumara DKNG. and Kariyawasam M. Dragon fruit - *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose: field manual for extension workers. *Sri Lanka Council for Agricultural Policy, Wijerama Mawatha, Colombo 7, Sri Lanka*. 2006; 353.
20. Arivalagan M, Karunakaran G, Roy TK, Dinsha M, Sindhu BC, Shilpashree VM, Satisha GC, Shivashankara KS. Biochemical and nutritional characterization of dragon fruit (*Hylocereus* species). *Food Chemistry*. 2021; 353.
21. Nurul SR and Asmah R. Variability in nutritional composition and phytochemical properties of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) from Malaysia and Australia. *International Food Research Journal*. 2014; 21(4): 1689-1697.
22. Ramli S, Ismail P. and Rahmat A. Influence of Conventional and Ultrasonic-Assisted Extraction on Phenolic Contents, Betacyanin Contents, and Antioxidant Capacity of Red Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *The Scientific World Journal*. 2014; 2014(4): 1-7.
23. Nguyễn Thị Hạnh, Nguyễn Thị Thanh Xoan, Vũ Thu Trang, Nguyễn Văn Hưng, Nguyễn Tiến Cường. Ảnh hưởng của một số yếu tố công nghệ tới quá trình lên men nước quả Thanh long ruột đỏ Lập Thạch, Vĩnh Phúc. *Engineering and Technology for Sustainable Development*. 2021; 31(1): 067-072.
24. Fernández-Lospez JA, & Almela L. Application of high-performance liquid chromatography to the characterization of the

- betalain pigments in prickly pear fruits. *Journal of chromatography A*, 2001; 913(1-2): 415-420.
25. Gengatharan A, Dykes GA, & Choo WS. Stability of betacyanin from red pitahaya (*Hylocereus polyrhizus*) and its potential application as a natural colourant in milk. *International journal of food science and technology*. 2016; 51(2): 427-434.
26. Phan Thị Thanh Quế, Nguyễn Thị Thu Thủy, Tống Thị Ánh Ngọc và Lê Duy Nghĩa. Ảnh hưởng của điều kiện chế biến và bảo quản đến sự ổn định màu betacyanin trong nước ép thịt quả thanh long ruột đỏ (*Hylocereus polyrhizus*). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 2017; 51(B): 16-23.
27. Ross, C.F., Hoye J.C. and Fernandez-Plotka V.C., (2011). Influence of heating on the polyphenolic content and antioxidant activity of grape seed flour. *Journal of Food Science*. 2011; 76(6): 884-890.
28. Trần Nghĩa Khang, Trịnh Thanh Duy. Nghiên cứu chế biến mứt quả sung (*Ficus racemosa*). *Tạp chí Dinh dưỡng và Thực phẩm*. 2021; 17(4): 64-72.
29. Sheetal Gupta, Jyothi Lakshmi A, Jamuna Prakash. Effect of different blanching treatment on ascorbic acid retention in green leafy vegetables. *Natural Product Radiance*. 2008; 7(2): 111-116.
30. Larousse, C., J. La conserve appertisée. *Technique et Documentation Lavoisier*. 1991.
31. Herbach, K.M., C. Maier, F.C. Stintzing, and R. Carle. Betalain stability and degradation-structural and chromatic aspects. *Journal of food science*. 2006; 71(4): R41-R50.
32. Tang CS, & MH, NMN. Stability of betacyanin pigments from red purple pitaya fruit (*Hylocereus polyrhizus*): influence of pH, temperature, metal ions and ascorbic acid. *Indonesian Journal of Chemistry*. 2007; 7(3): 327-331.
33. Azeredo HM. Betalains: properties, sources, applications, and stability-a review. *International journal of food science & technology*. 2009; 44(12): 2365-2376.
34. Awuah G, Ramaswamy H, & Economides A (2007). Thermal processing and quality: principles and overview. *Chemical Engineering and processing*. 2007; 46(6): 584-602.
35. Hoàng Kim Anh. Hóa học thực phẩm. Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh. 2008.