

Ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn chất trợ sấy đến đặc tính hóa lý của bột sơ ri sản xuất bằng phương pháp sấy bột xốp

Dương Thị Ngọc Diệp^{1,*}, Nguyễn Thị Tuyết Nhi¹, Hoàng Quang Bình²

TÓM TẮT

Sơ ri được biết đến là một loại trái cây nhiệt đới rất giàu các hợp chất sinh học có lợi cho sức khỏe như polyphenol và vitamin C. Tuy nhiên, loại nguyên liệu này dễ bị hư hỏng sau thu hoạch do tốc độ chín nhanh. Do đó, chế biến các sản phẩm mới như bột hòa tan là điều cần thiết. Mục đích của nghiên cứu này nhằm đánh giá tác động của tỷ lệ bổ sung chất trợ sấy gồm maltodextrin (8-12%) và hydroxylpropyl methylcellulose (0,75-1,25%) đến đặc tính hóa lý của bột sơ ri được chế biến bằng phương pháp sấy bột. Kết quả nghiên cứu cho thấy sự thay đổi các tỷ lệ phối trộn chất trợ sấy đã ảnh hưởng đến tỷ trọng và độ tạo bọt, hàm lượng acid, độ hòa tan, vitamin C và polyphenol của bột. Ở tất cả mẫu có tỷ lệ bổ sung maltodextrin là 12%, mẫu có độ tạo bọt thấp <5%; trong khi đó các tỷ lệ còn lại có độ tạo bọt là 80% - 140%. Mẫu có tỷ lệ bổ sung maltodextrin 8% kết hợp với hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) 0,75% cho thành phẩm có giá trị cao nhất về độ hòa tan, hàm lượng vitamin C, và polyphenol. Kết quả chụp vi ảnh quét SEM cho thấy bột có hình thái dạng phẳng, không bị kết dính, hình dạng không đều và bề mặt nhẵn. Ngoài ra kết quả phân tích PCA cũng cho thấy độ hòa tan, hàm lượng vitamin C, polyphenol của bột có mối tương quan thuận với độ nở của bột và tương quan nghịch với tỷ trọng bột. Bột sơ ri tạo thành có thể được sử dụng như nguồn cung cấp vitamin C.

Từ khóa: Bột sơ ri, chất trợ sấy, polyphenol, vitamin C, sấy bột

¹Khoa Công nghệ Hóa học và Thực phẩm, Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

²Viện Công nghệ Sinh học và Môi trường, Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

Liên hệ

Dương Thị Ngọc Diệp, Khoa Công nghệ Hóa học và Thực phẩm, Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

Email: duongngocdiệp@hcmuaf.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 29-3-2023
- Ngày sửa đổi: 14-3-2024
- Ngày chấp nhận: 20-11-2024
- Ngày đăng: 31-12-2024

DOI:

<https://doi.org/10.32508/stdjet.v7i4.1090>



Bản quyền

© ĐHQG TP.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



ĐẶT VẤN ĐỀ

Sơ ri là loại trái cây được trồng tại hầu hết các tỉnh Đồng bằng Sông Cửu Long, đặc biệt nhiều nhất là Tiền Giang, tiếp đến là Bến Tre và An Giang. Theo cổng thông tin điện tử tỉnh Tiền Giang, từ năm 2019 tại Tiền Giang đã hình thành vùng chuyên canh sơ ri tại thị xã Gò Công Tây và một phần thị xã Gò Công với sản lượng lên đến 5.000 tấn/năm, đáp ứng nhu cầu tiêu thụ nội địa và xuất khẩu. Hiện nay, sơ ri Gò Công đã được cấp chứng nhận sản xuất an toàn theo tiêu chuẩn VietGAP. Sơ ri có thể cho trái quanh năm vụ thuận là từ tháng 5 đến tháng 11 dương lịch hàng năm và vụ nghịch là từ tháng 12 đến tháng 4 dương lịch năm sau. Đây là đặc điểm thuận lợi về việc tiếp cận nguồn nguyên liệu phục vụ cho nghiên cứu và sản xuất các sản phẩm từ trái sơ ri¹.

Sơ ri được biết đến là một loại trái cây rất giàu các hợp chất tốt cho sức khỏe. Bên cạnh hàm lượng vitamin C cao gấp nhiều lần so với các loại trái cây khác như cam, quýt, xoài; loại trái cây này còn chứa các hợp chất nhóm polyphenols như phenolic acid, flavonoid, coumarin, stibene, lignan. Chiết xuất từ quả sơ ri cho thấy khả năng kháng oxy hóa mạnh, kháng viêm, kháng tăng đường huyết, kháng u, chống độc và tăng cường hoạt động bảo vệ gan². Tuy nhiên, thực tế cho

thấy quả sơ ri chín nhanh, nên rất khó bảo quản tươi, cần thiết phải chế biến thành sản phẩm để có thể kéo dài thời gian sử dụng và vận chuyển đi xa.

Sấy khô là một phương pháp phổ biến giúp bảo quản nguyên liệu thực phẩm do khả năng loại bỏ nước ra khỏi nguyên liệu tươi. Sản phẩm sau khi tách nước ít bị hư hỏng hỏng dưới tác động của các tác nhân không mong muốn như vi sinh vật và enzyme. Ngoài ra, phương pháp này giúp giảm thiểu chi phí đóng gói, lưu trữ và vận chuyển do sự giảm đáng kể về kích thước và khối lượng của nguyên liệu³. Sấy bột là một trong những kỹ thuật phổ biến để sản xuất bột có nguồn gốc nguyên liệu từ thực vật. Sản phẩm được tạo thành dựa trên nguyên lý đánh bóng nguyên liệu từ dạng lỏng hoặc bán lỏng thành dạng bột. Trong quá trình đánh bóng, các chất trợ sấy có vai trò như chất tạo bọt hoặc chất ổn định bột được bổ sung vào nguyên liệu. Sau đó, bột được trải thành một tấm mỏng và sấy khô. Bột tạo thành phương pháp này có thời gian sấy ngắn, dễ hòa tan trong nước và quy trình sản xuất đơn giản³. Hiện nay, các nghiên cứu về sản xuất bột từ trái sơ ri bằng lý thuật này còn khá hạn chế. Theo các nghiên cứu về sản xuất bột trái cây bằng phương pháp sấy bột xốp trước đó, như bột trái mận⁴, bột xoài⁵, bột trái me⁶ và bột trái

Trích dẫn bài báo này: Diệp D T N, Nhi N T T, Bình H Q. Ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn chất trợ sấy đến đặc tính hóa lý của bột sơ ri sản xuất bằng phương pháp sấy bột xốp. *Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.* 2024; 7(4):2369-2378.

cherry⁷; tỷ lệ bổ sung các chất trợ sấy có ảnh hưởng quang trọng đến độ ổn định, độ nở của bột cũng như hàm lượng các hợp chất sinh học của bột thành phẩm. Maltodextrin và các dẫn xuất của cellulose (hydroxylpropyl methylcellulose) thường được sử dụng như chất trợ sấy⁸ trong chế biến các sản phẩm bột. Tuy nhiên các đánh giá về ảnh hưởng của việc bổ sung các chất này đến chất lượng bột sơ ri vẫn còn khá ít thông tin. Do đó, mục đích của nghiên cứu này nhằm đánh giá sự thay đổi của tỷ lệ bổ sung chất trợ sấy đến đặc tính hóa lý và hàm lượng các hợp chất kháng oxy hóa có trong bột sơ ri.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nguyên liệu và hóa chất

Nguyên liệu

Trái sơ ri (*Malpighia glabra*) thuộc giống sơ ri chua được thu mua tại vườn trái cây ở Gò Công, tỉnh Tiền Giang. Những quả đạt độ chín đỏ cam, cuống còn xanh, không có hiện tượng hư hỏng về mặt vật lý lẫn vi sinh vật (ví dụ, màu nâu sẫm, dập, bề mặt xuất hiện mốc, mùi lên men hoặc mùi lạ) được lựa chọn làm nguyên liệu trong nghiên cứu (Hình 1). Nguyên liệu sau khi rửa sạch và để ráo được bảo quản ở nhiệt độ -18°C cho đến khi được sử dụng.

Maltodextrin (MD) DE 15 có nguồn gốc từ công ty Qinhuangdao Lihua Starch Co Ltd (Trung Quốc). Hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) có nguồn gốc từ công ty Luzhou North Chemical Industries Co., Ltd (Trung Quốc).



Hình 1: Trái sơ ri được sử dụng trong nghiên cứu

Hóa chất

Các hóa chất được sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm ascorbic acid, gallic acid (Sigma Aldrich, Singapore), Folin-Ciocalteu (Merck, Đức), methanol 99% (Chemsol, Việt Nam), hydrochloride acid (HCl), sodium chloride (NaCl), kali iodua (KI), Iod (I₂), tinh bột (Xilong, Trung Quốc).

Quy trình chuẩn bị mẫu

Sơ ri sau khi rửa đông được ép bằng máy ép trái cây Philips (HR1863, Trung Quốc) để thu dịch quả. Tiếp theo, 100g dịch quả được trộn đều cùng với maltodextrin ở các tỷ lệ khác nhau (8, 10 và 12%) và HPMC ở các tỷ lệ khác nhau (0,75%; 1,00% và 1,25%). Hỗn hợp sau đó được đánh bông bằng cách sử dụng máy đánh trứng (MX-SS1BRA 600W, Panasonic, China) trong 5 phút với tốc độ tối đa. Các mẫu bột tiếp tục được trải đều lên khuôn (dài x rộng là 20 cm x 15 cm) với độ dày khoảng 3 mm. Tiếp theo, mẫu được sấy khô tại nhiệt độ 65°C bằng máy sấy khí nóng (10K Inox 304 VN, Viễn Đông, Việt Nam) đến khi đạt độ ẩm trong khoảng 3-5%. Sau đó, các mẫu bột đã sấy khô được xay nhuyễn bằng máy xay (HR2115, Philip, Trung Quốc) để thu hồi bột. Bột được giữ trong túi nhựa trắng nhôm, ghép mí và bảo quản tại nhiệt độ -18°C cho đến khi các phân tích hóa lý được thực hiện.

Phân tích thành phần hóa lý của bột sơ ri

Tỷ trọng bột và độ nở của bột

Các phương pháp phân tích được trình bày trong mục này được tham khảo từ nghiên cứu của Sifat và ctv. (2021)⁴.

Tỷ trọng bột (g/cm³): Bột sau khi tạo thành được xác định khối lượng bằng cân phân tích 2 số lẻ (AND FX-1200i, Nhật Bản) và rót vào ống đong 250 mL để xác định thể tích. Tỷ trọng bột được tính toán dựa trên tỷ lệ giữa khối lượng và thể tích của bột theo công thức (1).

$$\rho_f = [\text{Khối lượng bột (g)}] / [\text{Thể tích bột (cm}^3\text{)}] \quad (1)$$

Độ nở của bột được xác định theo công thức (2). Trong đó, ρ_f là tỷ trọng của bột, ρ_p là tỷ trọng của mẫu trước khi đánh bột.

$$\text{Độ nở của bột (\%)} = [(1/\rho_f) - (1/\rho_p)] \times 100 / (1/\rho_p) \quad (2)$$

Độ hòa tan

Phương pháp phân tích được tham khảo từ nghiên cứu của Sifat và ctv. (2021)⁴. Trong một ống ly tâm, bột sơ ri (1 g) được lắc đều với 10 mL nước cất. Sau đó mẫu được ly tâm với tốc độ 5000 vòng/phút trong vòng 10 phút bằng máy ly tâm (Universal 320R, Hettich, Germany). Phần dịch nổi thu được tiếp tục trải đều lên đĩa nhôm và sấy khô tại nhiệt độ 105°C đến khi khối lượng không thay đổi. Độ hòa tan của bột và được xác định dựa trên tỷ lệ giữa khối lượng của dịch nổi sau khi sấy (m_1) và khối lượng của bột sơ ri được phân tích (m_2), thể hiện theo công thức (3):

$$\text{Độ hòa tan (\%)} = m_2 / m_1 \times 100 \quad (3)$$

Hàm lượng polyphenol tổng số (TPC)

Mẫu sau khi trích ly theo phương pháp của Xu và ctv., (2008)⁹ được tiến hành xác định hàm lượng polyphenol tổng theo phương pháp của Lim và ctv., (2007)¹⁰. Trong một ống nghiệm, lắc đều hỗn hợp gồm 0,3 mL dịch trích đã pha loãng với 1,5 mL Folin 10%. Mẫu được để yên trong 5 phút. Sau đó 1,2 mL Na₂CO₃ 7,5% được thêm vào hỗn hợp và lắc đều. Sau 30 phút phản ứng tại nhiệt độ phòng 29-31°C mẫu được phân tích mật độ quang ở bước sóng 765 nm bằng máy đo quang phổ UV-vis (UV-1800, Shimadzu, Nhật Bản). Quá trình phân tích được thực hiện trong điều kiện chắn sáng. Hàm lượng polyphenol tổng số được tính toán dựa theo công thức (4) và kết quả được thể hiện dưới dạng mg đương lượng gallic acid / 100 g vật chất khô (mg GAE/100g vck).

$$TPC = [(y-b) \times V \times DF \times 100 \times 100] / [a \times m \times (100\% - \% \text{ ẩm}) \times 1000] \quad (4)$$

Trong đó, y: giá trị OD của mẫu phân tích, a và b: hệ số trong phương trình đường chuẩn gallic acid (10-70 µg/mL), V: thể tích dịch trích ly, DF: độ pha loãng, m: khối lượng của mẫu.

Hàm lượng vitamin C

Hàm lượng vitamin C: Mẫu sau khi nghiền nhuyễn được cân 0,1 g vào bình định mức 100 mL. Sau đó, 2 giọt HCl 2% và nước cất được bổ sung cho đến vạch. Mẫu được lắc đều và lọc qua giấy lọc thu lấy dịch chiết. Tiếp theo, dịch chiết được chuyển 10 mL vào bình tam giác và thêm 2 giọt hồ tinh bột 0,5%, lắc đều. Mẫu sau đó được chuẩn độ với dung dịch iod 0,01 N đến khi xuất hiện màu xanh bền trong 30 giây. Hàm lượng vitamin C được tính toán dựa theo công thức (5) và kết quả được thể hiện dưới dạng mg / 100 g vật chất khô (mg / 100g vck). Phương pháp phân tích được tham chiếu từ Pathy (2018)¹¹.

$$X = [V \times V_1 \times 0,88 \times 100] / [V_2 \times m] \quad (5)$$

Trong đó: V: Số mL dung dịch I₂ 0,01 N dùng để chuẩn độ, V₁: thể tích dịch mẫu thí nghiệm, V₂: thể tích dịch mẫu lấy để xác định, 0,88: số gam vitamin C ứng với 1 mL dung dịch I₂ 0,01 N.

Phân tích hình thái bột

Mẫu được gửi đến Viện Ứng dụng Khoa học Vật liệu, quận 12, TP.HCM để phân tích hình thái của hạt bột bằng cách sử dụng kính hiển vi điện tử quét (SEM) (Hitachi, S4800, Anh) tại 10 kV. Mẫu được phủ một lớp platin với độ dày 50 nm. Mẫu được chụp tại các độ phân giải x 500 và x 1000.

Các chỉ tiêu khác

Hàm lượng tổng chất rắn hòa tan (TSS) được xác định bằng khúc xạ kế (Atago, 0-32° Bx, Nhật Bản), mẫu được hoàn nguyên theo tỷ lệ 1 g bột và 10 g nước trước khi phân tích. Hàm lượng acid tổng số (TA) được xác định bằng phương pháp chuẩn độ (TCVN 548-2007). Hoạt độ nước được xác định bằng máy đo hoạt độ nước để bàn Decagon, Aqualab 3, Mỹ). Ẩm độ được xác định bằng phương pháp sấy mẫu đến khối lượng không đổi tại nhiệt độ 105 °C.

Xử lý số liệu

Trong nghiên cứu này, số liệu từ thí nghiệm được phân tích phương sai (ANOVA) một yếu tố và hai yếu tố, kiểm định sự khác biệt nhỏ nhất (LSD) được thực hiện với sự hỗ trợ của phần mềm JMP phiên bản 13.0. Phần mềm Excel 2019 được dùng để tính toán số liệu.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Đặc tính bột

Bột là một hệ mà khí phân tán trong pha liên tục là lỏng hoặc bán rắn. Để tăng hiệu quả tạo thành bột các chất trợ sấy có vai trò như là chất tạo bột và chất ổn định, thường được sử dụng trong quá trình sản xuất. Trong đó, chất tạo bột là chất hoạt động bề mặt có khả năng làm giảm sức căng bề mặt giữa hai chất lỏng hoặc giữa chất lỏng và một chất rắn. Trong khi đó, chất ổn định có vai trò giúp tăng độ nhớt của pha liên tục hoặc bằng cách hình thành một mạng ba chiều làm chậm chuyển động của các thành phần bên trong bột³. Do đó, sự thay đổi tỷ lệ chất ổn định dẫn đến sự thay đổi đặc tính của bột.

Kết quả phân tích trong Bảng 1 cho thấy, sự thay đổi tỷ lệ maltodextrin và HPMC đã dẫn đến sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về tỷ trọng và độ nở của bột giữa các mẫu khảo sát (p<0,05). Nhìn chung, tỷ lệ bổ sung maltodextrin (MD) tăng đã làm tăng tỷ trọng và giảm độ nở của bột. Cụ thể, ở tất cả tỷ lệ HPMC và tỷ lệ MD 12%, các mẫu khảo sát có tỷ trọng bột cao xấp xỉ 1 g/cm³ và độ nở thấp khoảng 3%. Hình ảnh thể hiện trong Hình 2 cũng cho thấy các mẫu này hầu như không quan sát được sự xuất hiện của bọt sau quá trình đánh bột. Ngược lại, tại tỷ lệ MD 8% bột có tỷ trọng thấp nhất và độ nở cao nhất với số liệu cụ thể ghi nhận được lần lượt nằm trong khoảng 0,42-0,51 g/cm³ và 99,59-133,89%. Nghiên cứu trước đó về bột trái việt quất cũng đã cho thấy bổ sung maltodextrin ở một giới hạn nhất định giúp tăng độ nở của bột, tuy nhiên vượt quá mức này có thể làm tăng độ nhớt của mẫu dẫn đến tác động ngược là làm giảm độ nở của bột¹².

Đối với HPMC, nghiên cứu chưa ghi nhận được sự biến đổi theo quy luật về tỷ trọng và độ nở của bột khi thay đổi tỷ lệ chất trợ sấy này. Tại cùng tỷ lệ MD 8%, bột có tỷ trọng là 0,42; 0,51 và 0,49 g/cm³ tương ứng với tỷ lệ bổ sung maltodextrin lần lượt là 0,75%, 1,0% và 1,25%. Trong khi đó, nghiên cứu khác trên bột trái *Aegle marmelos* L, sự gia tăng hàm lượng methyl cellulose (MC) từ 0,25% đến 0,75% đã làm tăng tỷ trọng của bột¹³. Ngược lại đối với bột trái đu đủ, trong cùng khoảng tỷ lệ MC này đã giúp gia tăng độ nở của bột¹⁴. Nghiên cứu của Abbasi & Azizpour (2015) phát hiện tỷ lệ MC tăng từ 1% đến 2% làm giảm tỷ trọng của bột trái cherry từ 0,65 xuống 0,41 g/cm³⁷.

Trong các nghiên cứu trước đó về bột trái mận⁴, bột trái cherry⁷ và bột trái *Aegle marmelos* L¹³ được sản xuất bằng phương pháp sấy bột, các tác giả đã đề cập tỷ trọng bột càng thấp thể hiện lượng không khí đi vào trong mẫu càng nhiều trong quá trình đánh bột và giúp bột có độ nở lớn, kết quả là quá trình tách nước ra khỏi mẫu đạt hiệu quả cao trong quá trình sấy.

Các mẫu có tỷ lệ bổ sung maltodextrin 12% có tỷ trọng bột cao nhất và độ nở thấp nhất trong tất cả các mẫu đã khảo sát. Vì vậy, các mẫu này đã không được chọn để tiếp tục đánh giá các chỉ tiêu về hàm lượng vitamin C và polyphenol.

TA, TSS và độ hòa tan

Các mẫu được lựa chọn từ mục Đặc tính bột được tiếp tục sấy khô để thu hồi bột. Các đặc tính hóa lý của bột sơ ri được thể hiện trong Bảng 2. Tương tự đặc tính bột, sự thay đổi về tỷ lệ bổ sung chất trợ sấy đã dẫn sự khác biệt về hàm lượng acid có trong mẫu bột sơ ri. Trong đó, tại các mẫu bổ sung MD là 8%, hàm lượng HPMC tăng từ 0,75% đến 1,25% đã làm giảm lượng acid từ 3,16% xuống 2,88%. Trường hợp khác, khi lượng bổ sung MD được nâng từ 8% đến 10% và giữ cố định HPMC là 1%, đã làm hàm lượng acid có trong mẫu giảm từ 2,92% đến 2,84%. Ascorbic acid là acid hữu cơ chủ yếu có trong trái sơ ri². Nghiên cứu trước trên trái sơ ri¹⁵ và bã ép trái sơ ri¹⁶ đã cho thấy nhiệt độ sấy càng cao và thời gian sấy càng dài, dẫn đến hao hụt càng nhiều lượng ascorbic acid có trong sản phẩm sau khi sấy. Mẫu 8%MD-0,75% HPMC có thời gian sấy 3,5 giờ; mẫu 10%MD- 1,25% HPMC có thời gian sấy 4,5 giờ; các mẫu còn lại có thời gian khoảng 4 giờ. Thời gian sấy ngắn có thể đã giúp hạn chế sự hao hụt của acid hữu cơ này có trong bột sơ ri. Ngược lại, hàm lượng tổng chất rắn hòa tan giữa các mẫu khảo sát lại không có sự khác biệt về mặt thống kê ($p>0,05$). Tất cả các mẫu đều đạt giá trị nằm trong khoảng 8,77-8,93%.

Về độ hòa tan, kết quả xử lý thống kê cho thấy tính chất này của bột sơ ri có sự khác biệt rõ giữa các mẫu khảo sát ($p<0,05$). Tăng hàm lượng matodextrin 8% đến 10% đã làm tăng độ hòa tan của bột từ 57% đến 68%. Tuy nhiên sự gia tăng HPMC đã mang lại tác động nghịch đối với độ hòa tan của bột. Độ hòa tan giảm dần từ 72,41% đến 57,82% khi tỷ lệ HPMC dần mở rộng từ 0,75% đến 1,25%.

Vitamin C và polyphenol

Cả hai chỉ tiêu phân tích là vitamin C và polyphenol đều có hàm lượng thấp nhất tại mẫu sử dụng 10% MD và 1,25% HPMC, với kết quả ghi nhận được tương ứng là 2063,11 mg/100 vck và 1963,84 mg GAE/100g vck (Bảng 3). Trong khi đó, hàm lượng cao nhất của vitamin C là 2366,22 mg/100g vck và polyphenol 2201,80 mg GAE/100 vck đã được tìm thấy ở mẫu sử dụng 8% MD và 0,75% HPMC. Các mẫu bột sơ ri còn lại không có sự khác biệt rõ về mặt thống kê, với hàm lượng vitamin C nằm trong khoảng 2131,56 – 2229,33 mg/100 vck và polyphenol 2006,68 -2140,45 mg GAE/100 vck. Hiện tượng này có thể là do mẫu 8% MD – 0,75% HPMC có độ nở của bột cao nhất, góp phần nâng cao khả năng thoát hơi nước ra khỏi bột, dẫn đến mẫu có thời gian sấy ngắn hơn (3,5 giờ) so với các mẫu còn lại (4 giờ), điều này giúp hạn chế các sự hao hụt các hợp chất nhạy nhiệt như vitamin C và polyphenol. Các nghiên cứu trước đó cũng đã chỉ ra rằng, giảm thời gian sấy giúp giảm sự hao hụt vitamin C có trong bột trái xoài¹⁷, polyphenol có trong bột trái nhàu¹⁸ cũng như anthocyanin (hợp chất sinh học nhạy cảm với nhiệt độ) trong bột trái cherry⁷.

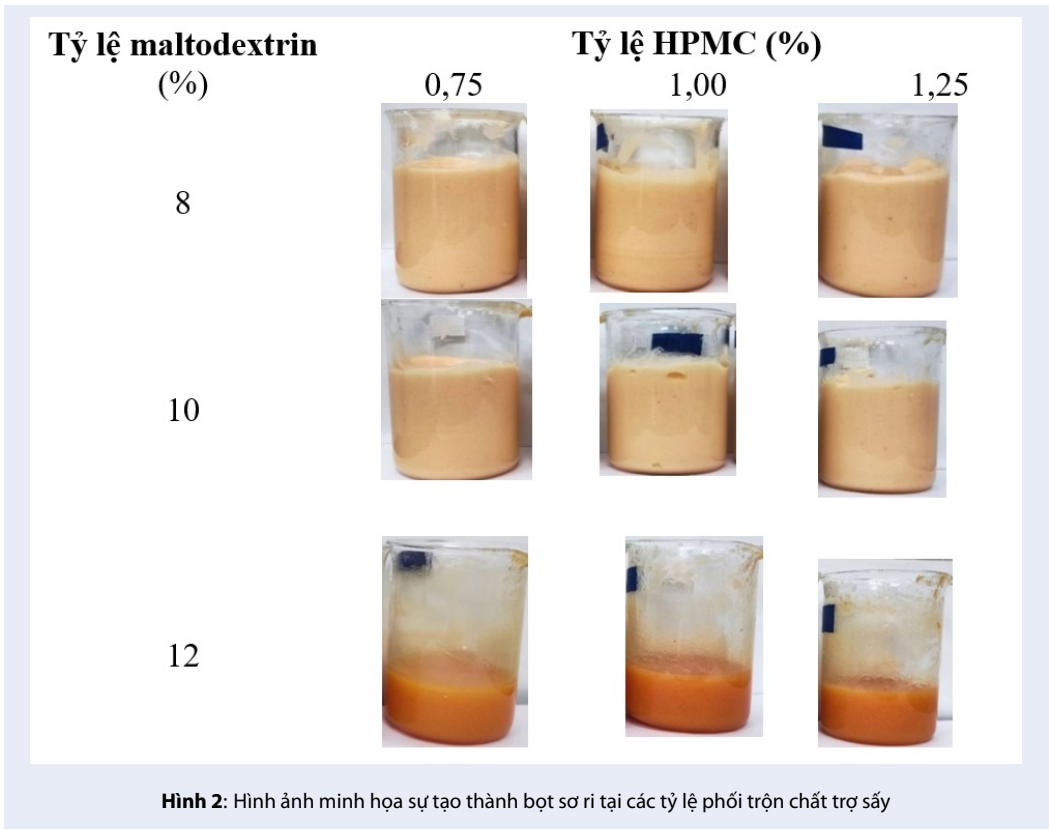
Hàm lượng vitamin C trong bột sơ ri cao hơn so với bột trái đu đủ 125 mg/100g [14] và bột bột xoài 19,56-22,65 (mg/100g)¹⁷. Ngoài ra, hàm lượng polyphenol có trong bột sơ ri cao hơn bột trái cherry 100-150 mg GAE/100g⁷, bột trái nhàu 1394,5 mg GAE/100g¹⁸, nhưng hơn thấp hơn bột trái đào 2490-3236 mg GAE/100g¹⁹.

Song song với các chỉ tiêu đã đề cập, nghiên cứu cũng đã theo dõi sự thay đổi màu sắc của bột sơ ri tại các tỷ lệ phối trộn chất trợ sấy khác nhau. Nhìn chung, bột sơ ri thu được ở tất cả các mẫu thí nghiệm đều có màu đỏ cam (Hình 3). Trong đó, mẫu 8% MD và 0,75% HPMC có cường độ màu đậm hơn ở cả hai dạng là bột và dung dịch hoàn nguyên. Trong báo của Delva và Schneider (2013) đã nhận xét rằng anthocyanin là carotenoid là các sắc tố chính tạo nên màu sắc đỏ cam đặc trưng cho quả sơ ri chính². Tuy nhiên cả hai hợp chất này đều dễ bị hao hụt dưới tác động của nhiệt độ cao. Mẫu 8% MD và 0,75% HPMC có thời gian sấy ngắn nên có thể đã giúp lưu giữ hàm lượng các

Bảng 1: Ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn chất trợ sấy đến tỷ trọng và độ nở của bột sơ ri

Tỷ lệ maltodextrin (%)	Tỷ lệ HPMC (%)		
	0,75	1,00	1,25
Tỷ trọng bột (g/cm ³)			
8	0,42 ^e ± 0,01	0,51 ^{cd} ± 0,02	0,49 ^d ± 0,03
10	0,56 ± 0,02	0,53 ^c ± 0,01	0,51 ^{cd} ± 0,02
12	1,01 ^a ± 0,01	1,02 ^a ± 0,01	1,01 ^a ± 0,00
Độ nở của bột (%)			
8	133,89 ^a ± 8,98	99,59 ^{bc} ± 8,28	113,54 ± 9,75
10	80,01 ^c ± 7,85	97,11 ^{bc} ± 6,15	103,92 ^{bc} ± 7,10
12	2,87 ^d ± 0,26	2,49 ^d ± 0,24	3,05 ^d ± 0,30

Số liệu được thể hiện theo giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. Trong cùng một hàng, các giá trị trung bình mang chữ cái a, b, c khác nhau thể hiện có sự khác biệt mang ý nghĩa thống kê tại p < 0,05 giữa các mẫu khảo sát.



Bảng 2: Ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn chất trợ sấy đến TA, TSS và độ hòa tan của bột sơ ri

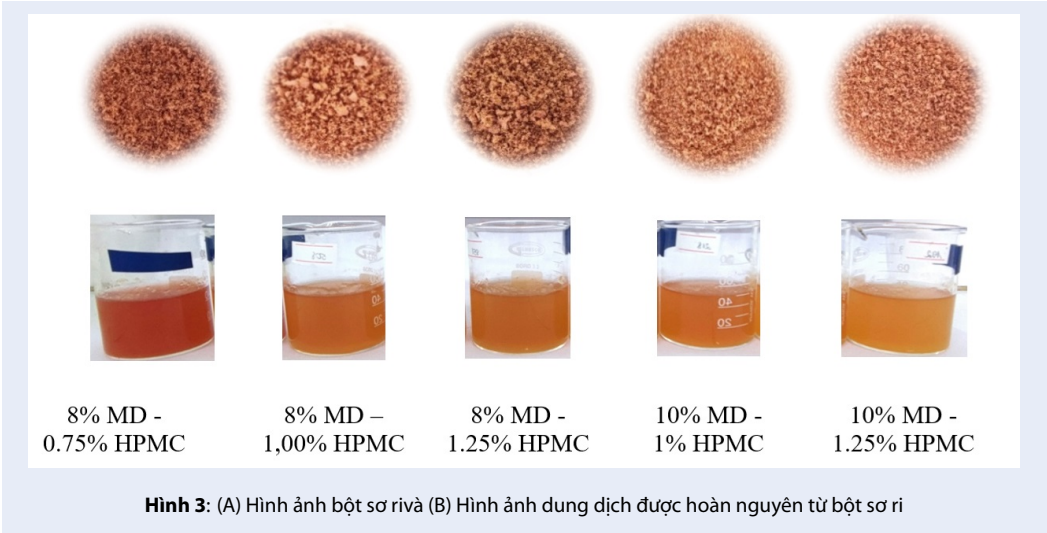
Nghiem thức	TA (%)	TSS* (%)	Độ hòa tan (%)
8%MD - 0,75%HPMC	3,16 ^a ± 0,03	8,83 ^a ± 0,15	72,41 ^a ± 1,04
8%MD - 1,00%HPMC	2,92 ^b ± 0,03	8,93 ^a ± 0,06	61,64 ^c ± 1,09
8%MD - 1,25%HPMC	2,88 ^b ± 0,05	8,77 ^a ± 0,12	57,82 ^d ± 1,18
10%MD - 1,00%HPMC	2,84 ^{bc} ± 0,03	8,93 ^a ± 0,12	72,07 ^a ± 1,57
10%MD - 1,25%HPMC	2,81 ^c ± 0,03	8,93 ^a ± 0,06	68,84 ± 1,17

*Kết quả phân tích trên nền mẫu là dung dịch được hoàn nguyên từ 1 g bột và 10 g nước cất.
Số liệu được thể hiện theo giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. Trong cùng một hàng, các giá trị trung bình mang chữ cái a, b, c khác nhau thể hiện có sự khác biệt mang ý nghĩa thống kê tại p < 0,05 giữa các mẫu khảo sát.

Bảng 3: Ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn chất trợ sấy đến vitamin C và TPC của bột sơ ri

Nghiem thức	Vitamin C (mg/100 g vck)	TPC (mg GAE/100 g vck)
8%MD - 0,75%HPMC	2366,22 ^a ± 33,87	2201,80 ^a ± 66,84
8%MD - 1,00%HPMC	2131,56 ^{bc} ± 94,29	2036,26 ^{bc} ± 39,78
8%MD - 1,25%HPMC	2200,00 ^{bc} ± 77,61	2006,68 ^{bc} ± 88,57
10%MD - 1,00%HPMC	2229,33 ^{ab} ± 58,67	2140,45 ^{ab} ± 88,34
10%MD - 1,25%HPMC	2063,11 ^c ± 94,29	1963,84 ^c ± 66,44

Số liệu được thể hiện theo giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. Trong cùng một hàng, các giá trị trung bình mang chữ cái a, b, c khác nhau thể hiện có sự khác biệt mang ý nghĩa thống kê tại p < 0,05 giữa các mẫu khảo sát.



hợp chất này trong bột sơ ri nhiều hơn so với các mẫu còn lại. Nghiên cứu Ekpong và ctv. (2016) cho thấy sử dụng maltodextrin 15% và HPMC 0,1% cho sản phẩm bột trái me có chất lượng cao⁶.

Bên cạnh các kết quả phân tích đã được đề cập, trong nghiên cứu này cũng đã thực hiện khảo sát sơ bộ khả năng tạo bột của dịch ép sơ ri khi bổ sung maltodextrin ở tỷ lệ 6% và 8%, kết hợp với HPMC ở tỷ lệ 0,5% và 0,75%. Kết quả cho thấy bột tạo thành có độ nở dao động trong khoảng 95,31%-110,18% và hàm lượng vitamin C có trong bột sau sấy dao động trong khoảng 2178,21-2235,89 mg/100g vck. Các kết quả này thấp hơn so với mẫu 8% MD-0,75% HPMC. Như vậy, từ các kết quả phân tích cho thấy bột sơ ri được sản xuất từ dịch ép sơ ri phối trộn với 8% maltodextrin và 0,75% HPMC, đã cho sản phẩm có hàm lượng cao về acid tổng số, vitamin C và polyphenol. Bột thành phẩm có màu sắc đỏ cam đặc trưng và mùi thơm của trái sơ ri.

Hình ảnh cấu trúc hạt, độ ẩm và hoạt độ nước

Hình 4 cho thấy bột sơ ri (mẫu 8% MD-0,75% HPMC) có hình thái dạng phẳng, không bị kết dính, hình dạng không đều và bề mặt nhẵn. Hình thái bột trong nghiên cứu hiện tại khá giống với các báo cáo trước đây về bột xoài⁵, bột việt quất¹² và bột trái đào¹⁹ được sản xuất bằng công nghệ sấy bột xốp.

Bên cạnh đó, kết quả phân tích cho thấy bột sơ ri có hoạt độ nước là 0,29 và độ ẩm là 3,33%. Các giá trị này khá tương đồng đối các loại bột trái cây khác cũng được sản xuất bằng công nghệ sấy bột. Hoạt độ nước và ẩm độ của bột trái me là có giá trị lần lượt là 9,51% và 0,13⁶, bột trái việt quất là 2-4% và 0,2-0,4¹², bột trái nhàu là 6%¹⁸, bột trái đào là 2%¹⁹, và bột dưa lưới là 3,26% và 0,42²⁰. Hoạt độ nước <0,6 giúp sản phẩm giúp sản phẩm có hạn sử dụng dài do hạn chế sự phát triển của các vi sinh vật và phản ứng sinh hóa không mong muốn¹².

Sự tương quan giữa các đặc tính hóa lý của bột sơ ri

Nghiên cứu ghi nhận được dưới sự tác động của việc thay đổi tỷ lệ các chất trợ sấy, tỷ trọng và độ nở của bột có mối tương quan nghịch, với hệ số tương quan $R^2 = 0,98$ (Bảng 4). Như đã đề cập trong mục 3.1, quá trình đánh bột giúp gia tăng lượng bột khí có trong hệ bột, từ đó làm giảm tỷ trọng và nâng cao độ nở cho bột sơ ri.

Bên cạnh đó, kết quả Bảng 4 cũng cho thấy có sự tương quan giữa đặc tính vật lý của bột với chỉ tiêu hóa lý của bột sơ ri. Cụ thể, độ nở của bột có sự tương quan thuận với độ hòa tan ($R^2 = 0,78$), hàm lượng vitamin C ($R^2 = 0,83$), và polyphenol ($R^2 = 0,87$). Trong

quá trình đánh bông, hàm lượng các bột khí xuất hiện càng nhiều trong bột, giúp gia tăng độ nở của bột, giúp tạo cấu trúc rỗng xốp cho bột sau khi sấy, từ đó nâng cao khả năng hòa tan của bột⁷. Ngược lại, tỷ trọng bột có mối tương quan nghịch với các chỉ tiêu chất lượng này của bột sơ ri; giá trị R^2 được tìm thấy tương ứng lần lượt với mỗi chỉ tiêu là 0,72; 0,81 và 0,85. Thí nghiệm cũng ghi nhận vitamin C và polyphenol có sự tương quan thuận với $R^2 = 0,94$. Độ hòa tan và hàm lượng tổng chất rắn hòa tan, hàm lượng acid tổng số có sự tương quan thuận ($R^2 < 0,5$).

KẾT LUẬN

Các thông số như tỷ trọng và độ nở của bột là khác nhau khi tỷ lệ phối trộn maltodextrin và HPMC là khác nhau. Mẫu có tỷ lệ bổ sung maltodextrin 8% và HPMC 0,75% cho bột có giá trị cao về độ hòa tan là 72,41%, hàm lượng vitamin C là 2447,83 mg/100g vck, polyphenol là 2201,80 mg GAE/100g vck. Kết quả phân tích cho thấy hàm lượng vitamin C và polyphenol trong bột sơ ri có mối tương quan thuận với độ nở của bột và tương quan nghịch với tỷ trọng của bột. Trong các nghiên cứu tiếp theo cần khảo sát ảnh hưởng của mật độ bột và nhiệt độ sấy đến chất lượng bột sơ ri hòa tan.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí của Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM thông qua dự án CS-CB21-HHTP-08.

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

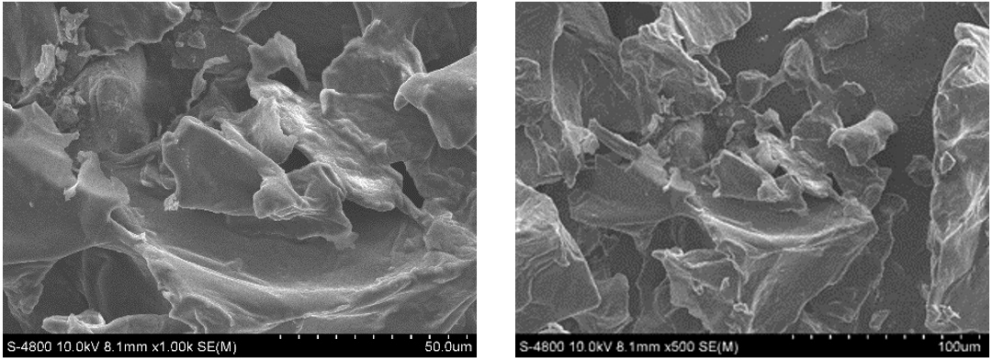
Nhóm tác giả xin cam đoan không có bất kỳ xung đột lợi ích nào trong công bố bài báo.

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Hoàng Quang Bình: xây dựng phương pháp phân tích; xây dựng bố trí thí nghiệm, viết bản thảo, xử lý số liệu. Nguyễn Thị Tuyết Nhi: thực hiện các thí nghiệm; xử lý số liệu. Dương Thị Ngọc Diệp: viết và biên tập bản thảo, xây dựng bố trí thí nghiệm, quản lý tiến độ nghiên cứu, thu thập nguyên liệu nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sơ ri Gò Công. (Truy cập ngày 20/03/2023); Available from: <https://tiengiang.gov.vn/chi-tiet-tin?/so-ri-go-cong/11236593>.
2. Delva L, Schneider RG. Acerola (Malpighia emarginata DC): Production, postharvest handling, nutrition, and biological activity. Food Reviews International. 2013; 29(2):107-26; Available from: <https://doi.org/10.1080/87559129.2012.714433>.
3. Sangamithra A, Sivakumar V, John SG, Kannan K. Foam mat drying of food materials: A review. Journal of Food Processing and preservation. 2015; 39(6):3165-74; Available from: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12421>.



Hình 4: Hình ảnh cấu trúc bề mặt của bột sơ ri tại các độ phân giải khác nhau. Bột chứa 8% MD và 0,75% HPMC

Bảng 4: Hệ số tương quan giữa các đặc tính hóa lý của bột sơ ri

	Tỷ trọng bột	Độ nở của bột	TA	TSS	Độ hòa tan	Vit C	TPC
Tỷ trọng bột	1,00	-	-	-	-	-	-
Độ nở của bột	-0,98*	1,00	-	-	-	-	-
TA	-0,86	0,79	1,00	-	-	-	-
TSS	0,08	-0,09	-0,41	1,00	-	-	-
Độ hòa tan	-0,72	0,78	0,28	0,41	1,00	-	-
Vit C	-0,81**	0,83**	0,82**	-0,48	0,40	1,00	-
TPC	-0,85**	0,87**	0,74	-0,16	0,58	0,94*	1,00

*: p< 0,05; **: p <0,01

4. Sifat SA, Trisha AT, Huda N, Zzaman W, Julmohammad N. Response surface approach to optimize the conditions of foam mat drying of plum in relation to the physical-chemical and antioxidant properties of plum powder. International journal of food science. 2021;2021;Available from: <https://doi.org/10.1155/2021/3681807>.

5. Chaux-Gutiérrez AM, Pérez-Monterroza EJ, Telis VR, Mauro MA. The physical and morphological characteristics of mango powder (Mangifera indica L. cv Tommy Atkins) produced by foam mat drying. Food biophysics. 2017; 12:69-77;Available from: <https://doi.org/10.1007/s11483-016-9464-1>.

6. Ekpong A, Phomkong W, Onsaard E. The effects of maltodextrin as a drying aid and drying temperature on production of tamarind powder and consumer acceptance of the powder. International Food Research Journal. 2016; 23(1):300-8;.

7. Abbasi E, Azizpour M. Evaluation of physicochemical properties of foam mat dried sour cherry powder. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie. 2016; 68:105-10;Available from: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.004>.

8. Hardy Z, Jideani VA. Foam-mat drying technology: A review. Critical reviews in food science and nutrition. 2017; 57(12):2560-72;Available from: <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1020359>.

9. Xu G, Liu D, Chen J, Ye X, Ma Y, Shi J. Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in China. Food chemistry. 2008; 106(2):545-51;Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.046>.

10. Lim YY, Lim TT, Tee JJ. Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. Food chemistry. 2007; 103(3):1003-8;Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.08.038>.

11. Pathy K. Process for preparation of vitamin C and method for determination of vitamin c in tablets. SF J Chem Res. 2018;2(1):2;.

12. Darniadi S, Ho P, Murray BS. Comparison of blueberry powder produced via foam-mat freeze-drying versus spray-drying: evaluation of foam and powder properties. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2018; 98(5):2002-10;Available from: <https://doi.org/10.1002/jsfa.8685>.

13. Bag SK, Srivastav PP, Mishra HN. Optimization of process parameters for foaming of bael (Aegle marmelos L.) fruit pulp. Food and bioprocess technology. 2011; 4:1450-8;Available from: <https://doi.org/10.1007/s11947-009-0243-6>.

14. Kandasamy P, Varadharaju N, Kalemullah S, Maladhi D. Optimization of process parameters for foam-mat drying of papaya pulp. Journal of food science and technology. 2014; 51:2526-34;Available from: <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0812-y>.

15. Song B, Tan H, Yang J. Effect of three drying methods on the drying kinetics and quality of acerola cherry. Journal of Food Processing and Preservation. 2020; 44(9):e14674;Available from: <https://doi.org/10.1111/jfpp.14674>.

16. Nóbrega EM, Oliveira EL, Genovese MI, Correia RT. The Impact of Hot Air Drying on the Physical-Chemical Characteristics, Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Acerola

- (Malphigia emarginata) Residue. Journal of Food Processing and Preservation. 2015; 39(2):131-41;Available from: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12213>.
17. Rajkumar P, Kailappan R, Viswanathan RG, Raghavan GS. Drying characteristics of foamed alphonso mango pulp in a continuous type foam mat dryer. Journal of Food Engineering. 2007; 79(4):1452-9;Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.04.027>.
18. Kha TC, Nguyen CT, Tran LT, Truong TT. Effects of pretreatment and air drying temperature on Noni fruit powder. Food Science and Biotechnology. 2021; 30:1519-26;Available from: <https://doi.org/10.1007/s10068-021-00982-0>.
19. Brar AS, Kaur P, Kaur G, Subramanian J, Kumar D, Singh A. Optimization of process parameters for foam-mat drying of peaches. International Journal of Fruit Science. 2020; 20(sup3):S1495-518;Available from: <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1812017>.
20. Li TS, Sulaiman R, Rukayadi Y, Ramli S. Effect of gum Arabic concentrations on foam properties, drying kinetics and physicochemical properties of foam mat drying of cantaloupe. Food Hydrocolloids. 2021; 116:106492;Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106492>.

Effect of drying aids concentration on the physicochemical properties of acerola powder producing by foam mat drying

Diep Ngoc Thi Duong^{1,*}, Nhi Tuyet Thi Nguyen¹, Binh Quang Hoang²

ABSTRACT

Acerola is known as a tropical fruit that is rich in health-beneficial biological compounds such as polyphenols and vitamin C. However, this raw material is susceptible to post-harvest damage due to its rapid ripening rate. Therefore, processing new products, such as soluble powder, is essential. The purpose of this study is to evaluate the impact of the addition rate of drying aids, including maltodextrin (8–12%) and hydroxylpropyl methylcellulose (0.75–1.25%), on the physicochemical properties of cherry powder. processed by the foam drying method. Research results show that changing the mixing ratio of drying aids affects the density and foaming, acid content, solubility, vitamin C, and polyphenols of the powder. In all samples with a maltodextrin addition rate of 12%, the sample had low foaming (<5%). Meanwhile, the remaining ratios have foaming levels of 80%–140%. The sample with the addition rate of 8% maltodextrin combined with 0.75% hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) gave the finished product the highest values in terms of solubility, vitamin C content, and polyphenols. SEM scanning microphotograph results show that the powder has a flat morphology, no adhesion, an irregular shape, and a smooth surface. In addition, the PCA analysis results also show that the solubility, vitamin C content, and polyphenol content of the powder are positively correlated with foam expansion and negatively correlated with foam density. The resulting cherry powder can be used as a source of vitamin C.

Key words: Acerola powder, drying aids, foam mat drying, polyphenol, vitamin C

¹Faculty of Chemical Engineering and Food Technology, Nong Lam University, Vietnam.

²Research Institute for Biotechnology and Environment, Nong Lam University, Vietnam.

Correspondence

Diep Ngoc Thi Duong, Faculty of Chemical Engineering and Food Technology, Nong Lam University, Vietnam.

Email: duongngocdiep@hcmuaf.edu.vn

History

- Received: 29-3-2023
- Revised: 14-3-2024
- Accepted: 20-11-2024
- Published Online: 31-12-2024

DOI : <https://doi.org/10.32508/stdjet.v7i4.1090>



Copyright

© VNUHCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Duong D N T, Nguyen N T T, Hoang B Q. **Effect of drying aids concentration on the physicochemical properties of acerola powder producing by foam mat drying.** *Sci. Tech. Dev. J. – Engineering and Technology* 2024, 7(4):2369-2378.