

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SẤY BỌT XÓP ĐỂ CHẾ BIẾN BỘT TỪ DỊCH CHIẾT QUẢ SIM (*Rhodomyrtus tomentosa* (Aiton) Hassk.)

Hoàng Nguyên Thảo Uyên, Hồ Thị Trang, Huỳnh Thị Thủy Nhung, Nguyễn Thị Hằng, Hồ Ngọc Uyên Vân, Nguyễn Đức Chung*

Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

*Tác giả liên hệ: ndchung.huaf@hueuni.edu.vn

Nhận bài: 09/11/2024 Hoàn thành phản biện: 05/12/2024 Chấp nhận bài: 05/12/2024

TÓM TẮT

Sim (*Rhodomyrtus tomentosa* (Aiton) Hassk.) là cây được tìm thấy ở khu vực nhiệt đới và cận nhiệt đới. Tất cả các phần của cây sim đều đã được dùng như các loại thảo dược để điều trị bệnh trong y học cổ truyền ở các nước khu vực Đông và Đông Nam Á. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm lựa chọn chất tạo bọt và điều kiện sấy phù hợp cho quá trình chế biến bột từ dịch chiết quả sim có nguồn gốc tại địa phương Thừa Thiên Huế và phân tích một số chỉ tiêu chất lượng cơ bản của bột thành phẩm. Trong giai đoạn tạo bọt, chất tạo bọt phù hợp là albumin nồng độ 12,5%, tốc độ đánh khuấy tạo bọt 115 vòng/phút với thời gian đánh tạo bọt là 10 phút. Các chỉ tiêu của bột đạt được gồm độ nở của bột 440,94%, mật độ bột 0,189 g/mL. Trong công đoạn sấy, độ dày lớp bột xốp được chọn là 4 mm và sấy ở 60°C trong 120 phút để thu được bột sim đạt dưới 11,07%. Bột sim thành phẩm ở trạng thái khô, mịn, có mùi vị đặc trưng của albumin kèm vị chất nhẹ của dịch sim, cường độ màu °Hue 54,74 với các chỉ số màu L* 68,83, a* 9,58 và b* 20,91. Bột chứa anthocyanin ở nồng độ 49,70 mg/g và đáp ứng các tiêu chuẩn an toàn vi sinh vật theo Thông tư số 12/2024/TT-BYT.

Từ khóa: Bột sim, Điều kiện sấy, Điều kiện tạo bọt, Sấy bọt xốp

STUDY ON THE APPLICATION OF FOAM MAT DRYING TECHNOLOGY TO THE PRODUCTION OF POWDER FROM SIM EXTRACT

(*Rhodomyrtus tomentosa* (Aiton) Hassk.)

Hoang Nguyen Thao Uyen, Ho Thi Trang, Huynh Thi Thuy Nhung, Nguyen Thi Hang,

Ho Ngoc Uyen Van, Nguyen Duc Chung*

University of Agriculture and Forestry, Hue University

*Corresponding author: ndchung.huaf@hueuni.edu.vn

Received: November 9, 2024 Revised: December 5, 2024 Accepted: December 5, 2024

ABSTRACT

Rose Myrtle (*Rhodomyrtus tomentosa* (Aiton) Hassk.) is a common plant in tropical and sub-tropical regions. All parts of the rose myrtle have been used as medicinal herbs in Traditional Medicine in the East and Southeast Asian countries. This study was conducted to select proper foaming agents and drying conditions for the production of powder from rose myrtle fruit extract originating from Thua Thien Hue and to analyze some basic quality characteristics of finished powder products. In the foaming stage, the suitable foaming agent was albumin with a concentration of 12.5%, the best whipping condition was at speed of 115 rpm for 10 minutes. The foam characteristics were achieved including foam expansion of 440.94%, foam density of 0.189 g/mL. In the drying stage, to obtain rose myrtle powder, the proper foam layer thickness is chosen to be 4 mm and dried at 60°C for 120 minutes. The finished sim powder was in fine-dried condition with a moisture content of appropriate 11.07%, and has the sensory characteristics of egg albumin with a light bitter from rose myrtle extract. °Hue at 54.74 with L* 68.83, a* 9.58 and b* 20.91. The product contained anthocyanin at concentration of 49.70 mg/g and meets the standard requirements of microorganisms according to the Circular 12/2024/TT-BYT.

Keywords: Sim powder, Drying conditions, Foaming conditions, Foam-mat drying

1. MỞ ĐẦU

Sim (*Rhodomirtus tomentosa* (Ait.) Hassk.) là loài cây dại có nguồn gốc và phân bố chủ yếu tại khu vực Đông Á và Đông Nam Á (Zhao và cs., 2020). Tất cả các bộ phận của cây sim như thân, lá, rễ, hoa và quả đều đã được sử dụng trong các vị thuốc cổ truyền để điều trị bệnh. Các bộ phận của cây sim đã được ghi nhận là có chứa các hoạt chất triterpenoid, flavonoid, phenol meroterpenoid và các nguyên tố vi lượng nên chúng được dùng trong điều trị các bệnh tiêu chảy, kiết lỵ, chống thấp khớp, nôn ra máu, bổ huyết và tăng cường hệ miễn dịch (Lai và cs., 2014; Zhao và cs., 2020). Vì sim đang được sử dụng ngày càng nhiều cho mục đích điều trị bệnh và dùng làm nguyên liệu trong chế biến các sản phẩm như rượu vang sim, rượu mạnh sim, siro sim, mứt sim, kẹo gôm sim, trà sim,...nên ngoài lượng sim thu hái tự nhiên, các vùng trồng sim đã được quy hoạch và phát triển để cung cấp nguyên liệu cho chế biến và phát triển kinh tế tại các vùng núi ở nước ta (Nguyễn Thanh Hải, 2019). Tuy nhiên, sản phẩm dạng khô của sim chủ yếu là thân, rễ, quả được phơi hoặc sấy khô mà chưa có công bố khoa học chính thức nào lên quan đến chế biến bột từ dịch chiết các bộ phận của sim.

Sấy khô là quá trình loại bỏ nước khỏi nguyên liệu, liên quan đồng thời giữa truyền nhiệt, chuyển khối và chuyển trạng thái của nước trong thực phẩm. Quá trình sấy khô cũng dẫn đến sự giảm khối lượng sản phẩm, giảm hoạt độ nước dẫn đến làm chậm các quá trình sinh lý sinh hoá trong nguyên liệu và hạn chế sự phát triển của vi sinh vật trong sản phẩm (Mangueira và cs., 2021).

Sấy bột xốp là phương pháp sấy khô nguyên liệu để thu được sản phẩm ở dạng bột. Vật liệu sấy ở dạng lỏng hoặc bán lỏng (pure) được tạo bột với một chất riêng lẻ hoặc kết hợp một số chất như bột lòng trắng

trứng, methylcellulose, maltodextrin, whey protein, protein đậu nành,... ở các nồng độ khác nhau để đạt được hiệu quả sấy mong muốn (Hardy và Jideani, 2017). Một số sản phẩm thực phẩm đã được chế biến thành công bằng phương pháp sấy bột xốp từ các nguyên liệu dạng dịch chiết (hoa đậu biếc, atiso đỏ,...) hoặc dạng bán rắn (thịt quả đu đủ, dưa lưới, xoài,...) (Reis và cs., 2021), với hiệu quả quá trình sấy có thể gấp ba lần so với phương pháp sấy không tạo bột khi ở cùng điều kiện sấy (Mangueira và cs., 2021).

Nhiệt độ sấy thấp, khoảng 40-90°C, cũng được xem là ưu điểm của phương pháp sấy bột xốp vì khoảng nhiệt độ này không quá cao nên hàm lượng các chất trong nguyên liệu được lưu giữ tốt trong sản phẩm (Hardy và Jideani, 2017). Khoảng nhiệt độ thích hợp cho chế biến các sản phẩm khác nhau có sự khác biệt nhất định và mức ảnh hưởng đến các hoạt chất cũng khác nhau. Công bố của Abbasi và Azizpour (2016) cho thấy hàm lượng anthocyanin trong mẫu sấy bột dâu tây ở nhiệt độ 65°C cao hơn so với các mẫu sấy ở nhiệt độ cao hay thấp hơn. Tuy nhiên, dịch chiết atiso đỏ xử lý ở nhiệt độ càng cao thì hàm lượng anthocyanin càng giảm và mẫu xử lý ở 40°C giúp giữ lại đến 86,9% anthocyanin trong sản phẩm (Sasongko và cs., 2019). Reis và cs. (2021) đã tổng hợp các kết quả nghiên cứu liên quan đến vitamin C cho thấy, vitamin C giảm ở tất cả các nhiệt độ sấy và nhiệt độ sấy bột xốp càng cao thì tổn thất vitamin C càng cao.

Mục tiêu của nghiên cứu này là xác định được chất tạo bột với nồng độ phù hợp và điều kiện sấy thích hợp cho việc chế biến sản phẩm bột sim đạt tiêu chuẩn cơ bản của bột thực phẩm, dễ dàng bảo quản và góp phần đa dạng hoá sản phẩm từ sim.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu và hoá chất

Quả sim được thu mua từ người dân thu hái trong tháng 8 và 9 năm 2024 tại vùng núi A Lưới, Thừa Thiên Huế. Quả sim được

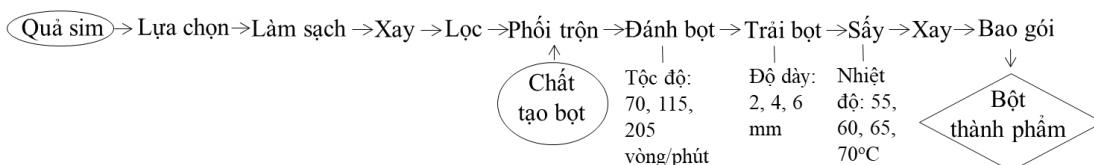
vận chuyển về phòng thí nghiệm ngay trong ngày, loại tạp chất lớn (lá, cành cây) và loại bỏ quả xanh, quả dập nát để sử dụng trong ngày hoặc gói kín trong bao bì PE và giữ ở ngăn mát tủ lạnh (6-8°C) để sử dụng trong 3-4 ngày, nhằm hạn chế biến đổi về màu sắc và chất lượng nguyên liệu.

Các chất tạo bột trong nghiên cứu này (được chọn dựa theo tổng quan của Hardy và Jideani (2017)) là những phụ liệu dùng

trong chế biến thực phẩm gồm Albumin trứng gà (Eggway International Asia Ltd., Ấn Độ), Maltodextrin (DE 15-20%, Ambuja Ltd., Ấn Độ), Xanthan Gum (Fufeng Ltd., Trung Quốc), Gum Arabic (INS414, Pháp), Carboxymethyl cellulose (Shandong Yulong Cellulose Tehcnology Co., Ltd, Trung Quốc). Quá trình chế biến sản phẩm bột sim được thực hiện theo trình tự trong Hình 2.



Hình 1. Các nguyên liệu sử dụng. (A: Quả sim chín; B: Maltodextrin; C: Xanthan Gum; D: Gum Arabic; E: Carboxymethyl Cellulose; Albumin trứng gà)



Hình 2. Sơ đồ quy trình chế biến bột sim

2.2. Phương pháp xác định các chỉ tiêu nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm

Nghiên cứu thực nghiệm được bố trí khảo sát và lựa chọn từng thông số công nghệ đơn lẻ với các mức biến thiên tương ứng gồm: (1) Loại chất tạo bột CMC 1%, Maltodextrin 10% (Gao và cs., 2022), Gum Arabic 10% (Suet và cs., 2021), Xanthan Gum 1,5% (Chowdhary và cs., 2021), Albumin trứng gà 10% (Nguyễn Đức Chung và cs., 2024); (2) Nồng độ chất tạo bột (lấy nồng độ khảo sát tương ứng với chất tạo bột được chọn làm trung tâm và khảo sát các nồng độ biên); (3) tốc độ đánh bột (90 vòng/phút, 115 vòng/phút và 205

vòng/phút, thời gian đánh bột (5 phút, 10 phút và 15 phút); (4) độ dày lớp bột xốp (2 mm, 4 mm và 6 mm) và (5) nhiệt độ sấy (55°C, 60°C, 65°C và 70°C). Để tạo được lớp bột xốp theo yêu cầu, chất tạo bột được bổ sung vào cốc thủy tinh 500 mL có chứa dịch chiết sim với nồng độ theo yêu cầu của thí nghiệm. Hỗn hợp được đánh khuấy ở 115 vòng/phút trong 10 phút để tạo bột. Bột được đổ lên giấy nền đã đặt trên mặt bàn phẳng, tạo mặt phẳng bằng thước gạt và độ dày được xác định bằng cách cắm thước có chia vạch vào năm điểm (bốn điểm góc và một điểm trung tâm) trong lớp bột. Giấy nền có chứa bột xốp được đưa vào máy sấy có nhiệt độ đang ở nhiệt độ sấy. Các dụng cụ và thiết bị tiếp xúc trực tiếp với bột xốp, bột được rửa bằng nước sạch và sấy khô ở 65°C

trong 4 giờ để hạn chế sự lẫn nhiễm tạp chất và vi sinh vật.

2.2.2. Chuẩn bị dịch trích ly từ quả sim

Quả chín (quả có màu từ hồng sáng tới tím đậm, không có vùng xanh trên quả) đã được xử lý theo mục 2.1, được ngâm trong nước muối 5% trong 15 phút và rửa lại bằng nước sạch trước khi đưa đi trích ly. Sim được xay với nước theo tỷ lệ 1:1 (m/v) ở tốc độ tối đa trong 2 phút bằng máy xay sinh tố đa năng Shizuka SK-2000 (Trung Quốc). Hỗn hợp dịch được để ở điều kiện phòng trong 10 phút rồi lọc qua vải vớt thực phẩm để lấy phần dịch cho chế biến bột sim.

2.2.3. Khảo sát sự phù hợp của các chất tạo bột

Các hỗn hợp dịch sim (40 mL) và chất tạo bột (Hình 1B, 1C, 1D, 1E, 1F) theo các tỷ lệ như trong mục 2.2.1, được đánh khuấy ở 115 vòng/phút trong 10 phút (Nguyễn Đức Chung và cs., 2024). Chất tạo bột thích hợp được lựa chọn dựa trên các chỉ số khả năng tạo bột và mật độ bột đo được.

2.2.4. Khảo sát nồng độ albumin phù hợp

Dựa theo các công bố sử dụng albumin làm chất tạo bột trong kỹ thuật sấy bột xốp để chế biến sản phẩm bột khô (Hardy và Jideani (2017), Nguyễn Đức Chung và cs. (2024), Reis và cs. (2021)), các nồng độ albumin được khảo sát ở các mức 5,0%, 7,5%, 10,0%, 12,5%, 15,0% và 17,5% để xác định nồng độ thích hợp cho chế biến bột từ dịch chiết sim. Hỗn hợp dịch được đánh bột trong thời gian 10 phút ở tốc độ 115 vòng/phút.

2.2.5. Phân tích một số đặc tính của bột xốp

Các tính chất của bột xốp được khảo sát dựa trên mô tả của Khatri và cs. (2024). Theo đó, các chỉ số và công thức tính tương ứng gồm: mật độ bột $FD=(M_f/V_f)$ với M_f : khối lượng bột (g); V_f : thể tích cuối cùng của khối bột (mL); Độ trương nở của bột được xác định theo công thức $FE=(V_f -$

$V_0)/V_0.100$ với V_0 : thể tích ban đầu của nguyên liệu (cm^3); V_f : thể tích của nguyên liệu sau khi đánh bông (cm^3).

2.2.6. Phương pháp phân tích một số chỉ tiêu chất lượng

Hàm lượng nước của nguyên liệu và sản phẩm được xác định theo phương pháp sấy ở $105^\circ C$ đến khi khối lượng giữa 03 lần cân liên tiếp không khác nhau quá 0,10 g/100 g như mô tả trong TCVN 10788:2015 (2015). Sự giảm hàm ẩm được tính theo công thức: $\% \text{ẩm} = (W_1 - W_2)/W_1.100$; với W_1 , W_2 là khối lượng nguyên liệu trước và sau khi sấy. Độ Bx của dịch chiết được đo bằng khúc xạ kế Trans Instruments-RBX0018 theo hướng dẫn của nhà sản xuất. Hàm lượng protein tổng số được xác định bằng phương pháp Kjeldhal theo TCVN 10791:2015 (2015). Hàm lượng vitamin C và anthocyanin được xác định theo các phương pháp tương ứng được mô tả trong TCVN11168:2015 (2015) và của Cui và cs., (2013). Polyphenol tổng số được xác định theo mô tả trong TCVN 9745-1:2013 (2013) với Folin-Ciocalteu được dùng làm thuốc thử. Chỉ tiêu cảm quan của bột sim được đánh giá theo mô tả trong TCVN8796:2011 (2011). Màu của dịch chiết và bột thành phẩm được xác định bằng máy đo màu Konica Minolta CR400 (Nhật Bản) thông qua các chỉ số độ Hue, L^* thể hiện độ đậm nhạt, a^* thể hiện trên trục màu xanh lục (-) đến màu đỏ (+) và b^* thể hiện màu trên trục xanh lam (-) đến vàng (+) (Nunes và cs., 2006).

2.2.7. Phương pháp phân tích vi sinh vật

Để xác định các chỉ tiêu vi sinh vật, 5 g mẫu được pha trong 5 mL nước muối sinh lý, vortex và để lắng trong 5 phút ở điều kiện phòng. 3 mL dịch trong phía trên ống falcon được chuyển sang ống falcon mới để thực hiện pha loãng đến nồng độ 10^{-7} . Các chỉ tiêu *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* và tổng số bào tử nấm men, nấm mốc được

xác định bằng cách nuôi cấy trên đĩa thạch và đếm khuẩn lạc theo các tiêu chuẩn tương ứng là TCVN 4830-1:2005 (2005), ISO 6579-1:2017 (2017) và TCVN8275-2:2010 (2010). Riêng với *E. coli*, mẫu được cấy trong môi trường tăng sinh chọn lọc (nồng độ đơn và nồng độ kép) dạng lỏng ở các độ pha loãng $10^{-1} - 10^{-7}$ và nuôi 24 giờ ở 37°C để xác định sự hiện diện của *E. coli* (môi trường nuôi cấy có bột). Mỗi ống môi trường có sinh bột được lấy ra 1 vòng cấy và cấy chuyển sang môi trường chọn lọc, ủ ở 44°C trong 48 giờ. Nếu ống nghiệm nào có sinh khí thì cấy vào ống chứa pepton và ủ ở 44°C trong 48 giờ. Dịch nuôi cấy được bổ sung 0,5 mL thuốc thử idiol và ủ 1 phút ở nhiệt độ phòng, nếu môi trường có idiol thì pha còn có màu đỏ là mẫu có kết quả dương tính. MPN của *E. coli* được xác định dựa theo Phụ lục A trong TCVN6846:2007 (2007).

2.2.8. Phương pháp xử lý số liệu

Các thí nghiệm được lặp lại tối thiểu 3 lần. Số liệu được quản lý và xử lý ban đầu bằng phần mềm Microsoft Excel 2021 và trung bình của các nghiệm thức được so sánh thống kê bằng hàm Tukey's trong phần mềm IBM SPSS 20.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Một số chỉ tiêu hoá, lý của quả sim

Một số chỉ tiêu hoá, lý cơ bản của quả sim được xác định và thể hiện trong Bảng 1. Theo đó, độ ẩm của quả sim chín được xác định ở mức 76,01%. Các thành phần có giá trị được tính và nhạy cảm với xử lý nhiệt như vitamin C, anthocyanin và polyphenol đã được xác định với hàm lượng tương ứng là 1,964 mg/100 g, 82,630 mg/L và 4,44 mg GAE/g CK.

Bảng 1. Một số chỉ tiêu cơ bản về lý, hoá sinh của quả sim

Thành phần	Đơn vị	Hàm lượng
Độ ẩm	%	76,01 ± 0,73
Vitamin C	mg/100 g	1,964 ± 0,003
Bx dịch chiết	%	8,80 ± 0,40
Anthocyanin	mg/L	82,630 ± 0,484
Polyphenol	mg GAE/gCK	4,44 ± 0,03
Cường độ màu dịch chiết	Hue	35,34
L*	-	23,37
a*	-	11,39
b*	-	8,07

CK: chất khô

Hàm lượng anthocyanin trong sim ở nghiên cứu này thấp hơn so với kết quả được công bố của Phạm Trí Nhựt và cs. (2019), 82,630 mg/L so với 250,10 mg/L. Sự khác biệt này có thể là do sự khác nhau về dung môi sử dụng (nước so với ethanol) và tỷ lệ nguyên liệu: dung môi khi trích ly (1 g:1 mL so với 15 g/mL). Hàm lượng polyphenol tổng số chỉ chiếm 4,44% lượng chất khô, thấp hơn nhiều so với hàm lượng polyphenol ở các công bố bởi Zhao và cs. (2017) là 9,88% hay Lai và cs. (2015) là 49,21%. Điều này có thể là do sự khác nhau

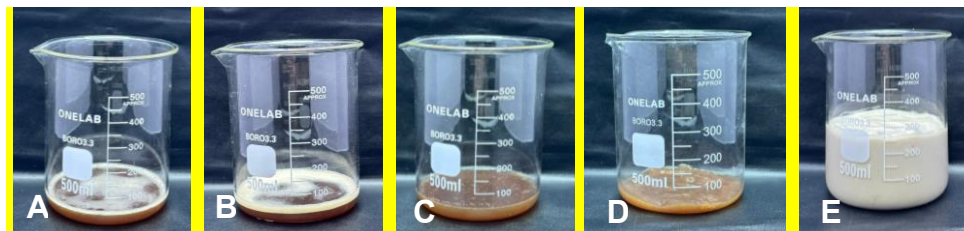
về điều kiện phát triển trong tự nhiên (đất, nước, khí hậu) gây ra.

3.2. Ảnh hưởng của chất tạo bọt đến một số đặc tính của bột xốp

Các đặc tính bột xốp bao gồm độ nở của bột, mật độ bột được xác định sau khi các chất tạo bọt được phối trộn đều trong dịch sim và đánh khuấy ở 115 vòng/phút trong 10 phút. Các chỉ số đặc tính bột xốp được thể hiện trong Bảng 2 và có thể quan sát được trong Hình 3.

Bảng 2. Độ nở và mật độ của bột xốp sử dụng các chất tạo bột khác nhau

Chất tạo bột	Độ nở bột (%)	Mật độ bột (g/mL)
CMC 1%	5,882 ± 0,03	1,000 ± 0,006
Gum Arabic 10%	0,401 ± 0,00	0,996 ± 0,071
Manto Dextrin 10%	1,199 ± 0,01	1,050 ± 0,080
Xanthan Gum 1,5%	1,392 ± 0,01	0,941 ± 0,055
Albumin 10%	425,051 ± 5,710	0,167 ± 0,034



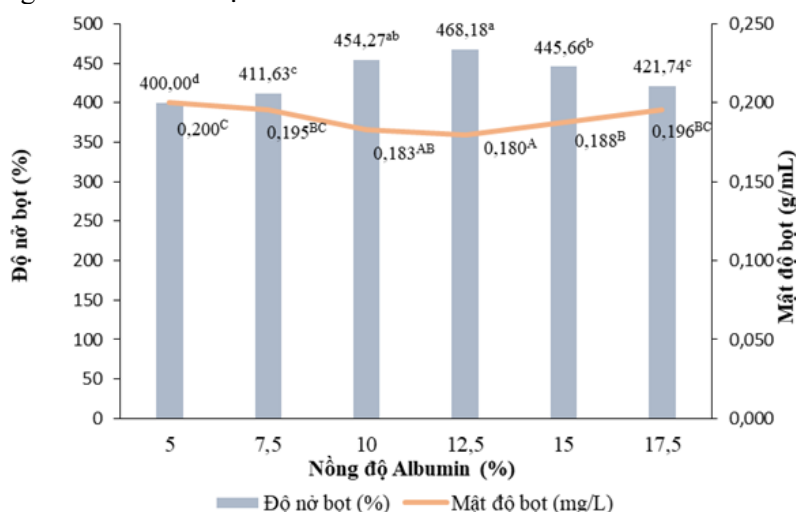
Hình 3. Mức độ tạo bột của các chất tạo bột khác nhau. A: CMC 1%; B: gum Arabic 8%; C: Maltodextrin 10%; D: Xanthan Gum 1,5%; E: Albumin 10%

Bảng 2 và Hình 3 cho thấy, albumin 10% thể hiện khả năng tạo bột tốt nhất với độ nở bột đạt đến 425,051% và mật độ bột ở 0,167 g/mL. Mặc dù các chất được khảo sát trong nghiên cứu này đều được sử dụng làm chất tạo bột và/hoặc làm bền bột (Mangueira và cs. (2021), Asokapandian và cs. (2016)) nhưng các công bố đều khảo sát đơn lẻ từng chất mà không có so sánh khả năng tạo bột giữa các chất. Chỉ có công bố của Thuy và cs. (2022) khẳng định khả năng tạo bột của albumin tốt hơn CMC khi chúng được sử dụng để chế biến bột dầu tầm.

Trong nghiên cứu này, albumin được lựa chọn làm chất tạo bột trong sản xuất bột sim ở các thí nghiệm tiếp theo.

3.3. Ảnh hưởng của nồng độ albumin đến đặc tính bột xốp

Để xác định được nồng độ albumin thích hợp cho việc tạo bột, các nồng độ albumin 5,0%, 7,5%, 10,0%, 12,5%, 15,0% và 17,5% được khảo sát và nồng độ thích hợp được xác định dựa trên kết quả ghi nhận các chỉ số mật độ bột, độ nở của bột và thể hiện trong Hình 4.



Hình 4. Ảnh hưởng của nồng độ albumin đến độ nở và mật độ của bột

Ở cùng một chỉ tiêu, số trung bình có chữ số mũ giống nhau thì không khác nhau ở $p < 0,05$

Hình 4 cho thấy, độ nở của bột tăng dần khi tăng nồng độ albumin từ 5% lên

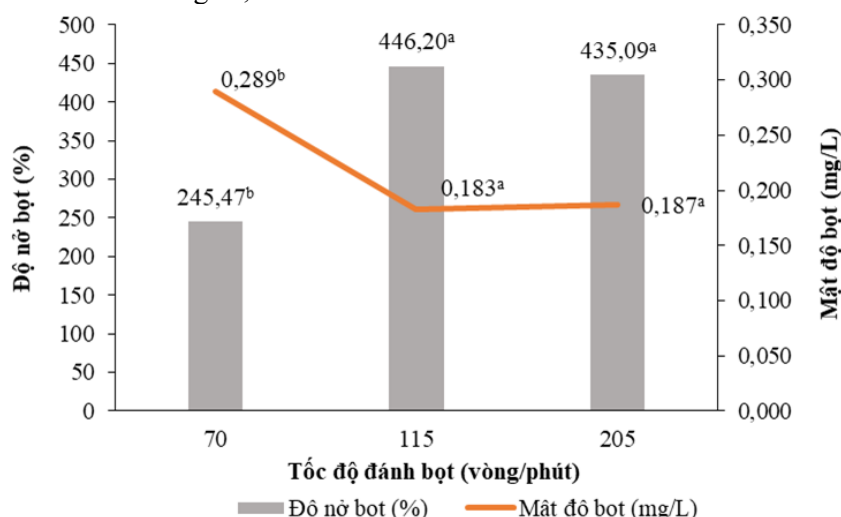
12,5% nhưng khi tiếp tục tăng nồng độ albumin lên 15% và 17,5% thì độ nở của bột

lại giảm dần. Ngược lại, mật độ bột lại có xu hướng giảm dần từ 0,200 g/mL ở nồng độ albumin 5% xuống 0,167 g/mL ở nồng độ bột 12,5%. Chỉ số này tăng lên 0,188 g/mL ở nồng độ albumin 15% và đạt 0,196% ở nồng độ albumin 17,5%. Theo tổng quan của Manguiera và cs. (2021) về lý thuyết của công nghệ sấy bột xốp, độ nở của bột càng cao thì kích thước hạt bột càng lớn và mật độ bột thấp khiến cho tốc độ sấy khô càng nhanh do diện tích tiếp xúc của các hạt bột với tác nhân sấy lớn. Kết quả này cũng phù hợp với công bố của Hardy và Jideani (2017), khi đề cập đến nồng độ albumin có thể sử dụng được trong sấy bột xốp là trong khoảng 3-20%. Mặc dù các chỉ số bột không có sự sai khác thống kê ở mẫu dùng albumin 10% và 12,5% nhưng xét về giá trị tuyệt đối thì mẫu dùng 12,5% cao hơn

so với các mẫu còn lại. Vì vậy, nồng độ albumin 12,5% được chọn làm chất tạo bột trong các thí nghiệm tiếp theo để chế biến bột sim.

3.4. Ảnh hưởng của tốc độ đánh khuấy đến đặc tính của bột xốp

Tốc độ đánh khuấy ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng tạo bột. Nếu tốc độ đánh khuấy không đủ thì lượng bột tạo ra và khả năng trương nở của bột thấp dẫn đến khả năng phân tán nhiệt và thoát ẩm trong quá trình sấy sẽ chậm. Để xác định tốc độ khuấy tạo bột thích hợp, dịch chiết quả sim được phối trộn với 12,5% albumin và đánh khuấy ở các tốc độ 70 vòng/phút, 115 vòng/phút và 205 vòng/phút trong 10 phút. Các chỉ tiêu theo dõi là độ nở bột và mật độ của bột được ghi nhận và thể hiện trong Hình 5.



Hình 5. Ảnh hưởng của tốc độ khuấy đến độ nở và mật độ của bột

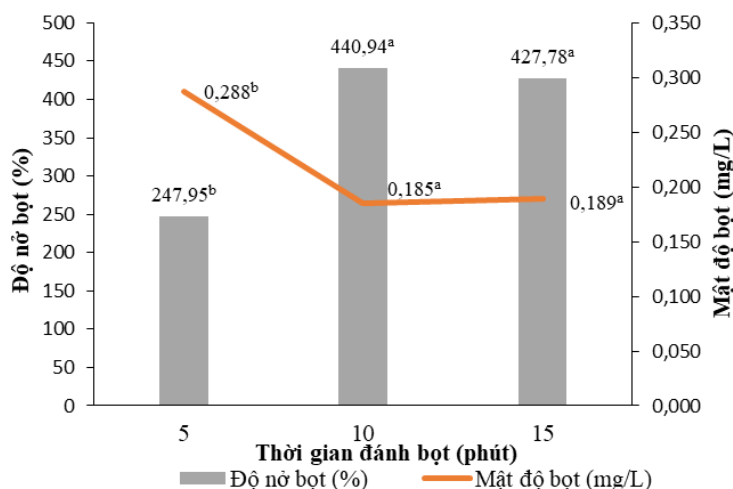
Các giá trị trung bình của mỗi chỉ tiêu có cùng chữ cái thì không khác nhau ở $p < 0,05$.

Vì mật độ bột giảm nghĩa là sức căng bề mặt giảm khiến cho khả năng giữ không khí và độ nở của bột tăng lên. Điều này giúp tốc độ sấy nhanh, hạn chế được tổn thất dinh dưỡng của sản phẩm cũng như chi phí chế biến. Hình 5 cho thấy, tốc độ đánh khuấy 115 vòng/phút giúp độ nở và mật độ của bột đạt giá trị phù hợp nhất cho việc tạo bột xốp để chế biến bột từ dịch sim với các giá trị tương ứng là 446,20% và 0,183 g/mL, các giá trị này không có sự khác biệt thống kê ở độ tin cậy 95% khi so sánh với mẫu được

đánh khuấy ở 205 vòng/phút nên tốc độ đánh khuấy 115 vòng/phút được chọn cho các thí nghiệm tiếp theo.

3.5. Ảnh hưởng của thời gian đánh khuấy đến đặc tính của bột xốp

Hỗn hợp dịch chiết sim với 12,5% albumin được đánh khuấy ở tốc độ 115 vòng/phút trong các khoảng thời gian đánh khuấy khảo sát là 5 phút, 10 phút và 15 phút. Độ nở của bột xốp, mật độ bột được ghi nhận và thể hiện trong Hình 6.



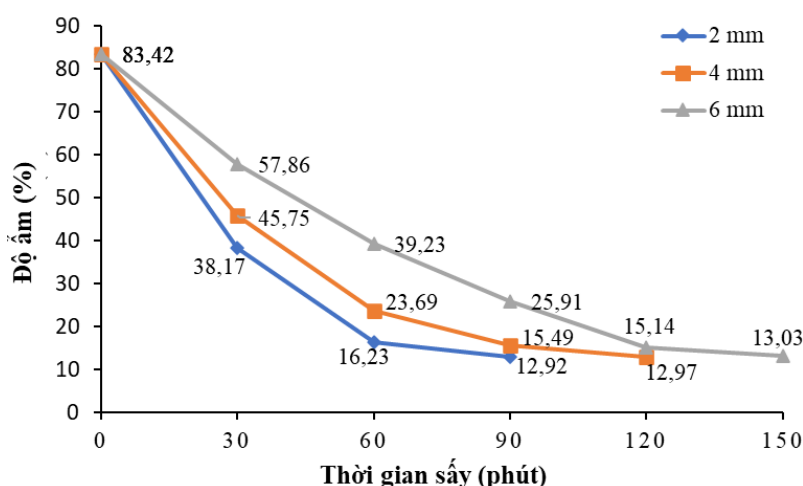
Hình 6. Ảnh hưởng của thời gian đánh bột đến độ nở và mật độ của bột

Các giá trị trung bình của từng chỉ tiêu có cùng chữ cái thì không khác nhau ở $p < 0,05$.

Hình 6 cho thấy, độ nở của bột tăng dần từ 247,95% ở thời gian đánh bột 5 phút lên 440,94% và 427,78% ở các thời gian đánh bột tương ứng là 10 phút và 15 phút. Ngược lại, mật độ bột lại giảm dần theo thời gian đánh khuấy khi có giá trị 0,288 g/mL xuống 0,185 g/mL và 0,189 g/mL ở các thời gian đánh khuấy lần lượt ở 5 phút, 10 phút và 15 phút. Tuy nhiên, các giá trị độ nở và mật độ bột được đánh khuấy ở thời gian 10 phút và 15 phút không có sự khác biệt về mặt thống kê ở $p < 0,05$ nên thời gian đánh tạo bột 10 phút là phù hợp để chế biến bột từ dịch sim.

3.6. Ảnh hưởng của độ dày lớp bột đến tốc độ sấy

Độ dày lớp vật liệu sấy đóng vai trò quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến tốc độ sấy. Với phương pháp sấy nhiệt, nhiệt độ sấy càng thấp và thời gian sấy càng ngắn càng hạn chế được những biến đổi của các chất dinh dưỡng, nhất là những chất nhạy cảm với nhiệt có trong vật liệu sấy. Độ dày lớp bột được khảo sát là 2 mm, 4 mm và 6 mm với điều kiện sấy đối lưu ở nhiệt độ 60°C và hàm lượng nước trong các mẫu được xác định sau mỗi 30 phút.



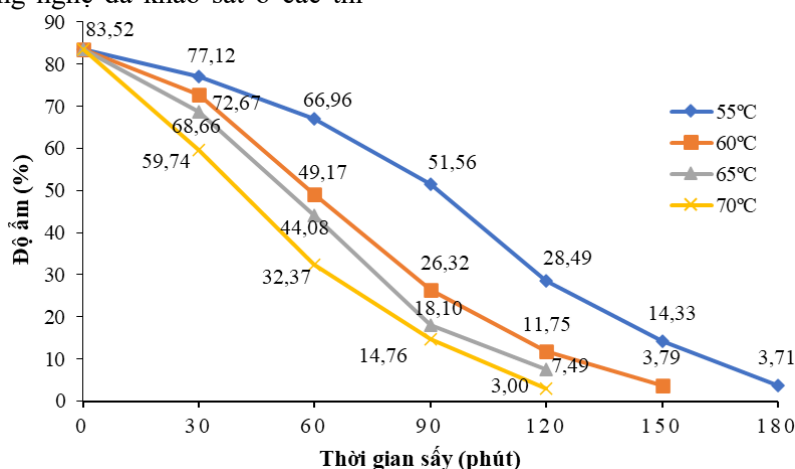
Hình 7. Ảnh hưởng độ dày lớp bột đến sự giảm ẩm theo thời gian sấy bột sim

Hình 7 cho thấy, độ dày lớp bột xốp càng thấp thì lượng ẩm thoát ra càng nhanh. Mẫu có độ dày lớp bột 2 mm cần 90 phút sấy để đạt đến 12,92% trong khi các mẫu sấy có độ dày 4 mm và 6 mm cần 120 phút và 130 phút để đạt tới độ ẩm tương ứng là 12,97% và 13,03%. Vì khi độ dày tăng lên thì tốc độ thoát ẩm của khối bột chậm lại, gây khó khăn cho việc thoát ẩm nên thời gian cần thiết để làm khô khối bột dài hơn. Điều này là phù hợp với tổng quan lý thuyết của Manguiera và cs. (2021) về quá trình sấy bột. Bên cạnh đó, trong quá trình thực nghiệm, chúng tôi nhận thấy việc trải 2 mm khó đảm bảo sự đồng đều của lớp bột. Vì vậy, độ dày lớp bột xốp 4 mm được chọn cho các thí nghiệm tiếp theo.

3.7. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến sự giảm ẩm của bột sim

Bột xốp được chuẩn bị dựa theo các thông số công nghệ đã khảo sát ở các thí

nghiệm trên và trải trên giấy nền với độ dày 4 mm để đưa đi sấy ở các nhiệt độ đã định. Độ ẩm của bột sim được xác định sau mỗi 30 phút sấy và được thể hiện trong Hình 8. Theo đó, nhiệt độ sấy ảnh hưởng rõ rệt đến sự giảm ẩm trong thời gian sấy. Mẫu sấy ở 55°C cần 180 phút để bột đạt 3,71%, trong khi mẫu sấy ở 60°C đạt 11,75% và 3,79% sau thời gian sấy tương ứng là 120 phút và 150 phút. Các mẫu sấy ở 65°C và 70°C cần 120 phút để đạt đến các độ ẩm tương ứng là 7,49% và 3,00%. Xu hướng giảm ẩm này hoàn toàn tương đồng với lý thuyết của quá trình sấy là khi mẫu được sấy ở nhiệt độ càng cao thì tốc độ giảm ẩm càng nhanh nên thời gian sấy được rút ngắn. Như vậy, bột xốp được sấy ở 60°C trong thời gian 120 phút là phù hợp để thu được mẫu bột sim khô có độ ẩm đạt yêu cầu dưới 13% theo TCVN8796:2011 (2011) áp dụng cho bột sản thực phẩm.



Hình 8. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến sự giảm ẩm theo thời gian sấy bột

3.8. Một số chỉ tiêu chất lượng cơ bản của bột sim thành phẩm

Bột sim (Hình 9) chế biến theo các thông số công nghệ được chọn gồm chất tạo

bột albumin 12,5%, độ dày lớp bột 4 mm và sấy đối lưu không khí nóng ở 60°C trong 120 phút đã được xác định một số chỉ tiêu chất lượng cơ bản và thể hiện trong Bảng 3.



Hình 9. Bột sim thành phẩm

Bảng 3. Một số chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm bột sim

Thành phần	Đơn vị	Hàm lượng
Độ ẩm	%	11,07 ± 0,74
Vitamin C	mg/100 g	3,70 ± 0,10
Anthocyanin	mg/g	49,70 ± 0,12
Polyphenol	mg GAE/gCK	0,204 ± 0,011
Protein tổng số	%	37,78 ± 0,09
Chỉ số cường độ màu	Hue	54,74
L*	-	68,83
a*	-	9,58
b*	-	20,91

Các chỉ số dinh dưỡng như vitamin C, anthocyanin, polyphenol trong sản phẩm bột sim đã giảm đáng kể so với hàm lượng của chúng có trong nguyên liệu. Điều này đã được đề cập ở các kết quả nghiên cứu của Abbasi và Azizpour (2016), Sasongko và cs. (2019), Reis và cs. (2021) khi sử dụng công nghệ sấy bột xốp trong chế biến các sản phẩm thực phẩm. Lý do có thể là do tác động của công đoạn sấy nhiệt và do khối lượng chất khô trong sản phẩm tăng lên khi albumin được thêm vào trong quá trình sấy khiến cho tỷ lệ của các chỉ tiêu phân tích giảm xuống khi tính trên khối lượng khô. Như vậy, nếu sử dụng sản phẩm này thì

người dùng sẽ nhận được protein lòng trắng trứng, chất xơ thực phẩm và những hoạt chất từ dịch chiết quả sim.

Nhận định cảm quan về bột sim được thể hiện trong Bảng 4 và một số chỉ tiêu vi sinh vật cơ bản của sản phẩm bột sim được phân tích và trình bày trong Bảng 5. Theo đó, bột sim thành phẩm có màu tím nhạt, trạng thái bột mịn, mùi đặc trưng của albumin kèm với vị chất nhẹ của sim. Các chỉ tiêu si vịnh vật được phân tích đều ở dưới mức quy định theo QCVN 20-1:2024/BYT.

Bảng 4. Mô tả cảm quan của sản phẩm bột sim thành phẩm

Chỉ tiêu	Nhận xét
Màu sắc	Màu nâu hơi tím
Mùi	Đặc trưng mùi của bột albumin. Sản phẩm gần như không có mùi của sim
Vị	Vị albumin kèm vị chất nhẹ của sim
Trạng thái	Bột khô, mịn

Bảng 5. Các chỉ tiêu vi sinh vật của bột sim (theo QCVN 20-1:2024/BYT)

Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Phương pháp thử	Giới hạn tối đa	Số lượng
<i>Escherichia coli</i>	MPN/g	TCVN 6846:2007	1 x 10 ³	KPH
<i>Staphylococcus aureus</i>	CFU/g	TCVN 4830-1:2005	Không được có	KPH
<i>Salmonella</i>	Phát hiện/25 g	ISO 6579-1:2017	Không được có	KPH
Tổng số bào tử nấm men, nấm mốc	CFU/g	TCVN 8275-2:2010	5 x 10 ⁵	2.10 ⁴

MPN: lượng vi khuẩn tương đối trong một đơn vị thể tích; CFU: số đơn vị khuẩn lạc;

KPH: không phát hiện

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xác định chất tạo bọt và điều kiện sấy phù hợp nhất cho chế biến bột từ dịch chiết quả sim với chất tạo bọt là albumin ở nồng độ 12,5%, đánh bọt ở 115 vòng/phút trong 10 phút. Bột sim được sấy

120 phút ở 60°C với độ dày lớp bột 4 mm để thu được bột sim có chứa 11,07%, anthocyanin 49,70 mg/g, polyphenol tổng số 0,204% và vitamin C 3,70 mg%. Các chỉ tiêu vi sinh vật của mẫu đều ở trong mức cho phép theo Thông tư 12/2024/TT-BYT

được Bộ Y tế ban hành dùng cho sản phẩm bảo vệ sức khỏe. Như vậy, sản phẩm bột sim trong nghiên cứu này có thể sử dụng như phụ gia thực phẩm hoặc như nguồn thực phẩm bổ sung các chất dinh dưỡng như anthocyanin, vitamin C và protein cho cơ thể.

LỜI CẢM ƠN

Công bố này được hỗ trợ một phần kinh phí từ đề tài nghiên cứu khoa học mã số DHL2024-CKCN-SV-01, trường Đại học Nông Lâm – Đại học Huế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu tiếng Việt

Bộ Y tế. (2024). QCVN 20-1:2024/BYT. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với giới hạn các chất ô nhiễm trong thực phẩm bảo vệ sức khỏe

Nguyễn Đức Chung, Trần Bảo Khánh, Tống Thị Quỳnh Anh, Nguyễn Thị Diễm Hương, Hồ Sỹ Vương, Nguyễn Văn Toàn, Nguyễn Thị Vân Anh và Nguyễn Văn Huế. (2024). Nghiên cứu chế biến bột từ dịch chiết atiso đỏ bằng kỹ thuật sấy bột xốp. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, Tháng 9, 13-22.

Nguyễn Thanh Hải. (2019). Nghiên cứu phát triển loài sim (*Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk.). *Tạp chí khoa học và Công nghệ Lâm Nghiệp*, 5, 99-105.

Phạm Trí Nhựt, Đào Tấn Phát, Trần Thiện Hiền, Lâm Tri Đức, Phạm Văn Thịnh, Trần Bùi Phúc và Mai Huỳnh Cang. (2019). Đánh giá hàm lượng anthocyanins và hoạt tính kháng oxi hoá của cao chiết từ các loại rau củ, quả và hoa. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Trường Đại học Nguyễn Tất Thành*, (8), 42-47

TCVN8796:2011. (2011). Bột sản thực phẩm.

TCVN 9745-1:2013. (2013). Chè - Xác định các chất đặc trưng của chè xanh và chè đen - Phần 1: Hàm lượng polyphenol tổng số trong chè - phương pháp đo màu dùng thuốc thử Folin-Ciocalteu.

TCVN10788:2015. (2015). Malt - Xác định - Phương pháp khối lượng.

TCVN11168:2015. (2015). Phụ gia thực phẩm - Ascorbic acid.

TCVN 10791:2015. (2015). Malt - Xác định hàm lượng nitơ tổng số và tính hàm lượng protein thô - Phương pháp Kjeldahl

TCVN 6846:2007. (2007). Vi sinh vật trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi - Phương pháp phát hiện và định lượng *Escherichia coli* giả định - Kỹ thuật đếm số có xác suất lớn nhất.

TCVN4830-1:2005. (2005). Vi sinh vật trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi - Phương pháp định lượng *Staphylococci* có phản ứng dương tính với coagulase (*Staphylococcus aureus* và các loài khác) trên đĩa thạch - phần 1: kỹ thuật sử dụng môi trường thạch Baird-Parker.

TCVN10780-1:2017. (2017). Vi sinh vật trong chuỗi thực phẩm - Phương pháp phát hiện, định lượng và xác định typ huyết thanh của *Salmonella* - Phần 1: Phương pháp phát hiện *Salmonella* spp.

2. Tài liệu tiếng nước ngoài

Abbasi, E., & Azizpour, M. (2016). Evaluation of physicochemical properties of foam mat dried sour cherry powder. *LWT - Food Science and Technology*, 68, 105-110. DOI:https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.004

Asokapandian, S., Venkatachalam, S., John, S. G., & Kuppaswamy, K. (2015). Foam mat drying of food materials: A review. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 3165-3174. DOI:https://doi.org/10.1111/jfpp.12421

Cui, C., Zhang, S., You, L., Ren, J., Luo, W., Chen, W., & Zhao, M. (2013). Antioxidant capacity of anthocyanins from *Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) and identification of the major anthocyanins. *Food Chemistry*, 139(1-4), 1-8. DOI:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.01.107

Chowdhary, N., Bandral, J. D., Sood, M., Gupta, N., Dutta, U., & Shams, R. (2021). Effect of Xanthan gum and drying temperature on quality characteristics of garlic powder. *The Pharma Innovation Journal*, 10(7), 411-418.

Gao, R., Xue, L., Zhang, Y., Liu, Y., Shen, L., & Zheng, X. (2022). Production of blueberry pulp powder by microwave-assisted foam-mat drying: Effects of formulations of foaming agents on drying characteristics and physicochemical properties. *LWT*, 154, 112811. DOI:https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112811

- Hardy, Z., & Jideani, V. A. (2017). Foam-mat drying technology: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(12), 2560-2572. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1020359>
- Khatiri, B. Hamid., & Jaiswal, A. K. (2024). Optimizing foaming agents for shelf-stable foam-mat-dried black mulberry juice powder. *LWT*, 205, 116512. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116512>
- Lai, T. N. H., André, C., Rogez, H., Mignolet, E., Nguyen, T. B., & Larondelle, Y. (2015). Nutritional composition and antioxidant properties of the sim fruit (*Rhodomyrtus tomentosa*). *Food Chemistry*, 168, 410-416. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.07.081>
- Lai, T. N. H., André, C. M., Chirinos, R., Nguyen, T. B. T., Larondelle, Y., & Rogez, H. (2014). Optimisation of extraction of piceatannol from *Rhodomyrtus tomentosa* seeds using response surface methodology. *Separation and Purification Technology*, 134, 139-146. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2014.07.032>
- Mangueira, E. R., de Lima, A. G. B., de Assis Cavalcante, J., Costa, N. A., de Souza, C. C., de Abreu, A. K. F., & Rocha, A. P. T. (2021). Foam-Mat Drying Process: Theory and Applications. In J. M. P. Q. Delgado & A. G. Barbosa de Lima (Eds.), *Transport Processes and Separation Technologies* (pp. 61-87). Cham: Springer International Publishing.
- Nunes, M. C. N., Brecht, J. K., Morais, A. M., & Sargent, S. A. (2006). Physicochemical changes during strawberry development in the field compared with those that occur in harvested fruit during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(2), 180-190. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2314>
- Reis, F. R., de Moraes, A. C. S. & Masson, M. L. (2021) Impact of foam-mat drying on plant-based foods bioactive compounds: A Review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 76(2), 153-160. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11130-021-00899-3>
- Sasongko, S. B., Djaeni, M. & Utari, F. D. (2019). Kinetic of anthocyanin degradation in roselle extract dried with foaming agent at different temperatures. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering and Catalysis*, 14(2), 320-325. DOI: <https://doi.org/10.9767/bcrec.14.2.2875.320-325>
- Suet Li, T., Sulaiman, R., Rukayadi, Y., & Ramli, S. (2021). Effect of gum Arabic concentrations on foam properties, drying kinetics and physicochemical properties of foam mat drying of cantaloupe. *Food Hydrocolloids*, 116, 106492. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106492>
- Thuy, N. M., Tien, V. Q., Tuyen, N. N., Giau, T. N., Minh, V. Q., & Tai, N. V. (2022). Optimization of mulberry extract foam-mat drying process parameters. *Molecules*, 27(23), 8570. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27238570>
- Zhao, G., Zhang, R., Liu, L., Deng, Y., Wei, Z., Zhang, Y., Ma, Y., & Zhang, M. (2017). Different thermal drying methods affect the phenolic profiles, their bioaccessibility and antioxidant activity in *Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk berries. *LWT - Food Science and Technology*, 79, 260-266. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.01.039>
- Zhao, Z., Wu, L., Xie, J., Feng, Y., Tian, J., He, X., Li, B., Wang, L., Wang, X., Zhang, Y., Wu, S., & Zheng, X. (2020). *Rhodomyrtus tomentosa* (Aiton.): A review of phytochemistry, pharmacology and industrial applications research progress. *Food Chemistry*, 309, 125715. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125715>