

ẢNH HƯỞNG CỦA TÁC NHÂN TẠO BỘT GLYXEROL MONOSTEARATE VÀ ĐIỀU KIỆN SẤY ĐẾN CHẤT LƯỢNG BỘT SƠ RI (*Malpighia glabra* L.)

Nguyễn Tấn Hùng^{1,*}, Trương Thị Tú Trân²,
Trần Thị Ngọc Thu¹, Phan Thị Ngọc Hạnh¹

TÓM TẮT

Sơ ri là loại quả có chứa hàm lượng vitamin C cao. Tuy nhiên, quả sơ ri hiện chủ yếu tiêu thụ ở dạng tươi và thời gian tồn trữ ngắn. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục đích chế biến và đánh giá chất lượng của bột sơ ri hòa tan bằng phương pháp sấy bột. Nghiên cứu được thực hiện trên cơ sở khảo sát: (i) ảnh hưởng của tỷ lệ phụ gia tạo bột: 2 - 10% glyxerol monostearate-GMS (w/v) + 2% carboxy methylxenluloza và (ii) điều kiện sấy: Nhiệt độ 50 - 70°C và độ dày bột 3 - 7 mm đến chất lượng sản phẩm. Kết quả cho thấy, độ tạo bột và độ bền bột tăng khi tăng tỷ lệ GMS. Hỗn hợp gồm dịch sơ ri và 8% GMS + 2% CMC là thích hợp nhất cho độ nở bột là 101% và ổn định bột sau 3 giờ là 98%. Bột thu được tại các mức nhiệt độ sấy và độ dày khác nhau đều có độ ẩm và hoạt độ nước thấp. Màu sắc bột (L^* , a^* , b^* và độ khác màu ΔE) thay đổi chủ yếu theo nhiệt độ sấy. Nhiệt độ tăng làm giảm độ ẩm, a_w , độ hòa tan, khi tăng độ dày làm tăng độ ẩm và a_w . Ngoài ra, bột thu được khi sấy ở 60°C và 70°C có hàm lượng vitamin C, polyphenol và carotenoid cao hơn so với bột được sấy ở 50°C. Các điều kiện sấy ở 70°C (nhiệt độ sấy cao hơn) và 3 mm (độ dày thấp hơn) dẫn đến thời gian sấy ngắn hơn, giúp tạo được bột sơ ri có độ ổn định cao (độ ẩm và a_w thấp), gia tăng tính tiện dụng và khả năng bảo quản.

Từ khóa: *Carotenoid, glyxerol monostearate, vitamin C, sấy bột, sơ ri.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sơ ri (*Malpighia glabra* L.) thuộc họ Malpighiaceae, có thể trồng ở các vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới. Trên thế giới, sơ ri trồng nhiều ở các vùng Bắc Mỹ, Trung Mỹ và Nam Mỹ. Quả sơ ri là thực phẩm có giá trị dinh dưỡng cao và là nguồn cung cấp vitamin C với đặc tính chống oxy hóa mạnh [1]. Tại Tiền Giang, cây sơ ri chỉ thích hợp phát triển tại vùng đất Gò Công và nhiều nhất là Gò Công Đông do đặc điểm sinh thái tự nhiên phù hợp. Mặc dù tiềm năng phát triển cây sơ ri huyện Gò Công Đông là rất lớn, nhưng đầu ra sản phẩm còn gặp nhiều khó khăn với giá không ổn định. Bên cạnh đó, với trái sơ ri đã chín đỏ thì giá thành thu mua sẽ giảm so với trái có màu vàng cam, điều này gây ra những khó khăn nhất định

cho người trồng. Mặt khác, do tính chất thời vụ cao và dễ hư hỏng do sơ ri chín có vỏ mỏng, khó vận chuyển, thời hạn sử dụng ngắn dẫn đến mức độ lãng phí cao trong mùa cao điểm. Trong khi đó việc nghiên cứu đa dạng hóa sản phẩm đối với nguyên liệu này còn ít.

Bên cạnh hình thức sử dụng ở dạng tươi, việc tận dụng được nguồn nguyên liệu trên để chế biến thành các sản phẩm giá trị gia tăng là vấn đề cần được quan tâm. Do đó, việc phát triển các sản phẩm ổn định từ trái tươi là phương thức quan trọng để giảm tổn thất sau thu hoạch. Đối với sản phẩm sấy dạng bột từ rau quả, sấy phun và sấy đông khô là các phương pháp được sử dụng rộng rãi để tạo ra sản phẩm bột chất lượng cao từ dịch quả. Hiện nay, kỹ thuật sấy bột (foam mat drying) có thể được sử dụng cho các sản phẩm thực phẩm nhạy cảm với nhiệt, dính, nhớt và có hàm lượng đường cao, khó làm khô. Kỹ thuật sấy bột đã được áp dụng thành công cho nhiều loại thực phẩm như:

¹ Khoa Nông nghiệp và CNTP, Trường Đại học Tiền Giang

² Khoa Khoa học Thực phẩm và Sức khỏe, Trường Đại học Kiên Giang

*Email: nguyentanhung@tgu.edu.vn

khế, nước táo, xoài, chuối, quýt, nho đen, tôm [2]. Mục tiêu của nghiên cứu này là xác định các thông số chính trong quy trình chế biến bột sơ ri hòa tan bằng phương pháp sấy bột nhằm giải quyết vấn đề về nguồn nguyên liệu dư thừa sau thu hoạch, đồng thời tạo ra một dòng sản phẩm dạng bột không dinh dưỡng và tiện dụng trong việc vận chuyển, phân phối và bảo quản, góp phần đa dạng hóa các sản phẩm của địa phương.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu

Sơ ri (giống chua): Mua tại Hợp tác xã (HTX) sơ ri Bình Ân (Bình Nhì - Gò Công Đông), trái chín, không dập, không thối hỏng.

Carboxymethyl xenluloza (CMC), glyxerol monostearate (GMC): Công ty Cổ phần Hóa chất miền Nam (Cần Thơ), xuất xứ Trung Quốc.

2.2. Quy trình tham chiếu

Sơ ri chín → Xử lý rửa sạch → Trữ đông -18°C → Tan giá → Chà (1 sơ ri : 1,5 nước) → Nghiền nhỏ → Tạo bột với GMS và CMC → Rót khay → Sấy → Làm nguội, nghiền → Bao gói PA chân không.

2.3. Chuẩn bị mẫu và bố trí thí nghiệm

2.3.1. Chuẩn bị mẫu

Sơ ri được rửa sạch, làm ráo, bao bì trong túi PE và trữ đông ở nhiệt độ -18°C không quá 1 tháng. Trái được tan giá ở nhiệt độ phòng, tiến hành chà với nước sau đó nghiền nhỏ (bằng máy xay Panasonic MJ M- 176P) và thu dịch ép. Dịch sơ ri được thanh trùng bằng microwave trong 30 giây.

Chuẩn bị hỗn dịch CMC 1% và GMS 20%: Hòa 1 g CMC trong 100 ml nước ấm 85°C và 20 g GMS trong 100 ml nước 100°C, tiến hành trộn bằng máy đánh trứng (Philips HR3705/20) trong 1 phút, ở tốc độ tối đa cho đến khi tạo thành huyền phù mịn trước khi sử dụng.

2.3.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm 1: Ảnh hưởng của tỷ lệ GMS đến khả năng tạo bột và độ bền bột

Hỗn hợp: 250 mL dịch sơ ri và GMS (2-8% w/v) + 2% CMC1 (w/v) được tạo bột bằng máy

đánh trứng (Philips HR3705/20) trong 10 phút ở tốc độ tối đa (mức 5). Xác định độ tạo bột và độ bền bột (sau 3 giờ).

Thí nghiệm 2: Ảnh hưởng của điều kiện sấy (nhiệt độ và độ dày bột) đến chất lượng sản phẩm.

Tạo bột dịch sơ ri với kết quả từ thí nghiệm 1. Bột được rót khay (thép không gỉ, rộng 26 x cao 2 cm) với các độ dày bột 3 - 7 mm và được sấy ở 50 - 70°C. Xác định các thông số chất lượng như độ ẩm, hoạt độ nước, chỉ số màu (L^* , a^* , b^*), hàm lượng vitamin C, carotenoid, polyphenol tổng và flavonoid.

2.4. Chỉ tiêu và phương pháp phân tích

- Chỉ tiêu hóa lý của bột: Hàm lượng vitamin C (mg/100 g): Chuẩn độ với 2,6-DIP (theo TCVN 11672: 2016). Hàm lượng carotenoid ($\mu\text{g/g}$): Trích bột bằng dung môi ethanol 70%. Dịch trích được đo độ hấp thụ ánh sáng (OD) lần lượt ở các bước sóng 480 nm, 645 nm và 663 nm, với ethanol 70% làm mẫu trắng bằng máy đo quang phổ (Varian Cary® 50 UV-Vis). Hàm lượng polyphenol tổng (TPC, mg GAE/g): Xác định theo phương pháp Folin-Ciocalteu đo độ hấp thụ ở bước sóng 765 nm bằng máy đo quang phổ (Varian Cary® 50 UV-Vis), với phương trình đường chuẩn axit gallic: $y = 0,0712x - 0,0182$. Hàm lượng flavonoid tổng (TFC, mg GE/g): Xác định theo phương pháp nhôm clorua sử dụng quercetin làm chất chuẩn. Dung dịch ethanol 70% được sử dụng làm dung môi, tương tự như việc xác định carotenoid. Phương trình đường chuẩn quercetin: $y = 0,0083x + 0,0574$. Màu sắc (L^* , a^* , b^*): Sử dụng máy đo màu Minolta CXR400 (Nhật Bản) [3]: Máy đo màu này dựa trên không gian màu $L^*a^*b^*$ của CIE (Commission Internationale de L'Eclairage). Hiệu chuẩn được thực hiện trên ô màu trắng trước khi phân tích mẫu ($L^* = 91,0$, $a^* = +0,3165$, $b^* = +0,3326$). Độ hòa tan (giây) [3]: 50 mg mẫu bột và cho vào ống nghiệm nhỏ, sau đó thêm 1 mL nước cất, tiến hành trộn bằng cách sử dụng Vortex ở tốc độ trung bình (1.500 vòng/phút). Thời gian để hoàn nguyên hoàn toàn bột được ghi lại bằng đồng hồ bấm giờ điện tử. Độ ẩm (%) của các mẫu bột được xác định theo tiêu chuẩn AOAC (1998) [4] bằng cách sấy khô các mẫu trong tủ sấy (UF55

MEMMERT) ở 70°C cho đến khi đạt khối lượng không đổi. Hoạt độ nước được xác định bằng máy đo hoạt độ nước (Novasina MS1-a_w, Thụy Sĩ).

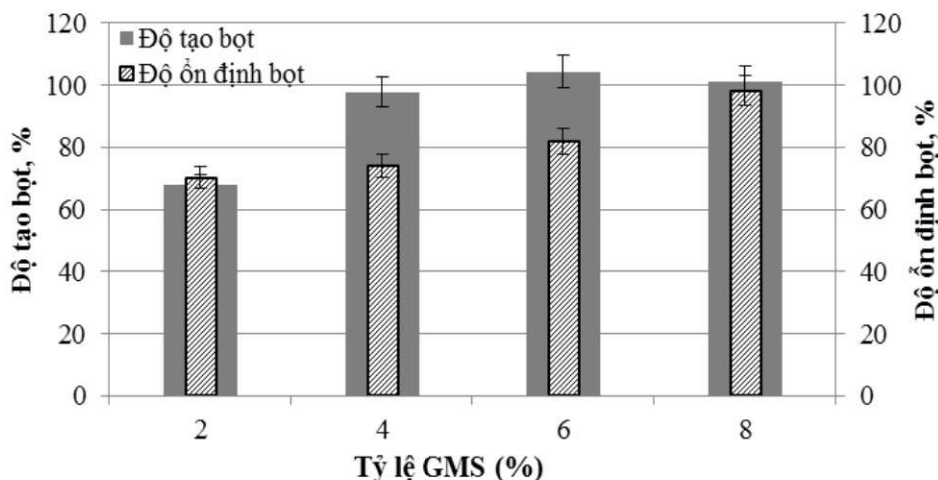
- Thông số bọt: Độ nở của bọt – FE% (Foam expansion) [5]: Là tỷ lệ phần trăm tăng thể tích của hỗn hợp sau khi tạo bọt với lượng chất tạo bọt cần thiết. Độ ổn định của bọt - FS% (Foam stability) [6]: Được đo bằng tỷ lệ thể tích bọt ngay sau khi trộn và sau 3 giờ bảo quản ở nhiệt độ phòng.

2.5. Phương pháp thu thập số liệu và thống kê

Số liệu từ các thí nghiệm (3 lần lặp lại) được tính toán thống kê bằng chương trình Statgraphics Centurion 15.1, phân tích ANOVA với phép thử Duncan để so sánh trung bình các nghiệm thức.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng tỉ lệ GMS đến độ tạo bọt và bền bọt



Hình 1. Sự thay đổi độ tạo bọt và ổn định bọt theo tỷ lệ GMS bổ sung

Giá trị độ tạo bọt được sử dụng để đánh giá tính chất đánh khuấy tạo bọt do sự gia tăng thể tích và được đo dưới dạng phần trăm [5], [7]. Trong khi đó, độ ổn định bọt là độ giảm thể tích của bọt do quá trình thoát nước theo thời gian. Bọt cần phải giữ được cấu trúc trong quá trình làm khô vì sự tan của hệ bọt có thể ảnh hưởng lớn đến quá trình làm khô [5]. Đối với dịch sơ ri không bổ sung chất tạo bọt và chất ổn định bọt, sau khi tiến hành đánh khuấy không tạo được hệ bọt đồng nhất, chỉ hình thành những bọt bóng nhỏ và nhanh chóng vỡ. Kết quả đánh giá ảnh hưởng của GMS và CMC đến khả năng tạo bọt và ổn định của dịch sơ ri (Hình 1).

Hình 1 cho thấy, tỷ lệ GMS có ảnh hưởng đến khả năng tạo bọt và độ ổn định bọt của dịch sơ ri. Khi tăng tỷ lệ GMS thì độ nở của bọt sẽ tăng lên và khác nhau có ý nghĩa ($p < 0,05$). Điều này là do khi tăng lượng GMS đã làm giảm sức căng bề mặt, tăng khả năng giữ không khí và tăng độ nở của bọt [8]. Kết quả độ nở của bọt tăng khi tăng lượng chất tạo bọt, tương tự với nghiên cứu của S. Vani

và cs (2019) [9], N. Affandi và cs (2017) [10]. Độ nở bọt thấp nhất được ghi nhận ở tỷ lệ 2% GMS, khi tăng tỷ lệ GMS trên 4% thì độ nở bọt thể hiện cao và khác nhau không có ý nghĩa. Bên cạnh độ nở bọt, độ bền bọt là yếu tố ảnh hưởng lớn đến quá trình sấy bọt. Hình 1 cho thấy, giá trị độ bền bọt cao nhất được ghi nhận là 98,34% đối với nghiệm thức 8% GMS. Theo Khamjae và Rojanakorn (2018) [5], polysaccharide (thường là CMC) được sử dụng với khả năng có thể tăng cường sự ổn định của các protein bọt bằng cách làm đặc hoặc tạo hiệu ứng tạo bọt. Mặt khác, khả năng giữ ổn định hệ bọt thể hiện cao khi gia tăng tỷ lệ GMS. Những phát hiện tương tự đã được nghiên cứu bởi Khamjae và Rojanakorn (2018) [5]. Việc sử dụng đồng thời chất tạo bọt và chất ổn định bọt tạo thành lớp bề mặt dày đặc xung quanh bọt (bong bóng) làm giảm sức căng bề mặt và tính không ổn định của bọt [9]. Như vậy, với tỷ lệ chất tạo bọt 8% GMS và 2% CMC giúp khả năng tạo bọt tốt và làm tăng độ bền của bọt là thông số phù hợp để tiến hành các nghiên cứu về sau.

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy và độ dày bột đến các đặc tính chất lượng của sản phẩm

3.2.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy và độ dày bột đến độ ẩm, hoạt độ nước và độ hòa tan

Trong quá trình sấy, nhiệt độ và độ dày bột có ảnh hưởng đến thành phần dinh dưỡng của nguyên liệu. Các bột nhỏ trong hệ bột tiếp xúc

với diện tích bề mặt lớn hơn để bay hơi ẩm [9]. Hoạt độ nước có ảnh hưởng đến thời gian bảo quản, cấu trúc của sản phẩm, sự phát triển của vi sinh vật và sự biến đổi vitamin C trong thực phẩm [11, 12]. Sự thay đổi độ ẩm, hoạt độ nước và độ hòa tan theo nhiệt độ và độ dày màng bột được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Sự thay đổi độ ẩm, hoạt độ nước và độ hòa tan theo nhiệt độ sấy và độ dày bột

Nhiệt độ - Độ dày	Hoạt độ nước (a_w)	Độ ẩm (%)	Độ hòa tan (giây)	Thời gian sấy (phút)
50°C – 3 mm	0,30±0,02 ^b	5,12± ⁱ	18,14±0,25 ^c	422±2,90 ^f
50°C – 5 mm	0,34±0,01 ^c	3,15± ^c	20,47±0,50 ^f	460±2,88 ^g
50°C – 7 mm	0,42±0,01 ^f	3,78± ^f	22,15±0,50 ⁱ	508±3,46 ^h
60°C – 3 mm	0,29±0,02 ^b	3,53± ^h	16,47±0,16 ^c	366±1,73 ^b
60°C – 5 mm	0,36±0,01 ^d	3,47± ^e	17,22±0,10 ^d	372±2,88 ^c
60°C – 7 mm	0,39±0,01 ^e	3,17± ^d	17,57±0,11 ^d	392±4,04 ^c
70°C – 3 mm	0,26±0,01 ^a	4,32± ^j	15,20±0,07 ^a	344±2,88 ^a
70°C – 5 mm	0,34±0,01 ^c	3,12± ^b	15,72±0,06 ^b	373±1,73 ^c
70°C – 7 mm	0,42±0,02 ^f	2,98± ^a	16,56±0,14 ^c	383±1,73 ^d

Ghi chú: Trong cùng 1 cột, các chữ các a, b, c,... sau giá trị trung bình thể hiện sự khác nhau ở mức ý nghĩa 5%.

Bảng 1 cho thấy, nhiệt độ sấy và độ dày màng bột có ảnh hưởng đến độ ẩm và hoạt độ nước. Độ ẩm bột sơ ri dao động trong khoảng 2,98 - 5,12% và hoạt độ nước (a_w) từ 0,26 - 0,42. Kết quả ghi nhận độ ẩm của bột hầu hết đều đạt yêu cầu cho nhóm sản phẩm bột thuộc nhóm sấy phun (không lớn hơn 5%). Khi tăng nhiệt độ sấy và giảm độ dày màng bột thì độ ẩm và hoạt độ nước được ghi nhận có chiều hướng giảm. Điều này là do nhiệt độ cao hơn, tốc độ truyền nhiệt đến mẫu sẽ tăng lên, quá trình thoát ẩm sẽ dễ dàng hơn, làm nước bốc hơi nhanh hơn. Kết quả này tương

tự với nghiên cứu của M. R. Salahi và cs (2017) [2]. Về cơ bản, thực phẩm có a_w nhỏ hơn 0,6 là ổn định về mặt vi sinh [2]. Trong bảng 1, a_w của tất cả các mẫu bột dao động từ 0,26 - 0,42 do đó có thể được xem là ổn định về mặt vi sinh trong quá trình bảo quản. Hơn nữa, giá trị a_w thấp (0,1 - 0,4) góp phần vào độ ổn định của sắc tố và màu sắc, vì các phản ứng tự oxy hóa là rất ít do sự bất hoạt của các lipoxigenaza [2]. Tương tự, các nghiên cứu khi sấy khô nước ép từ củ sâm đất bằng phương pháp bột ở 50°C, 60°C, 70°C cho kết quả a_w từ 0,1 - 0,22 [11] và sấy bột tôm khô ở 45 - 90°C

có a_w từ 0,13-0,25 [13]. Bên cạnh đó, ở cùng một nhiệt độ sấy, khi tăng độ dày màng bột thì hoạt độ nước cũng tăng và ngược lại. Với độ dày tăng lên, tốc độ làm khô giảm dẫn đến thời gian sấy kéo dài dẫn đến cấu trúc xốp yếu, giữ lại nhiều nước hơn trong màng bột khô.

Bên cạnh đó, thời gian hòa tan bị ảnh hưởng bởi các điều kiện sấy (độ dày và nhiệt độ), dao động từ 15 - 22 giây và thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa giữa các điều kiện sấy. Đặc tính hòa tan tức thời của bột được thể hiện bằng thời gian hòa tan có liên quan trực tiếp đến cấu trúc vi mô. Thử nghiệm hòa tan đo tốc độ hoàn nguyên của bột vào nước được biểu thị bằng thời gian bột hoàn nguyên trong nước, thông số này có liên quan đến độ ẩm của bột được tạo ra [3]. Khi tăng nhiệt độ

sấy thì độ hòa tan được rút ngắn. Kết quả trong nghiên cứu này tương đồng với mô tả của M. R. Salahi và cs (2017) [2], theo đó với nhiệt độ sấy tăng, tốc độ hoàn nguyên của bột vào nước tăng lên.

3.2.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy và độ dày bột hàm lượng vitamin C, polyphenol, flavonoid

Vitamin C và polyphenol là hợp chất dinh dưỡng nhạy cảm với nhiệt, vì quá trình chế biến thực phẩm thường sử dụng nhiệt nên việc xác định hàm lượng vitamin C và polyphenol trong thành phẩm là điều rất quan trọng để đánh giá chất lượng sản phẩm [14, 15]. Sự thay đổi hàm lượng vitamin C, polyphenol và flavonoid theo nhiệt độ sấy và độ dày màng bột được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Sự thay đổi hàm lượng vitamin C, polyphenol (TPC) và flavonoid theo nhiệt độ sấy và độ dày bột

Nhiệt độ - Độ dày	Vitamin C (mg/100 g)	TPC (mgGAE/g)	Flavonoid (mgQE/g)
50°C – 3 mm	102,66±6,72 ^a	2,34±0,10 ^c	5,94±0,01 ^f
50°C – 5 mm	102,66±9,16 ^a	0,15±0,00 ^a	4,92±0,01 ^d
50°C – 7 mm	90,93±6,72 ^a	0,10±0,00 ^a	3,87±0,01 ^a
60°C – 3 mm	133,46±6,72 ^{bc}	9,55±0,19 ^f	6,53±0,04 ^j
60°C – 5 mm	133,46±2,54 ^{bc}	4,23±0,04 ^d	4,96±0,04 ^d
60°C – 7 mm	123,20±8,80 ^b	1,77±0,14 ^b	4,24±0,01 ^b
70°C – 3 mm	151,06±9,15 ^d	11,67±0,05 ^j	7,37±0,01 ^h
70°C – 5 mm	139,33±6,72 ^{cd}	5,86±0,10 ^e	5,22±0,02 ^e
70°C – 7 mm	129,06±11,07 ^{bc}	1,81±0,04 ^b	4,53±0,02 ^c

Ghi chú: Trong cùng 1 cột, các chữ các a, b, c,... sau giá trị trung bình thể hiện sự khác nhau ở mức ý nghĩa 5%

Bảng 2 cho thấy, hàm lượng vitamin C dao động trong khoảng 90,93- 151,06 mg/100 g và thể hiện khác nhau có ý nghĩa ($p < 0,05$) bởi các điều kiện sấy. Về xu hướng chung, trong cùng một nhiệt độ sấy, khi tăng độ dày màng bột thì vitamin

C sẽ giảm. Ngoài ra, việc sấy ở nhiệt độ thấp sẽ kéo dài thời gian sấy từ đó làm hao hụt vitamin C rất nhiều. Ở nhiệt độ sấy thấp (50- 60°C), hàm lượng vitamin C cao nhất ở độ dày 3 mm là 102,66 mg/100 g và 133,46 mg/100 g và thấp nhất ở độ

dày 7 mm là 90,93 mg/100 g và 123,2 mg/100 g. Sự giảm hàm lượng vitamin C là do bản chất dễ bị phá hủy bởi nhiệt và sự tiếp xúc lâu với không khí làm quá trình oxy hóa diễn ra nhanh hơn, làm hao hụt chất dinh dưỡng sản phẩm [16].

Hàm lượng polyphenol và flavonoid của bột sơ ri thay đổi theo nhiệt độ và độ dày màng bột sấy ($p < 0,05$). Hàm lượng polyphenol cao nhất khi sấy ở nhiệt độ và độ dày là 70°C - 3 mm (11,67 mg GAE/g) và thấp nhất ở nhiệt độ 50°C - 7 mm (0,10 mg GAE/g). Khi nhiệt độ sấy tăng thì hàm lượng polyphenol được ghi nhận cao hơn trong cùng một độ dày bột. Khi nhiệt độ sấy tăng sẽ làm giảm thời gian sấy sản phẩm và hàm lượng polyphenol ít bị phân hủy hơn [17]. Ngoài ra, hàm lượng polyphenol cũng được ghi nhận có chiều hướng giảm khi tăng độ dày màng bột. Điều này có thể

do sự thay đổi cấu trúc của polyphenol hoặc do liên kết của polyphenol với protein. Tương tự như polyphenol, khi tăng nhiệt độ sấy thì hàm lượng flavonoid cũng tăng. Hàm lượng flavonoid cao nhất khi sấy ở nhiệt độ 70°C-3 mm (7,37 mg QE/g) và thấp nhất khi sấy ở nhiệt độ 50°C - 7 mm (3,87 mg QE/g). Khi ở cùng một nhiệt độ sấy là 70°C nhưng độ dày màng bột tăng lên từ 3 mm đến 5 mm và 7 mm thì hàm lượng flavonoid giảm lần lượt là 7,37 đến 5,22 và 4,53 mg QE/g.

3.2.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy và độ dày bột đến màu sắc sản phẩm và hàm lượng carotenoid

Sự thay đổi các chỉ số màu sắc và hàm lượng carotenoid theo nhiệt độ sấy và độ dày màng bột được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Sự thay đổi màu sắc và carotenoid theo nhiệt độ sấy và độ dày màng bột

Nhiệt độ và độ dày	L*	a*	b*	ΔE	Carotenoid ($\mu\text{g/g}$)
50°C - 3 mm	67,65 $\pm$ 0,47 ^f	7,80 $\pm$ 0,40 ^a	24,71 $\pm$ 0,73 ^c	35,06 $\pm$ 0,49 ^b	8,87 $\pm$ 0,00 ^c
50°C - 5 mm	66,92 $\pm$ 0,32 ^{ef}	7,60 $\pm$ 0,26 ^a	22,51 $\pm$ 0,97 ^b	33,68 $\pm$ 0,94 ^a	7,55 $\pm$ 0,00 ^b
50°C - 7 mm	65,13 $\pm$ 0,43 ^d	8,86 $\pm$ 0,07 ^b	26,20 $\pm$ 0,30 ^d	37,87 $\pm$ 0,47 ^d	7,44 $\pm$ 0,00 ^a
60°C - 3 mm	69,26 $\pm$ 0,17 ^j	7,92 $\pm$ 0,11 ^a	24,41 $\pm$ 0,37 ^c	33,98 $\pm$ 0,39 ^a	14,75 $\pm$ 0,01 ^h
60°C - 5 mm	65,95 $\pm$ 0,30 ^{de}	8,96 $\pm$ 0,16 ^{bc}	24,77 $\pm$ 0,78 ^c	36,29 $\pm$ 0,76 ^c	14,01 $\pm$ 0,03 ^j
60°C - 7 mm	65,46 $\pm$ 0,14 ^d	8,80 $\pm$ 0,26 ^b	23,85 $\pm$ 0,2 ^{bc}	35,82 $\pm$ 0,16 ^{bc}	13,62 $\pm$ 0,02 ^e
70°C - 3 mm	63,53 $\pm$ 0,87 ^c	9,42 $\pm$ 0,30 ^d	26,45 $\pm$ 0,85 ^d	39,13 $\pm$ 0,20 ^{ef}	15,92 $\pm$ 0,01 ⁱ
70°C - 5 mm	60,50 $\pm$ 0,88 ^b	10,03 $\pm$ 0,31 ^e	24,72 $\pm$ 0,47 ^c	39,84 $\pm$ 0,35 ^f	13,87 $\pm$ 0,05 ^f
70°C - 7 mm	58,26 $\pm$ 1,74 ^a	9,36 $\pm$ 0,15 ^{cd}	21,07 $\pm$ 1,54 ^a	38,81 $\pm$ 0,51 ^e	13,41 $\pm$ 0,06 ^d

Ghi chú: trong cùng 1 cột, các chữ các a, b, c,... sau giá trị trung bình thể hiện sự khác nhau ở mức ý nghĩa 5%

Bảng 3 cho thấy, hàm lượng carotenoid bị giảm khi tăng nhiệt độ sấy từ 50 - 70°C thể hiện ở tất cả các độ dày khảo sát. Hàm lượng carotenoid của bột sơ ri nằm trong khoảng 7,44 µg/g - 15,92 µg/g và đạt cao nhất ở điều kiện sấy 70°C - 3 mm. Khi tăng độ dày màng bột thì thời gian sấy dài nên hàm lượng carotenoid giảm. Hàm lượng carotenoid giảm do sự nhạy cảm bởi nhiệt và sự oxy hóa do cấu trúc hóa học không bão hòa của chúng và do sự hình thành sắc tố nâu trong quá trình sấy. Các kết quả tương tự cũng được ghi nhận đối với bột xoài sấy bột [18] và cà chua bi [19].

Đối với các thông số về màu sắc (L^* , a^* , b^*) bị thay đổi bởi điều kiện sấy. Trong cùng một nhiệt độ sấy thì giá trị L^* sẽ giảm khi tăng độ dày bột. Điều này có thể khi tăng độ dày màng bột dẫn đến thời gian sấy lâu hơn, các phản ứng màu sẽ diễn ra mạnh kéo theo sự giảm độ sáng. Đối với thông số a^* dương biểu thị màu đỏ và b^* biểu thị độ vàng của mẫu. Khi tăng nhiệt độ sấy thì giá trị a^* , b^* đều tăng. Giá trị a^* của mẫu dao động 7,60 - 10,03 và b^* từ 26,45 - 21,07. Có thể giải thích rằng, khi thời gian sấy tăng lên quá trình oxy hóa sắc tố carotenoid diễn ra và xảy ra phản ứng Maillard làm hóa nâu sản phẩm. Khi màu nâu tăng lên thì giá trị L^* sẽ giảm và giá trị a^* sẽ tăng. Tương tự, nghiên cứu của M. Azizpour và cs (2016) [13] đã chỉ ra rằng, khi tăng nhiệt độ sấy và thời gian sấy thì giá trị L^* sẽ giảm và a^* , b^* sẽ tăng. Giá trị ΔE có sự khác biệt với mức ý nghĩa ($p < 0,05$). Sự khác biệt về màu sắc là sự thay đổi màu sắc của mẫu đã xử lý đối với mẫu chuẩn cho biết ảnh hưởng của quá trình sấy lên màu sắc. Khi nhiệt độ và độ dày màng bột tăng lên thì giá trị ΔE cũng tăng lên. Do quá trình sấy khô nhanh hơn ở 70°C đã làm giảm sự phân hủy của các thành phần và phản ứng tạo oxy hóa tạo ra màu sáng cho sản phẩm. Ngoài ra, ở nhiệt độ sấy cao hơn quá trình oxy hóa các sắc tố (carotenoid) có thể được tăng lên. Trong quá trình làm khô bằng không khí nóng, do có nhiều oxy và độ ẩm hơn, phản ứng Maillard có thể được tạo điều kiện thuận lợi.

Như vậy, nhiệt độ sấy và thời gian sấy là những thông số quan trọng đối với sự thay đổi

chất lượng của bột sơ ri. Nhiệt độ sấy cao (trên 60°C) và độ dày bột thấp (3 mm) sẽ rút ngắn thời gian sấy và duy trì tốt hơn các thông số chất lượng như hàm lượng vitamin C, polyphenol, flavonoid và carotenoid. Trong đó, bột sản phẩm được sấy ở nhiệt độ 70°C, độ dày bột 3 mm có chỉ số chất lượng được ghi nhận là tốt nhất. Điều kiện sấy được đề xuất trong nghiên cứu này tương đồng với nghiên cứu của A. M. Azizpour và cs (2006) [13] đối với bột tôm, M. R. Salahi và cs (2017) [2] khi sấy bột bột dưa lưới và của A. S. Brar và cs (2020) [17] đối với bột quả lê sấy bột.

4. KẾT LUẬN

Ảnh hưởng của chất tạo bột đến đặc tính tạo bột và ổn định bột dịch sơ ri sử dụng 8% glyxerol monostearate (GMS) là thích hợp nhất. Bột sau đó được sấy khô ở nhiệt độ 70°C đến độ ẩm không đổi với độ dày bột 3 mm được cho là phù hợp nhất để làm khô dịch sơ ri.

Kỹ thuật sấy bột có thể được sử dụng như một giải pháp thay thế tốt cho các phương pháp sấy khô hiện đang được sử dụng để sản xuất bột thực phẩm.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Tiền Giang đã hỗ trợ kinh phí và trang thiết bị cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. G. É. G. Moreira, M. G. Maia Costa, A. C. R. de Souza, E. S. de Brito, M. de F. D. de Medeiros, and H. M. C. d. Azeredo (2009). Physical properties of spray dried acerola pomace extract as affected by temperature and drying aids. *LWT - Food Sci. Technol.*, 42(2): 641-645, doi: 10.1016/j.lwt.2008.07.008.
2. M. R. Salahi, M. Mohebbi and M. Taghizadeh, Development of cantaloupe (*Cucumis melo*) pulp powder using foam-mat drying method: Effects of drying conditions on microstructural of mat and physicochemical properties of powder (2017). *Dry. Technol.* 35(15): 1897-1908, doi: 10.1080/07373937.2017.1291518.

3. S. Y. Quek, N. K. Chok, and P. Swedlund (2007). The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. *Chem. Eng. Process. Process Intensif.* 46(5): 386–392, doi: 10.1016/j.cep.2006.06.020.
4. AOAC (1990). Official methods of analysis, 16th edn. Association of Official Analytical Chemists, Washington.
5. T. Khamjae and T. Rojanakorn (2018). Foam-mat drying of passion fruit, *Int. Food Res. J.*, 25, (1): 204–212.
6. L. L. Macedo, J. L. G. Corrêa, C. da S. Araújo, W. C. Vimercati, and L. A. S. Pio (2021). Process optimization and ethanol use for obtaining white and red dragon fruit powder by foam mat drying, *J. Food Sci.* 86(2): 426–433, doi: 10.1111/1750-3841.15585.
7. S. Mounir (2017). Foam Mat Drying FMD, October 2017: 169–191. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/320566592>.
8. K. O. Falade, K. I. Adeyanju and P. I. Uzo-Peters (2003). Foam-mat drying of cowpea (*Vigna unguiculata*) using glyceryl monostearate and egg albumin as foaming agents, *Eur. Food Res. Technol.*, 217(6): 486 - 491, doi: 10.1007/s00217-003-0775-3.
9. S. Vani, A. K. Verma, P. Sharma, A. Gupta and M. Kaushal (2019). Effect of foaming agent on quality and yield of foam mat dried papaya powder. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.*, 8(12): 2821–2835, doi: 10.20546/ijcmas.2019.812.330.
10. N. Affandi, W. Zzaman, T. A. Yang, and A. M. Easa (2017). Production of nigella sativa beverage powder under foam mat drying using egg albumen as a foaming agent. *Beverages*, 3(1), doi: 10.3390/beverages3010009.
11. T. S. Franco, C. A. Perussello, L. N. Ellendersen and M. L. Masson (2016). Effects of foam mat drying on physicochemical and microstructural properties of yacon juice powder. *LWT - Food Sci. Technol.*, 66:503-513, doi: 10.1016/j.lwt.2015.11.009.
12. O. S. Qadri, A. K. Srivastava, and B. Yousuf (2020). Trends in foam mat drying of foods: Special emphasis on hybrid foam mat drying technology. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 60(10): 1667-1676, doi: 10.1080/10408398.2019.1588221.
13. M. Azizpour, M. Mohebbi, and M. H. H. Khodaparast (2016). Effects of foam-mat drying temperature on physico-chemical and microstructural properties of shrimp powder. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 34: 122–126, doi: 10.1016/j.ifset.2016.01.002.
14. V. Patil, A. K. Chauhan, and S. P. Singh (2014). Influence of spray drying technology on the physical and nutritional properties of guava powder. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* 3(9): 1224–1237.
15. V. S. Sonone (2017). Effect of spray drying process parameters on different properties of acid lime juice powder. *Int. J. Agric. Sci. Res.* 7(5): 299–312, doi: 10.24247/ijasroct201737.
16. A. Stešková, M. Morochovičová and E. Lešková (2006). Vitamin C degradation during storage of fortified foods. *J. Food Nutr. Res.* 45(2): 55–61.
17. A. S. Brar, P. Kaur, G. Kaur, J. Subramanian, D. Kumar and A. Singh (2020). Optimization of process parameters for foam-mat drying of peaches. *Int. J. Fruit Sci.* 20(3): 1495–1518, doi: 10.1080/15538362.2020.1812017.
18. P. Rajkumar, R. Kailappan, R. Viswanathan, G. S. V. Raghavan and C. Ratti (2007). Foam mat drying of Alphonso mango pulp. *Dry. Technol.* 25(2): 357–365, doi: 10.1080/07373930601120126.
19. M. A. Hossain, S. Mitra, M. Belal and W. Zzaman (2021). Effect of foaming agent concentration and drying temperature on biochemical properties of foam mat dried tomato powder. *Food Res.* 5(1): 291–297, doi: 10.26656/fr.2017.5(1).372.

EFFECT OF FOAMING AGENT GLYCEROL MONOSTEARATE AND DRYING CONDITIONS ON QUALITY OF FOAM MAT DRIED ACEROLA (*Malpighia glabra* L.) POWDER

Nguyen Tan Hung^{1,*}, Truong Thi Tu Tran², Tran Thi Ngoc Thu¹, Phan Thi Ngoc Hanh¹

¹Faculty of Agriculture and Food Technology, Tien Giang University

²Faculty of Food Science and Health, Kien Giang University

*Email: nguyentanhung@tgu.edu.vn

Summary

Acerola fruits possess high vitamin C content. However, acerola is currently mainly consumed fresh and has a short shelf life. This study was conducted for the purpose of producing and evaluating the quality of acerola powder by foam mat drying method. The study was carried out on the basis of surveying (i) the effect of foaming additive ratio (2-10% glycerol monostearate-GMS and 2% carboxy methylcellulose - CMC) and (ii) drying conditions: temperature (50-70°C) and foam thickness (3-7 mm) to product qualities. The results showed that the foam expansion and foam stability increased when the ratio of GMS increased. The mixture of acerola juice and 8% GMS + 2% CMC is the most suitable for foam expansion of 101% and foam stability after 3 hours is 98%. Powders obtained at different drying temperatures and thicknesses have low moisture content and water activity. Powder color (L^* , a^* , b^* and color difference ΔE) changes mainly with drying temperature. Powders color (L^* , a^* , b^* and color difference ΔE) changed mainly with drying temperature. The temperature increase reduced moisture content and a_w , disolution time, and thickness rise increased moisture content and a_w . In addition, results showed that the powder produced at 60-70°C have higher carotenoid, polyphenol and vitamin C content than those of produced at 50°C. The drying conditions at 70°C (higher drying temperature) and 3 mm (lower thickness) led to a shorter drying time and produce a powdered acerola pulp with high stability (low moisture content, a_w) which increases usability and storage capacity.

Keywords: *Acerola*, *carotenoid*, *foam mat drying*, *glycerolmonostearate*, *vitamin C*.

Người phản biện: PGS.TS. Phan Thị Thanh Quế

Ngày nhận bài: 2/3/2023

Ngày thông qua phản biện: 27/3/2023

Ngày duyệt đăng: 3/4/2023