

# NGHIÊN CỨU TẠO CHẾ PHẨM MÀU TỰ NHIÊN BETALAIN DẠNG BỘT VÀ DẠNG SỆT THU NHẬN TỪ CỦ DỀN (*BETA VULGARIS*)

● NGUYỄN TRẦN TRÙNG DƯƠNG - HOÀNG TIẾN ĐẠT - HOÀNG THỊ NGỌC NHƠN

## TÓM TẮT:

Betalain là sắc tố trong thực vật có màu từ đỏ-tím (betacyanin) đến màu vàng (betaxanthin), hòa tan trong nước. Chúng là hợp chất được sử dụng nhiều trong hóa học, y học và dược học với tính ổn định về mặt hóa học trong khoảng pH rộng. Betalain có tính oxy hóa, có khả năng kháng virus, kháng viêm... Được biết, chúng được tìm thấy với hàm lượng cao trong củ dền và là một phụ gia thực phẩm tạo màu.

Mục tiêu của bài nghiên cứu là khảo sát ảnh hưởng các điều kiện sấy phun đến quá trình thu nhận chế phẩm bột. Đồng thời, khảo sát các điều kiện cô quay chân không tốt nhất nhằm thu nhận chế phẩm betalain dạng sệt. Kết quả cho thấy, chế phẩm bột betalain thu nhận được tại điều kiện sấy phun với tốc độ dòng 300 m<sup>3</sup>/h, áp suất 0.8 bar và nhiệt độ là 140°C. Đối với chế phẩm dạng sệt điều kiện cô quay chân không thích hợp là 45°C trong 80 phút thu được hàm lượng chất khô hòa tan là khoảng 62.67%.

**Từ khóa:** Betalain, *Beta vulgaris*, redbeet, pH, nhiệt độ, ánh sáng.

## 1. Đặt vấn đề

Củ dền (redbeet) là một trong nhiều loại *Beta vulgaris* và là loại củ được trồng nhiều nhất tại Bắc Mỹ, Trung Mỹ và Anh. Củ dền được xếp vào nhóm 10 loại rau củ mạnh nhất về khả năng chống oxy hóa, được quy cho tổng hàm lượng phenolic là 50-60  $\mu\text{mol/g}$  [1]. Củ dền là một nguồn tiềm năng của các sắc tố nitơ hòa tan trong nước có giá trị, được gọi là betalain. Chúng bao gồm hai nhóm chính là betacyanin (đỏ-tím) và betaxanthin

(vàng). Chúng kết hợp với các gốc tự do giúp ngăn chặn quá trình oxy hóa qua trung gian oxy hóa và gốc tự do của các phân tử sinh học [2]... Chất màu tự nhiên nói chung và sắc tố đỏ nói riêng cho thấy tiềm năng tốt trong việc sử dụng thay thế chất màu tổng hợp trong thực phẩm, mỹ phẩm, dược phẩm, dinh dưỡng [3]. Chẳng những không gây độc cho cơ thể con người mà betalain còn có khả năng kháng oxy hóa và là một thay thế tự nhiên tuyệt vời cho màu đỏ tổng hợp không tốt

đang sử dụng hiện nay [4]. Betalain là hợp chất thường được ứng dụng trong hóa học, y học và dược học với tính ổn định về mặt hóa học trong khoảng pH rộng, là chất có tính oxy hóa mạnh, có khả năng kháng virus, kháng viêm...[5]. Betalain có sắc tố hòa tan trong nước ổn định từ pH 3 đến 7 và có thể được sử dụng làm chất màu thực phẩm có hàm lượng acid thấp [6]. Do tính chất đó, nó có thể được sử dụng làm phụ gia thực phẩm hoặc tránh sự đổi màu thực phẩm. Việc sử dụng betalain làm chất màu thực phẩm được Liên minh châu Âu chấp thuận. Theo đó, betalain được dán nhãn là E162 [7].

**2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu**

**2.1. Nguyên liệu**

Củ dền có nguồn gốc từ Đà Lạt, được trồng theo tiêu chuẩn GAP. Củ dền sau khi thu mua sẽ được loại bỏ tạp chất (đất, vỏ...), rửa sạch, cắt mỏng, sấy ở nhiệt độ 60°C cho đến khi độ ẩm ≤10%, sau đó nghiền thành bột. Bột củ dền được rây và bảo quản trong túi zipper và dùng cho toàn bộ thí nghiệm.

**2.2. Hóa chất**

Ethanol (99.5%, Trung Quốc), Acid citric (99%, Trung Quốc), Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.12H<sub>2</sub>O (98%, Trung Quốc), NaOH (99%, Trung Quốc), HCl (36.5%, Trung Quốc).

**2.3. Phương pháp nghiên cứu**

**2.3.1. Phương pháp thu nhận betalain từ củ dền**

Thực hiện quá trình trích ly betalain ở nhiệt độ 40°C bằng dung môi ethanol 20% với tỉ lệ nguyên liệu/dung môi là 1/20, trong 3 giờ. Sau đó, tiến hành ly tâm, lọc và sấy phun thu nhận bột betalain hoặc cho bay hơi dung môi để thu nhận cao chiết betalain. Phương pháp này đã được thí nghiệm thực hiện và được công bố trên báo Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Công nghiệp thực phẩm Thành phố Hồ Chí Minh [8].

**2.3.2. Khảo sát ảnh hưởng của điều kiện sấy phun tạo chế phẩm dạng bột**

Tiến hành khảo sát sấy phun với 50ml dịch betalain từ bột củ dền. Sử dụng maltose dextrin để chỉnh Brix của dịch trích lên 15%Bx; sau đó tiến hành sấy phun theo các thông số nhiệt độ sấy là 120°C, 140°C và 160°C, tốc độ dòng 250 m<sup>3</sup>/h, 300

m<sup>3</sup>/h và 350 m<sup>3</sup>/h lần lượt thay đổi để thu được chế betalain ở dạng bột là tối ưu nhất.

Kết quả khảo sát được đánh giá bằng hiệu suất thu hồi betalain sau khi thu được sản phẩm. Hiệu suất thu hồi sản phẩm của quá trình sấy được tính bằng % tổng lượng chất khô trong sản phẩm so với tổng lượng chất khô trong dịch nhập liệu.

**2.3.3. Khảo sát ảnh hưởng điều kiện cô quay chân không tạo chế phẩm dạng sệt**

Tiến hành dịch trích ly sau khi được thu hồi qua quá trình lọc và ly tâm được tiến hành khảo sát nhiệt độ cô đặc chân không qua các mức nhiệt độ lần lượt là 30°C, 35°C, 40°C, 45°C, 50°C với các mốc thời gian tương ứng là 20 phút, 40 phút, 60 phút, 80 phút, 100 phút.

Tiến hành theo dõi trạng thái mẫu qua quá trình cô đặc và theo dõi hàm lượng chất khô hòa tan của mẫu biểu hiện qua độ Bx.

**3. Kết quả và bàn luận**

**3.1. Kết quả khảo sát ảnh hưởng điều kiện sấy phun đến quá trình tạo chế phẩm dạng bột betalain**

**3.1.1. Kết quả khảo sát tốc độ dòng nhập liệu**

Theo như một số nghiên cứu sấy phun các sản phẩm nước trái cây trước đây cho thấy, lưu lượng dòng nhập liệu ảnh hưởng đến một số tính chất vật lý và hóa học của vi hạt sau sấy phun [9]. Chính vì vậy, nghiên cứu ảnh hưởng của tốc độ dòng nhập liệu được thực hiện để kiểm tra hiệu suất thu hồi của sản phẩm chế phẩm betalain dạng bột. Kết quả được thể hiện ở Bảng 1.

**Bảng 1. Ảnh hưởng điều kiện tốc độ dòng nhập liệu đến thu nhận bột màu betalain**

Tốc độ dòng (m <sup>3</sup> /h)	Hiệu suất thu hồi (%)
250	(45.93 ± 2.38) <sup>b</sup>
300	(67.65 ± 2.34) <sup>c</sup>
350	(34.93 ± 1.39) <sup>a</sup>

Kết quả khảo sát cho thấy, tốc độ dòng ảnh hưởng có ý nghĩa đến hiệu suất thu hồi betalain sau sấy phun. Khi tốc độ dòng thấp (200 m<sup>3</sup>/h) thì

dịch đi qua ít làm cho hiệu suất thu hồi giảm. Nhưng khi tốc độ dòng quá cao là 350 m<sup>3</sup>/h thì hiệu suất thu hồi cũng giảm đi. Do chưa kịp tiếp xúc với tác nhân sấy, hiệu quả tiếp xúc kém, vì vậy hiệu suất thu hồi không cao (34.93%).

Có nghiên cứu trước đây đã vì bao betalain, đã khảo sát tốc độ lưu lượng dòng nhập liệu vì đây chính yếu tố quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình tạo hạt vi bao [10]. Chính vì vậy, với tốc độ dòng là 300 m<sup>3</sup>/h thì vừa đủ để tiếp xúc tạo thành các hạt bột mịn, không ẩm ướt, hiệu suất thu hồi cao. Như vậy, sau quá trình khảo sát tiến hành chọn tốc độ dòng là 300 m<sup>3</sup>/h để tiến hành các thí nghiệm tiếp theo.

**3.1.2. Kết quả khảo sát áp suất sấy phun**

Sau khi khảo sát tốc độ dòng sấy phun hay còn gọi là lưu lượng sấy phun thì khảo sát áp suất dòng phun là một thí nghiệm cần thiết để nhận xét quá trình hình thành bột betalain và thu được hiệu suất thu hồi thích hợp. Kết quả thí nghiệm được thể hiện ở Bảng 2.

**Bảng 2. Ảnh hưởng của áp suất sấy phun đến thu nhận bột màu betalain**

Áp suất (bar)	Hiệu suất thu hồi (%)
0.6	(50.67 ± 1.76) <sup>a</sup>
0.8	(73.16 ± 1.69) <sup>b</sup>
1	(45.5 ± 1.01) <sup>a</sup>

Áp suất ảnh hưởng có ý nghĩa đến hiệu suất thu hồi betalain sau sấy phun. Áp lực quá cao hay thấp đều làm giảm hiệu suất thu hồi betalain. Hiệu suất thu hồi giảm tới 0.5 lần. Có thể do áp lực 0.6 bar chưa đủ để thu hồi được nhiều bột.

Khi áp lực quá cao (1 bar) thì quá mạnh làm bột bị nhanh vón cục. Ở áp lực là 0.8 bar thu được hiệu suất thu hồi cao, bột dạng mịn, không vón cục. Kết luận sau cùng của thí nghiệm này là tiến hành chọn áp lực là 0.8 bar để thực hiện các thí nghiệm tiếp theo.

**3.1.3. Kết quả khảo sát nhiệt độ sấy phun.**

Nhiệt độ sấy phun đối với nước ép trái cây

hoặc rau, hẹp trong khoảng 140-180°C [9]. Biết rằng nhiệt độ càng cao thì hàm lượng nước trong bột càng giảm, nhưng cũng có thể gây ra sự phân huỷ chất màu [11]. Chính vì vậy, việc khảo sát nhiệt độ sấy phun là một thí nghiệm quan trọng kiểm soát quá trình hình thành chế phẩm betalain dạng bột. Kết quả thí nghiệm được trình bày ở Bảng 3.

**Bảng 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy phun đến thu nhận bột màu betalain**

Nhiệt độ (°C)	Hiệu suất thu hồi (%)
120	(61.2 ± 2.08) <sup>b</sup>
140	(79.6 ± 2.86) <sup>c</sup>
160	(56.73 ± 1.1) <sup>a</sup>

Kết quả khảo sát cho thấy, ảnh hưởng có ý nghĩa của nhiệt độ sấy phun đến hiệu suất thu hồi betalain. Nhiệt độ ảnh hưởng lớn đến quá trình sấy phun, nhiệt độ quá thấp hay quá cao đều gây bất lợi cho quá trình thu hồi bột màu betalain. Hiệu suất thu hồi đạt 61.2% khi nhiệt độ đầu vào thấp 120°C, bột màu bị vón cục làm tăng sự bám dính trên thành thiết bị, gây tổn thất khối lượng bột, từ đó giảm hiệu suất thu hồi trên tổng khối lượng bột thu được. Khi tăng nhiệt độ lên 140°C, hiệu suất thu hồi bột tăng lên đáng kể (79.6%) do nhiệt độ không quá cao hay thấp. Sản phẩm bột màu thu được mịn, không vón cục. Khi nhiệt độ sấy tiếp tục tăng quá trình tạo bột thuận lợi hơn nhưng hàm lượng betalain giảm đi do tác động của nhiệt độ, bột màu betalain bị vón cục sau thời gian ngắn.

Pichayajittipong và Thaiudom đã thực hiện tối ưu điều kiện sấy phun tạo bột betacyanin từ vỏ thanh long ruột đỏ. Kết quả cho thấy, nhiệt độ sấy phun được kiểm soát từ 140-160°C là tối ưu nhất [12]. Nghiên cứu của Tze và cộng sự cũng chỉ ra nhiệt độ sấy phun thích hợp đối với bột màu betacyanin là 155°C [13]. Như vậy, theo kết quả khảo sát nhiệt độ đầu vào thích hợp cho quá trình sấy phun thu nhận bột màu betalain là 140°C.

**3.2. Kết quả khảo sát ảnh hưởng điều kiện cô quay chân không đến quá trình tạo chế phẩm dạng sệt**

**3.2.1. Kết quả khảo sát nhiệt độ cô quay chân không**

Trong quá trình cô đặc, sản phẩm được gia nhiệt đến nhiệt độ sôi, dung môi bốc hơi đến khi nồng độ chất khô đạt yêu cầu. Do quá trình cô đặc chân không làm giảm được nhiệt độ sôi của dịch quả, giảm lượng không khí tồn tại trong thiết bị nên hạn chế phản ứng hóa nâu và hạn chế tổn thất dinh dưỡng trong sản phẩm sau cô đặc [14]. Sau khi thu được dịch trích, tiến hành cô đặc chân không và xác định %Brix tại các nhiệt độ được khảo sát. Kết quả ảnh hưởng của nhiệt độ cô đặc được thể hiện ở Bảng 4.

**Bảng 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ cô đặc chân không đến thu nhận chế phẩm sệt**

Thí nghiệm	Nhiệt độ	Hàm lượng chất khô hòa tan (Bx)
1	30°C	(22.00 ± 1.000) <sup>a</sup>
2	35°C	(23.67 ± 0.577) <sup>a</sup>
3	40°C	(31.33 ± 2.087) <sup>b</sup>
4	45°C	(36.00 ± 1.000) <sup>c</sup>
5	50°C	(37.33 ± 1.527) <sup>c</sup>

*Trong cùng một cột, các giá trị được đánh dấu bởi các chữ cái giống nhau thì sự khác nhau không có ý nghĩa về mặt thống kê theo phân tích ANOVA ( $\alpha = 0.05$ )*

Kết quả cho thấy, khi gia tăng nhiệt độ cô đặc chân không, hàm lượng chất hòa tan sẽ gia tăng theo do nhiệt độ càng tăng thì khả năng bốc hơi nước càng tăng. Theo đó, nhiệt độ 50°C cũng chính là nhiệt độ cao nhất khảo sát thu được hàm lượng chất khô hòa tan lớn nhất - 37.33%Bx. Tuy vậy, ở 45°C hàm lượng chất khô hòa tan thu được mặc dù thấp hơn - 36%Bx - nhưng có cùng mức ý nghĩa thống kê nên để tiết kiệm năng lượng sẽ chọn nhiệt độ cô quay để thực hiện thí nghiệm tiếp theo là 45°C.

**3.2.2. Kết quả khảo sát thời gian cô quay chân không**

Thời gian cô đặc là một yếu tố khảo sát cần thiết vì thời gian cô đặc sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến hàm lượng chất hòa tan trong sản phẩm. Để có một sản phẩm với hàm lượng chất khô hòa tan phù hợp thì nhất thiết phải khảo sát thời gian cô đặc. Kết quả khảo sát thời gian cô đặc chân không được trình bày ở Bảng 5.

**Bảng 5. Ảnh hưởng của thời gian cô đặc chân không đến thu nhận chế phẩm sệt**

Thí nghiệm	Thời gian	Hàm lượng chất khô hòa tan (Bx)
1	20 phút	(37.33 ± 1.527) <sup>a</sup>
2	40 phút	(44.00 ± 1.000) <sup>a</sup>
3	60 phút	(51.67 ± 1.527) <sup>b</sup>
4	80 phút	(62.67 ± 0.573) <sup>c</sup>
5	100 phút	(70.67 ± 1.527) <sup>c</sup>

*Trong cùng một cột, các giá trị được đánh dấu bởi các chữ cái giống nhau thì sự khác nhau không có ý nghĩa về mặt thống kê theo phân tích ANOVA ( $\alpha = 0.05$ )*

Kết quả cho thấy, khi tăng thời gian cô đặc thì hàm lượng chất khô tăng theo. Sau thời gian 80 phút thì hàm lượng chất khô của chế phẩm là 62.67%Bx, dịch chiết được cô đặc nâng cao nồng độ nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình đóng gói và vận chuyển, bên cạnh đó phù hợp với những sản phẩm dạng lỏng, với hàm lượng chất khô này thì phù hợp với các sản phẩm dạng paste ở nghiên cứu trước đó nghiên cứu về chế phẩm từ khoai lang tím với %Brix lớn hơn 60% [15]. Nếu tăng thời gian cô đặc lên thì hàm lượng chất khô sẽ tăng lên, tuy nhiên với %Brix=62.67%Bx phù hợp với các nghiên cứu trước đó, vì vậy thời gian cô đặc với 80 phút ở 45°C được chọn là các yếu tố để tạo ra chế phẩm betalain dạng sệt là phù hợp.

**4. Kết luận**

Nghiên cứu chỉ ra việc ảnh hưởng của nhiệt độ, áp suất, tốc độ dòng đến độ ổn định và độ bền của sắc tố betalain chiết xuất từ củ dền. Kết quả cho thấy, điều kiện sấy phun ở nhiệt độ 140°C cùng

tốc độ dòng là 300 m<sup>3</sup>/h và áp suất là 0.8 bar là điều kiện sấy phun cho hiệu suất thu hồi betalain trong sản phẩm cao nhất. Ảnh hưởng của pH là không quá lớn đến độ bền của sắc tố.

Mặt khác, nhiệt độ ảnh hưởng lớn đến sự phân hủy betalain. Nhiệt độ càng tăng, sắc tố betalain phân hủy càng nhiều. Ở nhiệt độ 30°C và 50°C,

betalain chưa có sự phân hủy nhiều nhưng khi nhiệt độ tăng đến 70°C và 90°C thì lượng betalain phân hủy tăng nhanh. Bên cạnh đó, trong bảo quản betalain nhận thấy được khi bảo quản ở nhiệt độ tủ lạnh 4°C trong điều kiện thiếu sáng có thể giữ lại được 70% sắc tố betalain trong khoảng thời gian 10 ngày ■

#### Lời cảm ơn:

*Nghiên cứu này do Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm Thành phố Hồ Chí Minh bảo trợ và cấp kinh phí theo Hợp đồng số 73/HĐ-DCT.*

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. M. P. Kähkönen et al. (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of agricultural and food chemistry*, 47(10), 3954-3962.
2. M. A. Pedredo and J. Escribano. (2001). Correlation between antiradical activity and stability of betanin from *Beta vulgaris* L. roots under different pH, temperature and light conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(7), 627-631.
3. F. Delgado-Vargas et al. (2000). Natural pigments: Carotenoids, anthocyanins, and betalains characteristics, biosynthesis, processing, and stability. *Critical reviews in food science and nutrition*, 40(3), 173-289.
4. M. F. Ramadan and J.-T. Mursel. (2003). Recovered lipids from prickly pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill] peel: a good source of polyunsaturated fatty acids, natural antioxidant vitamins and sterols. *Food Chemistry*, 83(3), 447-456.
5. F. C. Stintzing and R. Carle. (2004). Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. *Trends in food science & technology*, 15(1), 19-38.
6. D. Strack et al. (2003). Recent advances in betalain research. *Phytochemistry*, 62(3), 247-269.
7. J. Von Elbe et al. (1974). Color stability of betanin. *Journal of Food Science*, 39(2), 334-337.
8. H. T. N. Nhon and N. T. T. Hang. (2020). Optimization of extraction of betalain from red beetroot (*Beta vulgaris* var. *rubra* (L.) Moq). *Journal of Science Technology and Food*, 20(2), 93-102.
9. R. V. Tonon et al. (2009). Water sorption and glass transition temperature of spray dried açai (*Euterpe oleracea* Mart.) juice. *Journal of Food Engineering*, 94(3-4), 215-221.
10. E. Janiszewska. (2014). Microencapsulated beetroot juice as a potential source of betalain. *Powder Technology*, 264, 190-196.
11. E. Janiszewska and J. Włodarczyk. (2013). Influence of spray drying conditions on beetroot pigments retention after microencapsulation process. *Acta Agrophysica*, 20(2).
12. P. Pichayajittipong and S. Thaiudom. (2014). Optimum Condition of Beta-Cyanin Colorant Production from Red Dragon Fruit (*Hylococcus polyrhizus*) Peels using Response Surface Methodology. *CMUJ NS Special Issue on Food and Applied Bioscience*, 13, 1, 483.
13. T. N. Lay et al. (2012). Physicochemical and nutritional properties of spray-dried pitaya fruit powder as natural colorant. (in E). *Food Science and Biotechnology*, 21(3).
14. N. M. Thuy et al. (2014). Ảnh hưởng của áp suất và thời gian cô đặc chân không, chất chống oxy hóa và chế độ thanh trùng đến chất lượng nước khóm cô đặc. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 31 (2014): 12-20.

15. T. T. T. Quyen (2018). *Nghiên cứu thu nhận và ứng dụng anthocyanin của khoai lang tím trong chế biến thực phẩm*, Luận án Tiến sĩ Kỹ thuật, Đại học Đà Nẵng.

**Ngày nhận bài: 9/1/2021**

**Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 19/1/2021**

**Ngày chấp nhận đăng bài: 29/1/2021**

*Thông tin tác giả:*

**1. NGUYỄN TRẦN TRÙNG DƯƠNG**

**2. HOÀNG TIẾN ĐẠT**

**3. HOÀNG THỊ NGỌC NHƠN**

**Khoa Công nghệ Thực phẩm**

**Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm Thành phố Hồ Chí Minh**

**A STUDY ON PRODUCING NATURAL  
COLORANTS BASED ON BETALAINS POWDER  
AND VISCOUS BETALAIN PREPARATIONS  
FROM BEETROOT (*BETA VULGARIS*)**

● **NGUYEN TRAN TRUNG DUONG**

● **HOANG TIEN DAT**

● **Master. HOANG THI NGOC NHON**

Faculty of Food Technology

Ho Chi Minh City University of Food Industry

**ABSTRACT:**

Beetroot has great nutritional value and it has many biological activities linked to health benefits. Betalains are a family of natural water-soluble pigments present in most plants of the order Caryophyllales. They provide colors ranging from yellow (betaxanthin) to violet (betacyanin). They are widely used in chemical, pharmaceutical and medical fields as they are relatively stable over the broad pH range. Betalains have high antioxidant and anti-inflammatory capabilities and oxidative properties. Betalains are found in beetroot and they are used as a color food additive. This study examines the impacts of spray drying conditions on the collection of powdered products and also assesses the best conditions of vacuum evaporation to obtain viscous betalain preparations. The study's results show that the betalains powder was obtained with these following spray drying conditions: flow rate of 300m<sup>3</sup>/h, pressure of 0.8 bar and temperature of 140°C. Meanwhile, for the viscous betalain preparations, the dry solubility content was about 62.67% when the vacuum evaporation condition is 45°C for 80 minutes.

**Keywords:** betalain, Beta vulgaris, redbeet, temperature, light.