

NGHIÊN CỨU QUÁ TRÌNH TẠO BỘT MÀU BETACYANIN THU NHẬN TỪ VỎ QUẢ THANH LONG (*Hylocereus undatus*)

Đào Thị Mỹ Linh*, Nguyễn Thị Quỳnh Mai,
Trần Hạ Nghi, Huỳnh Thị Duyên

Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM

*Email: linhdtm@cntp.edu.vn

Ngày nhận bài: 02/8/2018; Ngày chấp nhận đăng: 15/11/2018

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện với mục tiêu thu nhận betacyanin từ vỏ quả thanh long ruột trắng. Các yếu tố được khảo sát trong quá trình tách chiết thu dịch có chứa betacyanin bao gồm tỷ lệ nguyên liệu:dung môi (1:25-1:100 (w/v)), công suất vi sóng (70, 210, 350, 490 W), thời gian vi sóng (0-180 giây) và pH (3-7). Dịch thu sau tách chiết được cô quay làm tăng hàm lượng betacyanin. Quá trình sấy phun thực hiện với 2 thông số khảo sát được lựa chọn là nồng độ maltodextrin (4-8%) và nhiệt độ đầu vào (130-170 °C). Bột betacyanin được đánh giá qua một số đặc tính về cấu trúc, khả năng kháng gốc tự do DPPH và phenolic tổng. Kết quả cho thấy hàm lượng betacyanin cao nhất khi tách chiết bằng nước cất với tỷ lệ nguyên liệu:dung môi 1:50 (w/v), pH 7, công suất vi sóng 350 W trong thời gian 90 giây. Hiệu suất thu hồi betacyanin cao nhất khi bổ sung maltodextrin ở nồng độ 4% (w/v), nhiệt độ sấy phun 150 °C. Bột betacyanin có hàm lượng phenolic tổng số 141,86 mg GAE/100 mL, hoạt tính khử gốc tự do DPPH là 19,62 (mg/mL). Bột có cấu trúc hạt mịn đồng nhất khi chụp SEM, quét phổ hồng ngoại FTIR xuất hiện các liên kết đặc trưng của betacyanin. Sản phẩm bột màu betacyanin có tiềm năng ứng dụng như chất màu thực phẩm có nguồn gốc sinh học.

Từ khóa: Betacyanin, chất màu thực phẩm, maltodextrin, DPPH, vỏ thanh long, vi sóng.

1. MỞ ĐẦU

Betacyanin là một dưỡng chất thực vật (phytochemical) có sắc tố màu đỏ, tồn tại ở nhiều trái cây, rau củ đặc biệt trong hoa giấy, củ dền, củ cải đỏ, thanh long ruột đỏ. Do phân tử chứa nhiều nhóm chức phân cực (-OH, -COOH, -NH), các sắc tố betacyanin dễ tan trong nước hay dung dịch ethanol. Betacyanin có tác dụng chống lại các rối loạn liên quan đến stress như tim mạch, ung thư, lão hoá, đồng thời có khả năng chống oxy hóa thông qua loại bỏ các gốc tự do [1]. Chính vì vậy, 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 [2, 3]. Bên cạnh nguồn nguyên liệu phổ biến nhất hiện nay được sử dụng khai thác chất màu betacyanin là củ cải đỏ thì vỏ thanh long cũng thu hút nhiều sự quan tâm nghiên cứu của nhiều nhà khoa học. Wu *et al.* (2006) đã chứng minh cả vỏ và thịt quả thanh long ruột đỏ đều có hoạt tính chống oxy hóa cao, đều chứa hàm lượng lớn chất chống oxy hóa polyphenol và được chứng minh có tác dụng chống lại hiệu quả tăng sinh của khối u ác tính [4]. Nhiều nghiên cứu khác cũng thực hiện tách chiết thu nhận bột màu betacyanin từ vỏ thanh long và xác định các hoạt tính sinh học của sản phẩm [5-7].

Ở Việt Nam hiện nay, thanh long ruột trắng (*Hylocereus undatus*) được trồng rất phổ biến ở các tỉnh miền Nam. Việc tiêu thụ thanh long ở dạng tươi hay dạng đã qua chế biến

(rượu vang, nước ép, mứt, sấy) sẽ tạo ra một lượng lớn vỏ quả còn giàu betacyanin. Vì vậy, việc tận dụng vỏ thanh long thu bột màu betacyanin sẽ góp phần giảm thiểu tác động của phụ phẩm nông nghiệp đến môi trường, đồng thời mở thêm hướng ứng dụng từ phụ phẩm này.

Xuất phát từ các vấn đề trên, nghiên cứu này được thực hiện với mục đích xác định điều kiện tách chiết betacyanin từ vỏ thanh long bằng phương pháp vi sóng, sau đó sấy phun tạo bột màu betacyanin và đánh giá một số tính chất lý hóa của sản phẩm.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Quả thanh long ruột trắng (*Hylocereus undatus*) được thu gom tại xã Phú Ngãi Trị, huyện Châu Thành, tỉnh Long An. Nghiên cứu được thực hiện trên những quả không sâu bệnh, có cùng độ chín sinh lý và được đo giá trị đo độ màu vỏ bằng phương pháp so màu vật rắn có giá trị h° từ $4^{\circ}11 - 7^{\circ}28$, C từ 28,02-30,41; L từ 31,73-33,98. Quả thanh long tươi được rửa sạch, phần thịt quả được tách riêng và sử dụng cho nghiên cứu khác, phần vỏ được loại tai xanh, cắt nhỏ thành miếng có kích thước 3 x 3 cm, sau đó được sấy khô ở nhiệt độ 70 °C trong 16 giờ. Vỏ khô được xay bằng máy xay bột khô và rây qua kích thước lỗ 0,4 mm, bột thu được có giá trị độ màu (h° từ $18^{\circ}33 - 19^{\circ}33$, C từ 17,78-19,92; L từ 47,42-51,25) được bảo quản trong túi nhôm ở nhiệt độ 4 °C trong thời gian 1-3 ngày trước khi sử dụng.

Maltodextrin DE10 dạng bột mịn, màu trắng được mua từ Himedia (Ấn Độ), DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) được cung cấp bởi Merk (Đức).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tách chiết betacyanin

Quá trình tách chiết betacyanin được thực hiện bằng phương pháp vi sóng với dung môi là nước cất. Các yếu tố được khảo sát gồm tỷ lệ nguyên liệu (bột vỏ thanh long): nước cất (1:25, 1:50, 1:75, 1:100 w/v), công suất vi sóng (70, 210, 350, 490 W), thời gian vi sóng (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 giây) và pH (3, 4, 5, 6, 7). Sau đó, hỗn hợp được lọc thô qua rây 0,4 mm, dịch lọc được ly tâm ở tốc độ 5500 vòng/phút trong 15 phút. Dịch nổi chứa betacyanin được thu nhận và hàm lượng betacyanin được xác định như mô tả ở mục 2.2.4. [8].

2.2.2. Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình sấy phun

Dịch thu được sau quá trình tách chiết được cô quay ở nhiệt độ 60 °C, áp suất 65 cmHg, sau đó sấy phun để thu nhận bột màu betacyanin. Quá trình sấy phun được tiến hành ở tốc độ nhập liệu 360 (mL/h), áp suất 70 kPa, các yếu tố khảo sát gồm nồng độ maltodextrin (4, 6, 8% w/v) và nhiệt độ đầu vào (130, 150, 170 °C). Hiệu suất thu hồi betacyanin được xác định để đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố này.

2.2.3. Đánh giá một số đặc tính của bột màu

Khả năng khử gốc tự do DPPH của sản phẩm được xác định dựa theo phương pháp của Sharma *et al.* (2012) có chút điều chỉnh [9]. Dịch chiết betacyanin (5 mL) với các nồng độ khác nhau 0; 2,5; 5,0; 10; 20; 40 (mg/mL) được phản ứng với dung dịch DPPH nồng độ 80 (µg/mL) (5 mL) trong 30 phút ở điều kiện không có ánh sáng. Hỗn hợp sau đó được đo mật độ quang OD tại bước sóng 517 nm với mẫu blank là methanol.

Tỷ lệ phần trăm hoạt tính kháng oxy hóa được xác định theo công thức sau:

$$\text{Tỷ lệ \% hoạt tính bắt gốc tự do DPPH} = \frac{OD_C - OD_m}{OD_C} \times 100$$

Trong đó: OD_m và OD_c : giá trị mật độ quang OD của mẫu dịch chiết và đối chứng.

Dựa vào tỷ lệ % hoạt tính bắt gốc tự do DPPH, phương trình tương quan tuyến tính được xây dựng để xác định giá trị IC50 (nồng độ mà tại đó bắt 50% gốc tự do DPPH). Mẫu tương ứng với giá trị IC50 càng thấp có hoạt tính kháng oxy hóa càng cao.

Chỉ tiêu tổng vi khuẩn hiếu khí được xác định bởi công ty TNHH TŨV Rheinland Việt Nam.

Hàm lượng phenolic tổng được phân tích tại Trung tâm Công nghệ Việt Đức - Trường ĐH Công nghiệp Thực phẩm Thành phố Hồ Chí Minh.

SEM và FTIR được phân tích tại Phòng Thí nghiệm Công nghệ Nano – SHPTLabs và Phòng Thí nghiệm Phân tích trung tâm - ĐH Khoa học Tự nhiên Thành phố Hồ Chí Minh.

2.2.4. Phương pháp phân tích

Xác định hàm lượng betacyanin:

Hàm lượng betacyanin được xác định bằng phương pháp đo quang phổ. Hàm lượng betacyanin được xác định bằng định luật Lambert-Beer với độ hấp thụ ở 538 nm. Hàm lượng betacyanin (BC) được tính theo mg/100g chất khô [10].

Xác định độ nhớt:

Độ nhớt của dung dịch được xác định bằng nhớt kế mao quản.

Phương pháp so màu vật rắn:

Màu sắc của bột betacyanin được đo bằng máy so màu vật rắn CR-400/CR-410 Konica Minolta. Xác định các giá trị L, h° và C.

$$h^\circ = \left[\arctan^{-1}(b/a) \right] \quad C = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Trong đó:

- h° (heu) góc độ để xác định tông màu (0° hoặc 360° là tông màu đỏ; 90° là tông màu vàng; 180° là tông màu xanh lá; 270° là tông màu xanh lam).
- C (Chroma): độ bão hòa của màu (đậm hoặc nhạt); L (Lightness): độ sáng hay tối của màu; a: trị số của tông màu đỏ; b: trị số của tông màu vàng.

Xử lý số liệu: Tất cả các thí nghiệm được lặp lại ít nhất 3 lần, số liệu thu nhận được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2010, Statgraphics centurion XVI và OriginPro 8.5.

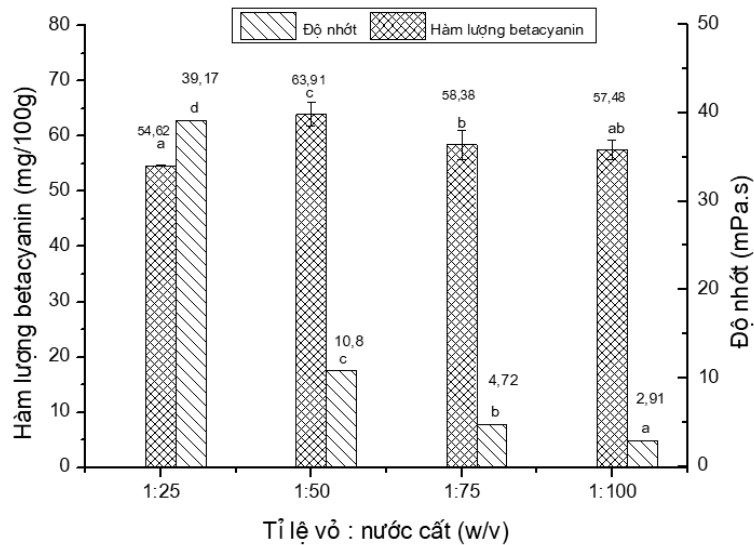
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả khảo sát các điều kiện ảnh hưởng đến quá trình tách chiết betacyanin

3.1.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu và dung môi

Trong quá trình tách chiết betacyanin từ vỏ quả thanh long, dung môi được sử dụng có thể là nước cất hoặc ethanol [10, 11]. Tuy nhiên, ethanol được ghi nhận là có khả năng hòa tan betacyanin tốt hơn [12]. Sử dụng nước cất có thể gây khó khăn trong việc phân tách các thành phần protein tan trong nước, tuy nhiên đây là phương pháp đơn giản, chi phí thấp và đồng thời cũng mang lại hiệu quả như các dung môi hữu cơ [13]. Do đó, trong nghiên cứu này, bột vỏ thanh long được hòa trong nước cất theo các tỷ lệ khác nhau để thực hiện quá trình trích ly betacyanin với thời gian vi sóng 90 giây và công suất 300 W. Hỗn hợp sau khi

trích ly được lọc, ly tâm ở tốc độ 5500 vòng/phút trong 15 phút, sau đó xác định hàm lượng betacyanin và độ nhớt.

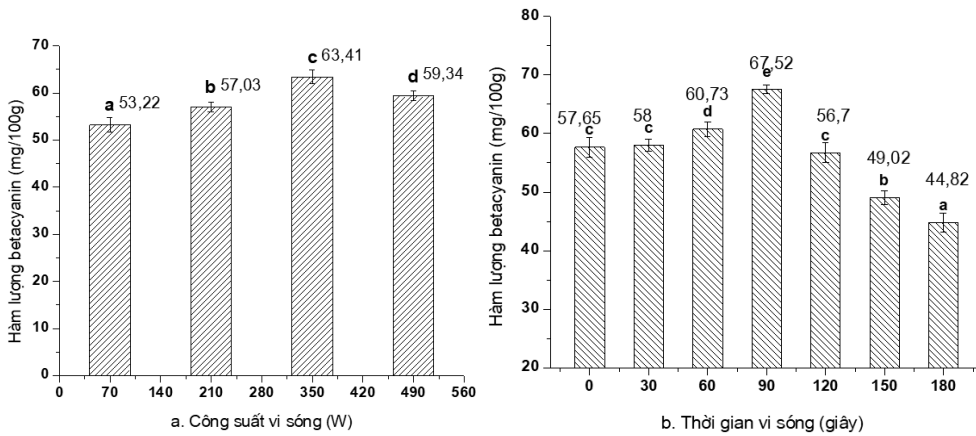


Hình 1. Sự thay đổi hàm lượng betacyanin và độ nhớt theo tỷ lệ nguyên liệu:dung môi
 Các ký tự ^{abcd} là giá trị trung bình cột, thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Kết quả ở Hình 1 cho thấy khi tăng lượng nước cất dùng để trích ly, độ nhớt giảm từ 39,17 mPa.s xuống 2,91 mPa.s. Độ nhớt giảm giúp cho quá trình lọc dịch chiết qua rây dễ dàng hơn. Tuy nhiên, ở tỷ lệ nguyên liệu:dung môi là 1:50, hàm lượng betacyanin tổng đạt cao nhất (63,91 mg/100g) với độ nhớt là 10,80 mPa.s. Hàm lượng betacyanin tổng thấp nhất (54,62 mg/100g) khi trích ly ở tỷ lệ 1:25 (thấp hơn mức cao nhất 1,17 lần). Lượng nước sử dụng ít dẫn đến việc tách chiết không hoàn toàn betacyanin, nhưng tăng tỷ lệ nước cao có thể gây ra lãng phí ở các công đoạn sau của quá trình tách chiết. Vì sự hòa tan các chất vào dung môi là quá trình vật lý nên Cacace và Mazza (2003) đã giải thích rằng: lượng dung môi tăng sẽ tạo điều kiện cho các hoạt chất sinh học tiếp xúc với dung môi dẫn đến khả năng thẩm thấu cao hơn; nhưng hiệu suất thu nhận các thành phần hoạt tính sinh học sẽ không tiếp tục tăng khi đã đạt được sự cân bằng [14]. Vì vậy, tỷ lệ bột vò và nước được chọn là 1:50 (w/v) cho các nghiên cứu tiếp theo.

3.1.2. Ảnh hưởng của vi sóng

Phương pháp vi sóng được lựa chọn thực hiện để tách chiết vì nó có nhiều ưu điểm như hiệu suất tách chiết cao hơn, tiết kiệm thời gian và dung môi so với phương pháp tách chiết thông thường, đồng thời cũng tiết kiệm năng lượng hơn so với phương pháp siêu âm [15, 16]. Dưới tác dụng của vi sóng, các tế bào bị tác dụng nhiệt, thay đổi áp suất đột ngột làm chúng vỡ ra, tiết ra các chất nội bào, trong đó có dịch chiết betacyanin cần thu nhận [16]. Bức xạ vi sóng tạo điều kiện cho sự khuếch tán của các sắc tố vào dung môi. Tuy nhiên, nếu trong cùng một thời gian tách chiết, công suất quá cao sẽ dẫn đến tốc độ gia nhiệt nhanh hơn. Nhiệt độ cao và tốc độ gia nhiệt nhanh sẽ làm thoái hóa sắc tố betacyanin dẫn đến hàm lượng betacyanin trong dịch chiết giảm đáng kể.



Hình 2. Sự thay đổi hàm lượng betacyanin theo công suất (a) và thời gian (b) vi sóng
 Các ký tự ^{abcd} là giá trị trung bình cột, thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

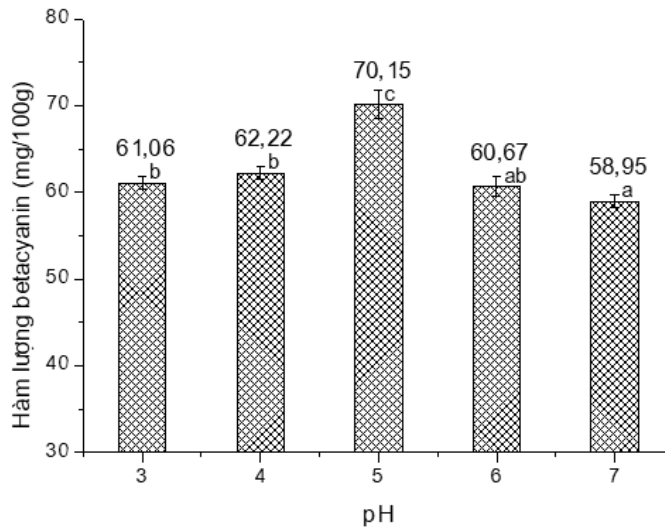
Kết quả thực nghiệm cho thấy công suất ảnh hưởng có nghĩa đến hiệu quả tách chiết betacyanin ($p < 0,05$). Vi sóng ở công suất 350 W thu được dịch chiết chứa hàm lượng betacyanin cao nhất, khi tiếp tục tăng công suất vi sóng thì hàm lượng betacyanin sẽ giảm xuống (Hình 2a).

Theo kết quả ở Hình 2b, thời gian vi sóng 90 giây cho kết quả hàm lượng betacyanin cao nhất (67,52 mg/100g), cao hơn 1,11 lần so với thời gian 60 giây; hàm lượng betacyanin thấp nhất (44,82 mg/100g) khi vi sóng với thời gian 180 giây (thấp hơn mức cao nhất 1,5 lần). Thời gian vi sóng càng tăng thì hàm lượng betacyanin cũng sẽ tăng dần. Tuy nhiên ở 90 giây hàm lượng betacyanin tổng đã dừng lại ở mức tối đa mà không tăng thêm nữa. Sau khoảng thời gian này, hàm lượng betacyanin giảm do chúng bị phân hủy thành betaxanthins có màu vàng. Betalain thường được biết đến như các chất màu không ổn định nhiệt, tốc độ phân hủy tăng nhanh cùng với sự gia tăng nhiệt độ và thời gian gia nhiệt [11]. Do đó, hàm lượng betalain bị giảm mạnh khi trích ly ở nhiệt độ cao trong thời gian dài. Kết quả nghiên cứu của Cardoso-Ugarte *et al.* (2013) cũng chỉ ra rằng khi tiến hành vi sóng trong khoảng thời gian 90-120 giây sẽ thu được betacyanin cao nhất, còn betaxanthins thu được cao khi thời gian xử lý vi sóng trong khoảng 140-150 giây [15]. Từ những lý do trên, vi sóng với công suất 350 W trong thời gian 90 giây được chọn để trích ly thu nhận betacyanin trong nghiên cứu này.

3.1.3. Ảnh hưởng của pH

Betacyanin là nhóm sắc tố có màu đỏ - đỏ tím, sự ổn định màu sắc của betacyanin bị ảnh hưởng rất lớn bởi pH, khi pH càng tăng, môi trường kiềm mạnh có thể làm betacyanin bị thủy phân thành betanidin (màu đỏ) hay thành betaxanthin (màu vàng) [17, 18]. Tuy nhiên phản ứng thủy phân betacyanin có tính thuận nghịch, ở điều kiện môi trường acid thì betacyanin được tái tạo trở lại và dung dịch sẽ có màu sắc như ban đầu [19].

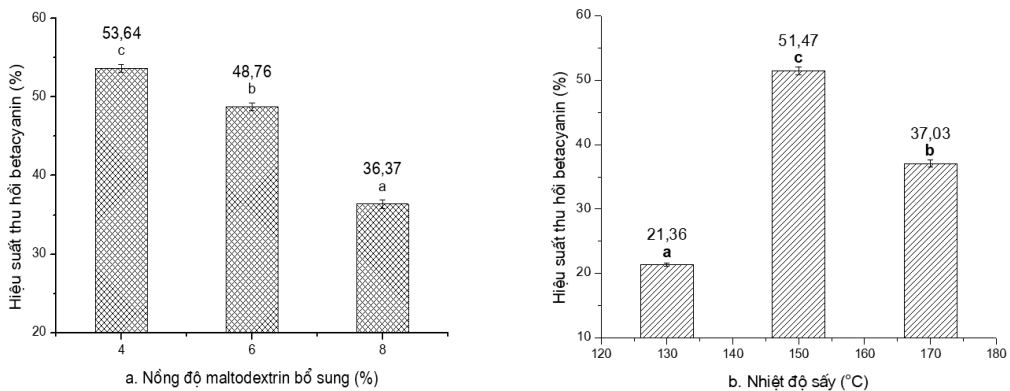
Hỗn hợp bột vỏ thanh long và nước cất được hiệu chỉnh pH bằng acid citric 5% và natribicarbonate 5% để tạo ra các môi trường pH từ 3-5. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của pH được thể hiện ở Hình 3, cho thấy hàm lượng betacyanin tăng dần từ pH 3 tới pH 5 và giảm dần từ pH 6 tới pH 7. Trong đó, ở pH 5, hàm lượng betacyanin thu được cao nhất (70,15 mg/100g) và gấp 1,189 lần so với hàm lượng betacyanin thu được thấp nhất (58,95 mg/100g) ở pH 7. Nghiên cứu của Harivaindaran *et al.* (2008), Priatnia và Pradita (2015) cũng công bố kết quả tương tự [11, 6]. Một số kết quả nghiên cứu khác cho rằng betacyanin ít bị ảnh hưởng nhất ở pH từ 4-6 [17, 18]. Vì vậy, quá trình trích ly được thực hiện ở pH 5 là hoàn toàn phù hợp để thu nhận betacyanin với hiệu suất cao nhất.



Hình 3. Sự thay đổi hàm lượng betacyanin theo pH dung môi chiết
 Các ký tự ^{abcd} là giá trị trung bình cột, thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

3.2. Ảnh hưởng của nồng độ maltodextrin và nhiệt độ sấy phun đến hiệu suất thu nhận bột màu betacyanin

Maltodextrin được bổ sung vào dịch chiết trước khi sấy nhằm mục đích tăng nồng độ chất khô, tạo điều kiện cho quá trình sấy phun được thực hiện dễ dàng hơn. Khi bổ sung maltodextrin với tỷ lệ 4, 6, 8% (w/v) thì nồng độ chất khô của dịch chiết betacyanin trước sấy tương ứng là 6, 8, 10 (°Bx). Nghiên cứu của Zaini (2009) đã chỉ ra rằng việc bổ sung quá nhiều maltodextrin và sấy phun ở nhiệt độ đầu vào quá cao sẽ khiến bột trở nên kết dính và độ ẩm tăng lên [20].



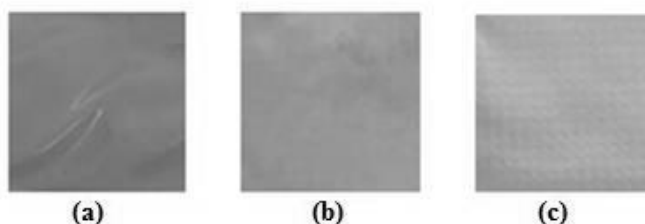
Hình 4. Ảnh hưởng của nồng độ maltodextrin (a) và nhiệt độ sấy phun (b) đến hiệu suất thu hồi betacyanin
 Các ký tự ^{abcd} là giá trị trung bình cột, thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Kết quả khảo sát cho thấy hiệu suất thu hồi betacyanin giảm dần khi tăng nồng độ maltodextrin (Hình 4a). Hàm lượng betacyanin giảm khi bổ sung nhiều maltodextrin chủ yếu do lượng maltodextrin tăng dẫn đến tăng tổng khối lượng của mẫu làm cho tỷ lệ betacyanin trong mẫu giảm. Hàm lượng betacyanin sẽ giảm đi đáng kể khi bổ sung maltodextrin ở nồng độ 8% (w/v), hiệu suất thu hồi betacyanin đạt thấp nhất (36,37%), độ ẩm của bột màu đo

được là 8,59%. Tỷ lệ bổ sung maltodextrin càng thấp thì sản phẩm tạo thành có hàm lượng betacyanin càng cao, khi nồng độ maltodextrin là 4% và 6% (w/v), độ ẩm của bột màu tương ứng là 8,26% và 8,77%. Kết quả xử lý số liệu về hiệu suất thu hồi betacyanin cho thấy không có sự khác biệt về mặt thống kê giữa 4% và 6% (w/v). Nhìn chung, độ ẩm của bột sấy phun không có sự thay đổi đáng kể trong quá trình khảo sát ảnh hưởng của nồng độ maltodextrin tại các điểm khảo sát, độ ẩm của bột sấy phun nhỏ hơn 10% phù hợp với nghiên cứu của Tze *et al.* (2012) [21]. Ngoài ra, các mẫu bột được đo độ màu thông qua phương pháp so màu vật rắn, kết quả thể hiện trong Bảng 1. Cả 3 mẫu đều cho giá trị h° nhỏ, dưới 10° , chứng tỏ đều trong khung màu đỏ. Giá trị h° tăng lên khi tăng nồng độ maltodextrin, đồng thời giá trị C giảm dần. Do vậy, ở tỷ lệ maltodextrin cao độ màu đỏ giảm dần, điều này cũng được ghi nhận tương ứng khi quan sát các mẫu bằng mắt thường, màu hồng đậm nhất ở nồng độ maltodextrin 4% (w/v) (Hình 5). Xét về độ sáng của các mẫu bột, mẫu bột bổ sung 4% maltodextrin có độ tối nhất (tương ứng giá trị L cao nhất). Điều này có thể giải thích là do mẫu này có giá trị a (trị số tông màu đỏ) cao nhất nên sẽ làm tăng độ tối của mẫu [5]. Như vậy, để thu hồi bột có hàm lượng betacyanin cao, đạt độ ẩm thích hợp và đồng thời tiết kiệm chi phí thì nồng độ maltodextrin 4% (w/v) là thích hợp cho quá trình sấy phun.

Bảng 1. Các giá trị liên quan đến độ màu của các mẫu bột sấy phun

Tỷ lệ bổ sung maltodextrin	L	a	b	h°	C
4%	50,93	23,46	7,89	$3^{\circ}08$	24,75
6%	48,24	20,15	5,20	$3^{\circ}96$	20,81
8%	45,75	18,64	4,58	$4^{\circ}15$	19,19



Hình 5. Màu sắc bột betacyanin sau khi sấy phun với nồng độ maltodextrin (a): 4%, (b): 6%, (c): 8% (w/v)

Nhiệt độ đầu vào 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 betacyanin. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ sấy phun đến hiệu suất thu hồi betacyanin được thể hiện trong Hình 4b. Hiệu suất thu hồi đạt 21,36% khi nhiệt độ đầu vào thấp (130°C), độ ẩm của sản phẩm khá cao (12,26%) 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 150°C , độ ẩm của sản phẩm giảm xuống (8,77%), hiệu suất thu hồi bột tăng lên đáng kể (51,47%). Khi nhiệt độ sấy tiếp tục tăng, khả năng tách ẩm của bột tăng lên, độ ẩm của sản phẩm tạo thành thấp (7,59%), quá trình tạo bột thuận lợi hơn nhưng hàm lượng betacyanin giảm đi do tác động của nhiệt độ, bột màu betacyanin bị mất màu, sản phẩm chuyển sang màu trắng của maltodextrin.

Pichayajittipong và Thaiudom (2014) 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 $140-160^{\circ}\text{C}$ là tối ưu nhất [22]. Nghiên cứu của Tze *et al.* (2012) cũng chỉ ra nhiệt độ sấy phun thích hợp đối với bột màu betacyanin là 155°C [21]. Như vậy, theo kết quả khảo sát nhiệt độ đầu vào cho quá trình sấy phun thu nhận bột màu betacyanin nằm trong khoảng $150-160^{\circ}\text{C}$.

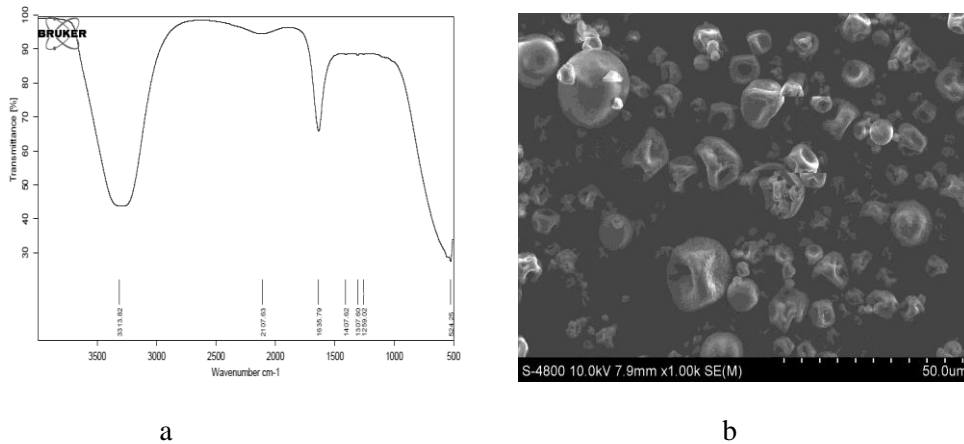
3.3. Đánh giá một số đặc tính của bột betacyanin

Khả năng khử gốc tự do DPPH: được dùng để đánh giá hoạt tính chống oxy hóa, có đến 90% các nghiên cứu về chất chống oxy hóa sử dụng phép phân tích này [23]. Khả năng khử gốc tự do DPPH của bột màu betacyanin phụ thuộc vào nồng độ, hay nói cách khác khi nồng độ tăng thì khả năng khử gốc tự do DPPH tăng. Với nồng độ 40 mg/mL, tỷ lệ phần trăm khả năng bắt gốc tự do DPPH của bột màu betacyanin là 88,12%. Giá trị IC50 của hoạt tính khử gốc tự do DPPH của bột màu betacyanin đã được xác định khi ở nồng độ này là 19,62 mg/mL.

Chỉ tiêu vi sinh: theo Ủy ban Tiêu chuẩn Thực phẩm Codex Quốc tế, quy chuẩn ban hành về mức giới hạn của tổng mật độ vi sinh vật hiếu khí tối đa trong thực phẩm là 10^6 CFU/g [24]. Kết quả phân tích vi sinh theo phương pháp ISO 4833-1:2013 cho thấy tổng vi sinh vật hiếu khí có trong mẫu bột màu nằm trong giới hạn cho phép ($5,6 \times 10^4$ CFU/g).

Hàm lượng phenolic tổng số của mẫu bột màu betacyanin được phân tích theo TCVN 9745-1:2013 đạt 141,86 mg GAE/100 mL. Kết quả trên cho thấy trong betacyanin có gốc polyphenol, chứng tỏ bột betacyanin có khả năng chống oxy hóa [4].

Phổ hồng ngoại FTIR của sản phẩm bột betacyanin sau khi hoàn nguyên được thể hiện trong Hình 6a. Kết quả cho thấy bột màu có 2 đỉnh hấp thụ: đỉnh $3313,82 \text{ cm}^{-1}$ tương ứng với liên kết O-H và đỉnh $1635,79 \text{ cm}^{-1}$ tương ứng với liên kết C=O trong cấu trúc phân tử [25]. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Syafinar *et al.* (2015) khi tiến hành quét phổ hồng ngoại của betacyanin được tách chiết bởi nước cất (đỉnh 3407 cm^{-1} tương ứng với liên kết O-H và đỉnh 1666 cm^{-1} tương ứng với liên kết C=O) [26].



Hình 6. Ảnh chụp phổ FTIR (a) và SEM của bột màu betacyanin (b)

Hình ảnh cấu trúc bề mặt của bột betacyanin được tách chiết từ vỏ thanh long được đánh giá bằng SEM và kết quả được thể hiện trong Hình 6b. Kết quả cho thấy hình dạng của bột betacyanin có bổ sung vật liệu trợ sấy maltodextrin 10 DE thường có hình cầu, kích thước không đồng đều (30-200 μm), bề mặt hạt có các mặt lõm do sự co rút trong quá trình sấy khi tiếp xúc nhiệt, điều này cũng giúp hạn chế xu hướng kết dính các hạt bột vào nhau. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Kumar và Giridhar (2016) khi sấy phun bột màu betacyanin được tách chiết từ hạt mồng tơi (*Basella rubra*) [27]. Nghiên cứu của Cai và Corke (2000) về sấy phun bột màu betacyanin được tách chiết từ rau dền (*Amaranthus*) với vật liệu trợ sấy là maltodextrin có các chỉ số dextrose (DE) khác nhau (10 DE, 20-23 DE và 28-31 DE) cho thấy rằng khi sử dụng maltodextrin có DE cao hơn, bề mặt hạt sẽ hoàn thiện và ít có các mặt lõm hơn [28].

4. KẾT LUẬN

Bột màu được tách chiết từ vỏ thanh long với các yếu tố tỷ lệ nguyên liệu và nước cất là 1:50 (w/v), pH 5, thực hiện vi sóng ở 350 W trong 90 giây. Dịch màu bổ sung 4% (w/v) maltodextrin được tiến hành sấy phun ở 150 °C đạt hiệu suất thu hồi 51,47%, với độ ẩm 8,26%. Bột màu betacyanin sau khi sấy phun có hoạt tính chống oxy hóa, giá trị IC50 về hoạt tính khử gốc tự do DPPH của bột betacyanin là 19,62 (mg/mL). Bột màu thu được từ nghiên cứu này có thể được sử dụng làm phụ gia thực phẩm an toàn cho người tiêu dùng.

Lời cảm ơn: Trân trọng cảm ơn Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM đã hỗ trợ kinh phí và tạo điều kiện về cơ sở vật chất giúp chúng tôi hoàn thành nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Leong H.Y., Show P.L., Lim M.H., Ooi C.W., and Ling T.C. - Natural red pigments from plants and their health benefits: A review, *Food Reviews International* **34** (5) (2018) 463-482.
2. Delgado-Vargas F., Jiménez A.R., and Paredes-López O. - Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains - characteristics, biosynthesis, processing, and stability, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **40** (3) (2000) 173-289.
3. Nerd Avinoam, Mizrahi Yosef - The effect of ripening stage on fruit quality after storage of yellow pitaya, *Postharvest Biology and Technology* **15** (2) (1999) 99-105.
4. Wu Li-chen, Hsu Hsiu-Wen, Chen Yun-Chen, Chiu Chih-Chung, Lin Yu-In, and Ho Ja-an Annie - Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya, *Food Chemistry* **95** (2006) 319-327.
5. Jamilah B., Shu C.E., Kharidah M., Noranizan A., and Dzulkifly M.A. - Physico-chemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel, *International Food Research Journal* **18** (1) (2011) 279-286.
6. Priatnia S., and Pradita A. -Stability study of betacyanin extract from red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peels, *Procedia Chemistry* **16** (2015) 438-444.
7. Roriz C. L., Barros L., Prieto M. A., Barreiro M. F., Morales P., and Ferreira I. C. F. R. - Modern extraction techniques optimized to extract betacyanins from *Gomphrena globosa* L., *Industrial Crops and Products* **105** (2017) 29-40.
8. Sengkhamparn N., Chanshotikul N., Assawajitpukdee C., and Khamjae T. - Effects of blanching and drying on fiber rich powder from pitaya (*Hylocereus undatus*) peel, *International Food Research Journal* **20** (4) (2013) 1595-1600.
9. Sharma S., Hullatti K., Sachin K.K, and Tiwari B. - Comparative antioxidant activity of *Cuscuta reflexa* and *Cassipoupa filiformis*, *Journal of Pharmacy Research* **5** (1) (2012) 441-443.
10. Ramli N.S., Ismail P., and Rahmat A. - Influence of conventional and ultrasonic-assisted extraction on phenolic contents, betacyanin contents, and antioxidant capacity of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*), *The Scientific World Journal* **2014** (2014) 1-7.
11. Harivaindaran K.V., Rebecca O.P., and Chandran S. - Study of optimal temperature, pH and stability of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel for use as potential natural colorant, *Pakistan Journal of Biological Sciences* **11** (18) (2008) 2259-2263.
12. Nassim N., Hasanah M.G., Mehrnoush A., Anis S.M.H., and Mohd Y.A.M. - Characterization and quantification of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) betacyanin

- pigments extracted by two procedures, *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science* **35** (1) (2012) 33-40.
13. Cai Y., and Corke H. - *Amaranthus* betacyanin pigments applied in model food systems, *Journal of Food Science* **64** (5) (1999) 869-873.
 14. Cacace J., Mazza G. - Mass transfer process during extraction of phenolic compounds from milled berries, *Journal of Food Engineering* **59** (4) (2003) 379-389.
 15. Cardoso-Ugarte G.A., Sosa-Morales M.E., Ballard T., Liceaga A., and Martín-González M.F.San - Microwave-assisted extraction of betalains from red beet (*Beta vulgaris*), *Food Science and Technology* **59** (1) (2014) 276-282.
 16. Pap N., Beszedes S., Pongrácz E., Myllykoski L., Gábor M., Gyimes E., Hodúr C., and Keiski R.L. - Microwave-assisted extraction of anthocyanins from black currant marc, *Food Bioprocess Technology* (2012) 1-10.
 17. Woo K. K., Ngou F. H., Ngo L. S., Soong W.K. and Tang P. Y. - Stability of betalain pigment from red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*), *American Journal of Food Technology* **6** (2) (2011) 140-148.
 18. Herbach K. M., Maier C., Stintzing F. C., and Carle R. - Effects of processing and storage on juice colour and betacyanin stability of purple pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) juice, *European Food Research and Technology* **224** (5) (2007) 649–658.
 19. Bilyk A., and Howard M. - Reversibility of thermal degradation of betacyanines under the influence of isoascorbic acid, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **30** (1982) 906-908.
 20. Zaini S.N.B.M. - Production of *Mangifera indica* powder using spray dryer and the effect of drying on its physical properties, Bachelor Thesis, University Malaysia Pahang, 2009 (1-24).
 21. Tze Ng Lay, Han Chong Pik, Yusof Yus Aniza, Ling Chin Nyuk, Talib Rosnita A., Taip Farah Saleena, Aziz Mohammad Gulzarul. - Physicochemical and nutritional properties of spray-dried pitaya fruit powder as natural colorant, *Food Science and Biotechnology* **21** (3) (2012) 675-682.
 22. Pichayajittipong P., and Thaiudom S. - Optimum condition of beta-cyanin colorant production from red dragon fruit (*Hylocercus polyrhizus*) peels using response surface methodology, *Chiangmai University Journal of Natural Sciences* **13** (1) (2014) 469-482.
 23. Joon-Kwan M., and Takayuki S. - Antioxidant assays for plant and food components, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **57** (5) (2009) 1655-1666.
 24. Nisa A., Saeed K., Hina S., Zahra N., Mazhar S., Kalim I., and Syed Q. - Nutritional, antioxidant, microbiological and toxicological studies on red dye extracted from red beet roots (*Beta vulgaris*), *Research Journal of Chemical Sciences* **5** (4) (2015) 1-6.
 25. Coates J. - Interpretation of infrared spectra, A practical approach, in: *Encyclopedia of Analytical Chemistry* (R.A. Meyers (Ed.)), John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2000, 10815-10837.
 26. Syafinar R., Gomesh N., Irwanto M., Fareq M., and Irwan Y. M. - FT-IR and UV-VIS spectroscopy photochemical analysis of dragon fruit, *Journal of Engineering and Applied Sciences* **10** (15) (2015) 6354-6358.
 27. Kumar S. S., and Giridhar P. - Stabilization of bioactive betalain pigment from fruits of *Basella rubra L.* through maltodextrin encapsulation, *Madridge Journal of Food Technology* **1** (1) (2016) 66-70.
 28. Cai Y.Z., Corke H. - Production and properties of spray-dried amaranthus betacyanin pigments, *Journal of Food Science* **65** (7) (2000) 1248-1252.

ABSTRACT

PRODUCTION OF BETACYANIN POWDER FROM DRAGON FRUIT (*Hylocereus undatus*) PEELS

Dao Thi My Linh*, Nguyen Thi Quynh Mai,
Tran Ha Nghi, Huynh Thi Duyen
Ho Chi Minh City University of Food Industry
*Email: linhdtm@cntp.edu.vn

The purpose of this study was to extract betacyanin from white dragon fruit (*Hylocereus undatus*) peel. Some significant factors for the extraction process such as: material and solvent ratio, microwave capacity, microwave time, and pH were investigated. The juice after extraction was concentrated using a rotary evaporator to increase the betacyanin content. In the drying process, maltodextrin percentage and temperature were investigated. The results showed that the maximum betacyanin content was obtained when the extraction process was performed with distilled water, material:solvent ratio of 1:50 (w/v), pH of 7; microwave capacity of 350 W in 90 seconds. Maximum yield of betacyanin was found with 4% maltodextrin and sprayed drying temperature of 150 °C. Betacyanin powder was characterized to contain phenolic concentration of 141.86 mg GAE/100 mL and DPPH antioxidant activity of 19.62 mg/mL. Fine and identical granular was shown in SEM graph. FTIR spectra showed some characteristic peaks of betacyanin. Betacyanin has the potential for application in food technology as a biological coloring agent.

Keywords: Betacyanin, food coloring, maltodextrin, DPPH, dragon fruit peel, microwave.