

NGHIÊN CỨU VI BAO ANTHOCYANIN BẰNG GELATIN BIẾN TÍNH

STUDY ON ANTHOCYANIN MICROENCAPSULATION BY MODIFIED GELATIN

Châu Thành Hiền¹, Đặng Minh Nhật^{2*}

¹Trường Cao đẳng Lương thực - Thực phẩm, Việt Nam

²Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng, Việt Nam

*Tác giả liên hệ / Corresponding author: dmnhat@dut.udn.vn

(Nhận bài / Received: 26/5/2023; Sửa bài / Revised: 12/7/2023; Chấp nhận đăng / Accepted: 02/8/2023)

Tóm tắt - Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố Tỷ lệ anthocyanin (vật liệu nhân)/ gelatin (vật liệu phủ); Nồng độ dung dịch vi bao; Nhiệt độ không khí sấy; Tốc độ dòng phun đến hiệu suất vi bao và trạng thái sản phẩm vi bao. Kết quả nghiên cứu cho thấy: tỷ lệ anthocyanin/gelatin, nồng độ dung dịch vi bao, nhiệt độ không khí và tốc độ dòng phun đều ảnh hưởng đến hiệu suất vi bao và trạng thái sản phẩm vi bao. Điều kiện thích hợp để vi bao anthocyanin bằng gelatin biến tính như sau: Tỷ lệ anthocyanin/gelatin=1/4 (w/w); Nồng độ dung dịch vi bao: 20⁰Bx; Nhiệt độ không khí: 150⁰C. Tốc độ dòng phun: 800 ml/h. Anthocyanin được vi bao bởi gelatin biến tính bột màu đỏ tươi, toí, mịn; Độ ẩm 4,98%; Tan hoàn toàn trong nước; Hiệu suất vi bao đạt 87,98%. Anthocyanin sau vi bao được bảo quản trong túi PE nhiệt độ thường sau thời gian 100 ngày hàm lượng anthocyanin còn lại đạt 88,32%.

Từ khóa - vi bao, anthocyanin, gelatin, gelatin biến tính, hiệu suất vi bao.

1. Đặt vấn đề

Vi bao (microencapsulation) là công nghệ bao gói các vật liệu rắn, lỏng hay khí bằng một chất khác tạo thành các viên vi nang. Các chất được vi bao được gọi là vật liệu nhân, thành phần vật liệu nhân được giải phóng khỏi vật liệu phủ ở điều kiện kiểm soát cụ thể. Các vật liệu vi bao được gọi là vật liệu phủ hay lớp phủ. Các vi nang có thể có một lớp hoặc nhiều lớp phủ sắp xếp theo từng lớp có độ dày khác nhau xung quanh lõi.

Phương pháp vi bao có thể được thực hiện bằng các kỹ thuật khác nhau: sấy phun, sấy thăng hoa, sấy bằng không khí, tạo giọt,... Trong đó phương pháp sấy phun vẫn là phương pháp dùng phổ biến trong công nghệ vi bao bởi hiệu quả vi bao cao, vi bao được nhiều loại nguyên liệu, chi phí khá thấp và thuận lợi về mặt thiết bị [1].

Trong lĩnh vực công nghệ thực phẩm, kỹ thuật vi bao đã được sử dụng rộng rãi để bảo vệ một số sản phẩm dễ bị phân hủy bởi yếu tố môi trường như dầu cá, curcumin, anthocyanin,...

Để quá trình vi bao đạt hiệu quả cao, vật liệu phủ (wall material) đóng vai trò quyết định đến hiệu suất vi bao và hiệu quả bảo quản chất được vi bao. Vật liệu phủ thường dùng trong vi bao gồm: polysaccharide (tinh bột, maltodextrin,...), protein (gelatin, casein,...). Trong đó, gelatin là sự lựa chọn tốt nhất bởi chúng có tính nhũ hóa

Abstract - This paper presents the studying results of the effect of various factors such as anthocyanin (core material)/gelatin (wall material) ratio; the concentration of microencapsulated solution; the air temperature; and the spray flow rate on microencapsulation efficiency and microencapsulation product status. The results showed that: the anthocyanin/gelatin ratio, the concentration of microencapsulated solution, air temperature, and spray flow rate affected the microencapsulation efficiency and microencapsulation product status. The appropriate conditions for microencapsulating anthocyanins with modified gelatin were determined as follows: Anthocyanin/gelatin ratio =1/4 (w/w); concentration of microencapsulated solution: 20⁰Bx; air temperature: 150⁰C, spray flow rate: 800 ml/h. Anthocyanins microencapsulated by modified gelatin has bright red powder, fluffy, and smooth; moisture accounted for 4.98%; completely soluble in water; microencapsulation efficiency reached 87.98%. Microencapsulated anthocyanins are stored at normal temperature for 100 days in PE bags, the remaining anthocyanin content reaches 88.32%.

Key words - microencapsulation, anthocyanin, gelatin, modified gelatin, Microencapsulation efficiency.

cao, có khả năng tạo màng tốt, có khuynh hướng tạo thành mạng lưới dày đặc khi làm khô [1], [2].

Hiện nay việc sử dụng các chất màu tự nhiên thay thế chất màu tổng hợp trong các ngành công nghiệp thực phẩm, dược phẩm đang là xu hướng trên thế giới. Trong số các chất màu tự nhiên được quan tâm phải kể đến là anthocyanin, một chất màu tự nhiên, có màu sắc đẹp, hoạt tính sinh học cao như khả năng kháng oxy hóa, chống viêm, ức chế tế bào ung thư,... Tuy nhiên, nhược điểm của anthocyanin dễ bị thoái hóa và giảm hoạt tính sinh học bởi tác động của điều kiện môi trường như ánh sáng, nhiệt độ, oxy,... trong thời gian bảo quản.

Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm tìm ra các thông số kỹ thuật thích hợp cho quá trình vi bao chất màu anthocyanin bằng gelatin biến tính bởi enzyme transglutaminase đạt hiệu suất cao nhất, tăng độ ổn định của anthocyanin theo thời gian.

2. Nguyên liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên liệu

- Chất màu anthocyanin được thu nhận từ đài hoa bụi giấm với hàm lượng anthocyanin 977,32 mg/100g; độ ẩm 5,03%. Quá trình thu nhận chất màu anthocyanin được thể hiện ở Mục 2.2.4.

- Gelatin (từ da cá nưg dai dương) biến tính bằng

¹ College of Food industry, Vietnam (Chau Thanh Hien)

² The University of Danang - University of Science and Technology, Vietnam (Dang Minh Nhat)

enzyme transglutaminase có độ Bloom 249,5g; độ ẩm 4,53%. Quá trình biến tính gelatin bằng enzyme transglutaminase được thể hiện ở mục 2.2.5.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp xác định hàm lượng anthocyanin

Hàm lượng anthocyanin được xác định bằng phương pháp pH vì sai dựa trên nguyên tắc chất màu anthocyanin thay đổi theo pH. Tại pH 1 các anthocyanin tồn tại ở dạng oxonium hoặc flavium có độ hấp thụ cực đại, tại pH 4,5 chúng lại ở dạng carbinol không màu [3].

Mẫu được định mức bằng dung dịch đệm pH 1,0 và pH 4,5. Đo mật độ quang của mẫu ở pH 1,0 và pH 4,5 tại bước sóng hấp thụ cực đại 520nm và tại bước sóng 700nm (hiệu chỉnh độ mù) bằng máy quang phổ kế UV-Vis CARY 60. Hàm lượng anthocyanin được tính theo công thức:

$$M = \frac{A \times MW \times DF \times V \times 10^3}{\epsilon \times l}$$

Trong đó:

- M là hàm lượng màu anthocyanin (tính theo cyanidin-3-glucoside, mg);

- A là độ hấp thụ của mẫu đã pha loãng;

$$A = (A_{\lambda_{\max}} - A_{700})_{\text{pH } 1.0} - (A_{\lambda_{\max}} - A_{700})_{\text{pH } 4.5}$$

$A_{\lambda_{\max}}$: mật độ quang của mẫu đo tại bước sóng hấp thụ cực đại (520 nm);

A_{700} : mật độ quang của mẫu đo tại bước sóng 700nm.

- MW: khối lượng phân tử của anthocyanin, tính theo cyanidin-3-glucoside (449,2g/mol);

- l: chiều dày của cuvet, cm;

- DF: độ pha loãng;

- V: thể tích mẫu thu được của mẫu, lít;

- ϵ : hệ số hấp thụ phân tử (26.900 lít x mol⁻¹ x cm⁻¹)

- 10³ hệ số chuyển đổi từ g sang mg.

2.2.2. Phương pháp xác định hiệu suất vi bao [2]

Hiệu suất vi bao (EE) được tính bằng tỉ lệ phần trăm (%) giữa tổng hàm lượng anthocyanin (TAC) có trong mẫu sau khi vi bao và hàm lượng anthocyanin trên bề mặt (SAC) của các hạt sau khi vi bao và được tính theo công thức:

$$EE(\%) = \frac{TAC - SAC}{TAC} \cdot 100$$

Trong đó:

- TAC: tổng hàm lượng anthocyanin có trong mẫu. TAC được xác định như sau: Lấy 100 mg mẫu, thêm 1 ml nước cất, dùng chày và cối để nghiền nát mẫu để giải phóng hoàn toàn anthocyanin có trong mẫu. Sau đó thêm 10 ml ethanol 80%, chiết trong 5 phút, lọc trong và xác định hàm lượng anthocyanin như Mục 2.2.1.

- SAC: hàm lượng anthocyanin trên bề mặt hạt sau khi vi bao. SAC được xác định như sau: Lấy 100 mg mẫu rửa nhanh với 10 ml ethanol 80% trong 10 giây, lọc trong và xác định hàm lượng anthocyanin như mục 2.2.1.

2.2.3. Phương pháp vi bao anthocyanin bằng gelatin biến tính

Hỗn hợp gồm anthocyanin và gelatin biến tính theo tỷ

lệ: 1/3÷1/4,5 (w/w) được hòa vào nước cất, khuấy trộn liên tục để thu được hỗn hợp đồng nhất, sau đó điều chỉnh nồng độ chất khô sau cùng đạt 15÷30^oBx [2], [3], [5].

Quá trình vi bao được thực hiện trên máy sấy phun BUCHI Mini Spray Dryer B-290 với nhiệt độ sấy từ 140÷180^oC, tốc độ dòng phun 600÷1000 ml/giờ. Quá trình vi bao được tiến hành tại Trung Tâm sản xuất và dịch vụ, Trường Cao đẳng Lương thực - Thực phẩm. Địa chỉ: 101B Lê Hữu Trác, Quận Sơn Trà, thành phố Đà Nẵng.

2.2.4. Phương pháp thu nhận chất màu anthocyanin

Quá trình thu nhận chất màu anthocyanin từ đài hoa bưởi gồm các bước sau:

+ Xử lý: Hoa bưởi giã tươi được loại bỏ các hoa hồng, tách lấy phần đài hoa, rửa sạch, để ráo.

+ Sấy: Đài hoa bưởi giã được sấy khô ở 65^o C cho đến khi độ ẩm đạt ≤ 10%, bảo quản lạnh 2-5^o C phục vụ nghiên cứu.

+ Chiết tách anthocyanin: Chất màu anthocyanin từ đài hoa bưởi giã khô được chiết với nước, nhiệt độ 50^o C, thời gian 30 phút, tỷ lệ nguyên liệu/dung môi 1/10.

+ Cô đặc: Dịch chiết thu được tiến hành cô đặc chân không ở nhiệt độ 60^o C, áp suất 72mmHg đến khi nồng độ dung dịch đạt 15^oBx.

+ Sấy: Dịch chiết giàu anthocyanin từ đài hoa bưởi giã được tiến hành sấy phun với lượng maltodextrin bổ sung là 30% (% so với nồng độ của dịch chiết) ở nhiệt độ 160^o C trên thiết bị sấy phun B-290. Sản phẩm được đóng gói chân không và bảo quản ở nhiệt độ thường [3].

2.2.5. Phương pháp biến tính gelatin

Quá trình biến tính gelatin bằng enzyme transglutaminase gồm các bước như sau:

+ Chuẩn bị dung dịch gelatin: Hoà tan gelatin bằng nước cất và điều chỉnh nồng độ gelatin về 18%, điều chỉnh pH 7 bằng dung dịch NaOH 1N.

+ Biến tính: Cho enzyme transglutaminase vào dung dịch gelatin với hàm lượng 25mg/g gelatin, biến tính ở nhiệt độ 40^oC, thời gian 80 phút.

+ Sấy, đóng gói: Dung dịch gelatin được sấy bởi máy sấy hiệu BUCHI Mini Spray Dryer B-290 ở nhiệt độ 145^oC. Sau khi sấy sản phẩm gelatin có độ ẩm 4÷5% được đóng gói chân không và bảo quản ở nhiệt độ thường [4]

2.2.6. Phương pháp xác định độ hoà tan [6]

Độ hòa tan (WSI) anthocyanin được xác định như sau: Lấy 2,5g hoà trong 30 ml nước cất, khuấy đều trong ống ly tâm 50ml trong 5 phút. Ống ly tâm được giữ ở 37^oC trong bể cách thủy trong 35 phút. Sau đó dung dịch được ly tâm ở trong 20 phút ở 4^oC. Phần nổi phía trên đem cân trước và sau khi sấy khô ở 105^oC đến khối lượng không đổi. Độ hoà tan được tính theo công thức:

$$WSI(\%) = \frac{\text{khối lượng phần nổi sau khi sấy khô}}{\text{khối lượng nguyên liệu ban đầu}} \times 100$$

2.2.7. Phương pháp xác định độ ẩm theo TCVN 10788:2015

Độ ẩm của anthocyanin được xác định bằng phương pháp sấy đến khối lượng không đổi ở 105^oC trong thời gian

3 giờ, sau đó làm nguội bằng bình hút ẩm và cân. Độ ẩm được tính bằng sự giảm khối lượng của mẫu trước và sau khi sấy.

2.2.8. Phương pháp phân tích số liệu

Các kết quả nghiên cứu là trung bình của 3 lần lặp lại. So sánh sự khác biệt đáng kể được thực hiện ở $p < 0,05$ bằng phần mềm Minitab 19.

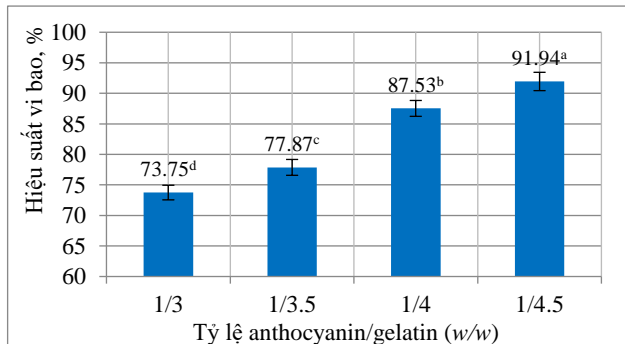
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của một số yếu tố đến hiệu suất vi bao và trạng thái của sản phẩm vi bao

Trong kỹ thuật vi bao thì hiệu suất vi bao là một trong những chỉ tiêu quan trọng để đánh giá hiệu quả của quá trình vi bao, hiệu suất vi bao càng lớn đồng nghĩa với việc bảo giữ hoạt chất của phần tử được vi bao càng lớn dưới tác động của yếu tố môi trường [1]. Trong phạm vi nghiên cứu này nhóm tác giả chủ yếu nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố đến hiệu suất vi bao.

3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ anthocyanin/gelatin

Theo tham khảo một số kết quả nghiên cứu [2], [5] và nghiên cứu sơ bộ, để khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ anthocyanin/gelatin đến hiệu suất vi bao và độ tan của sản phẩm vi bao, nhóm tác giả chọn nồng độ dung dịch vi bao 20°Bx , tốc độ dòng phun 700 ml/giờ, nhiệt độ không khí sấy 150°C và khảo sát tỷ lệ anthocyanin/gelatin ở các mức 1/3; 1/3,5; 1/4; 1/4,5 (w/w). Các bước tiến hành như mục 2.2.3 và kết quả được thể hiện ở đồ thị Hình 1.



Hình 1. Ảnh hưởng của tỷ lệ anthocyanin/gelatin đến hiệu suất vi bao

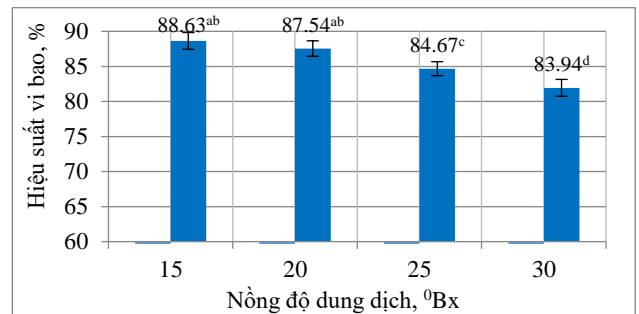
(Các chữ cái khác nhau trên đồ thị thể hiện sai khác có ý nghĩa với $p < 0,05$)

Đồ thị Hình 1 cho thấy tỷ lệ anthocyanin/gelatin có ảnh hưởng rõ rệt đến hiệu suất vi bao anthocyanin. Khi tăng tỷ lệ anthocyanin/gelatin thì hiệu suất vi bao càng tăng. Theo đó, hiệu suất vi bao tăng từ 73,75% ứng với tỷ lệ anthocyanin/gelatin = 1/3(w/w) lên 91,94% ứng với tỷ lệ anthocyanin/gelatin 1/4,5(w/w). Điều này được giải thích: Bản chất gelatin là protein, chúng có khả năng nhũ hoá, khả năng tạo màng rất tốt, có thể bao phủ các cấu tử khác khi chúng tạo thành dung dịch đồng nhất với cấu tử đó. Khi tăng lượng gelatin, tức là tăng vật liệu tạo màng trong khi lượng anthocyanin không đổi làm cho hầu hết các phân tử anthocyanin đều có cơ hội được bao phủ bởi gelatin trong quá trình vi bao [1]. Do đó, khi tăng lượng gelatin dẫn đến hiệu suất vi bao anthocyanin càng tăng. Tuy nhiên, khi tăng tỷ lệ anthocyanin/gelatin đến 1/4,5(w/w) sản phẩm vi bao anthocyanin thu được có màu đỏ nhạt, khác xa so với sản

phẩm vi bao ở tỷ lệ anthocyanin/gelatin còn lại và anthocyanin nguyên liệu. Với kết quả nghiên cứu trên nhóm tác giả chọn tỷ lệ anthocyanin/gelatin = 1/4 (w/w) cho các nghiên cứu tiếp theo.

3.2.1. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch vi bao anthocyanin- gelatin

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả chọn tỷ lệ anthocyanin/gelatin = 1/4 (w/w), tốc độ dòng phun 700ml/giờ, nhiệt độ không khí sấy 150°C và khảo sát nồng độ dung dịch vi bao anthocyanin- gelatin ở các mức 15°Bx , 20°Bx , 25°Bx và 30°Bx đến hiệu suất vi bao. Kết quả được thể hiện ở đồ thị Hình 2.



Hình 2. Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch vi bao đến hiệu suất vi bao

(Các chữ cái khác nhau trên đồ thị thể hiện sai khác có ý nghĩa với $p < 0,05$)

Dựa vào kết quả Hình 2 thấy rằng nồng độ dung dịch vi bao anthocyanin - gelatin có ảnh hưởng đến hiệu suất vi bao. Khi tăng nồng độ dung dịch anthocyanin - gelatin, hiệu suất vi bao có xu hướng giảm. Cụ thể, khi tăng nồng độ dung dịch anthocyanin - gelatin từ 15°Bx lên đến 30°Bx hiệu suất vi bao giảm từ 88,63% xuống 83,94% tương ứng. Tiếp tục tăng nồng độ dung dịch anthocyanin- gelatin lên 35°Bx thì quá trình vi bao không thực hiện được, sản phẩm sau vi bao không ở dạng hạt mà tạo thành dạng màng, sợi do độ nhớt quá cao. Nguyên nhân của sự thay đổi trên là do khi tăng nồng độ dung dịch anthocyanin- gelatin càng lớn thì hỗn hợp tạo thành trở nên kết dính nhất nên khi thực hiện quá trình vi bao màng gelatin khó bao phủ hết anthocyanin làm cho hiệu suất vi bao giảm. Hiệu suất vi bao ở 15°Bx và 20°Bx khác nhau không có nghĩa. Từ kết quả nghiên cứu trên nhóm tác giả chọn nồng độ dung dịch anthocyanin - gelatin 20°Bx để thực hiện quá trình vi bao.

3.2.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ không khí sấy phun

Để khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ không khí sấy phun đến hiệu suất vi bao nhóm tác giả chọn tỷ lệ anthocyanin/gelatin = 1/4 (w/w), nồng độ dung dịch anthocyanin- gelatin 20°Bx , tốc độ dòng phun 700 ml/giờ và chọn nhiệt độ không khí sấy phun ở mức 130°C , 140°C , 150°C , 160°C , 170°C và 180°C . Các bước tiến hành như mục 2.2.3 và kết quả đạt được như Bảng 1.

Từ kết quả thu được ở Bảng 1 cho thấy nhiệt độ không khí sấy ở 130°C không thực hiện được quá trình vi bao anthocyanin bằng gelatin, sản phẩm vi bao có độ ẩm cao, dính kết. Tăng nhiệt độ không khí từ 140°C đến 170°C quá trình vi bao thực hiện được. Theo đó, ở nhiệt độ không khí 140°C cho hiệu suất vi bao thấp nhất (79,25%), độ ẩm sản phẩm cao nhất (8,86%), với độ ẩm này không phù hợp cho

quá trình bảo quản và sản phẩm thu được không mịn. Ở nhiệt độ không khí từ 150°C đến 170°C cho hiệu suất vi bao khá cao (87,36÷87,94%), độ ẩm sản phẩm đạt (5,04÷5,26%), sản phẩm rời, mịn, màu đỏ tươi. Tuy nhiên ở các mức nhiệt độ không khí này cho hiệu suất vi bao, độ ẩm sản phẩm khác nhau không có nghĩa. Nguyên nhân của sự thay đổi trên là do khi cố định tốc độ dòng phun nguyên liệu nếu tăng nhiệt độ của không khí sấy làm cho ẩm từ trong các hạt nguyên liệu sẽ bốc lên dễ dàng, triệt để hơn. Từ kết quả thu được nhóm tác giả chọn nhiệt độ không khí 150°C cho nghiên cứu tiếp theo để tiết kiệm năng lượng. Kết quả nghiên cứu trên cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của tác giả Sahar Akhavan Mahdavi và cộng sự đã chọn nhiệt độ không khí sấy là 150°C để thực hiện vi bao anthocyanin bằng maltodextrin, gum Arabic và gelatin [2].

Bảng 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ không khí sấy đến hiệu suất vi bao, độ ẩm và trạng thái sản phẩm

Nhiệt độ không khí (°C)	Hiệu suất vi bao (%)	Độ ẩm (%)	Trạng thái của sản phẩm vi bao
130	-	12,87 ^a ± 0,36	Sản phẩm vi bao ẩm, dính bột
140	79,25 ^b ± 2,14	8,86 ^b ± 0,21	Sản phẩm vi bao rời, màu đỏ tươi
150	87,38 ^a ± 1,63	5,26 ^c ± 0,41	Sản phẩm vi bao rời, mịn, màu đỏ tươi
160	87,36 ^a ± 2,14	5,14 ^c ± 0,33	Sản phẩm vi bao rời, mịn, màu đỏ tươi
170	87,94 ^a ± 2,08	5,04 ^c ± 0,37	Sản phẩm vi bao rời, mịn, màu đỏ tươi

(Các chữ cái khác nhau trên cùng một cột thể hiện sai khác có ý nghĩa với $p < 0,05$)

3.2.3. Ảnh hưởng của tốc độ dòng phun

Trong nghiên cứu này nhóm tác giả chọn tốc độ dòng phun nguyên liệu vi bao ở các mức 600 ml/giờ, 700 ml/giờ, 800 ml/giờ, 900 ml/giờ và 1000 ml/giờ. Kết quả ảnh hưởng của tốc độ dòng phun đến hiệu suất vi bao, độ ẩm và trạng thái sản phẩm được thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của tốc độ dòng phun đến hiệu suất vi bao, độ ẩm và trạng thái sản phẩm

Tốc độ dòng phun (ml/giờ)	Hiệu suất vi bao (%)	Độ ẩm (%)	Trạng thái của sản phẩm vi bao
600	88,07 ^a ± 2,32	5,23 ^c ± 0,26	Sản phẩm vi bao rời, mịn, màu đỏ tươi
700	87,85 ^a ± 2,76	5,16 ^c ± 0,32	Sản phẩm vi bao rời, mịn, màu đỏ tươi
800	87,95 ^a ± 2,31	5,46 ^c ± 0,41	Sản phẩm vi bao rời, mịn, màu đỏ tươi
900	87,69 ^b ± 1,98	8,12 ^b ± 0,27	Sản phẩm vi bao ít rời, không mịn, màu đỏ tươi
1000	79,60 ^c ± 2,25	11,45 ^a ± 0,25	Sản phẩm vi bao hơi dính, màu đỏ tươi

(Các chữ cái khác nhau trên cùng một cột thể hiện sai khác có ý nghĩa với $p < 0,05$)



Kết quả thu được từ Bảng 2 cho thấy ở các mức tốc độ dòng phun 600 ml/giờ, 700 ml/giờ, 800 ml/giờ và 900 ml/giờ đều cho hiệu suất vi bao cao (87,85÷88,07%),

độ ẩm sản phẩm đạt (5,16÷5,41%), sản phẩm vi bao rời, mịn, màu đỏ tươi, duy nhất ở tốc độ dòng phun 900ml/giờ cho sản phẩm vi bao có độ ẩm 8,12%, sản phẩm vi bao ít rời, không mịn. Khi tốc độ dòng phun lên 1000 ml/giờ, hiệu suất vi bao giảm 79,6%, độ ẩm cao (11,45%), sản phẩm vi bao hơi dính. Nguyên nhân của sự thay đổi trên là do tăng tốc độ dòng phun nguyên liệu làm cho các hạt nguyên liệu được phun dưới dạng sương mù ở mật độ cao, có xu hướng dễ bị dính chùm trong không gian buồng sấy, ẩm từ các hạt nguyên liệu bốc lên không kịp dẫn đến độ ẩm sản phẩm vi bao cao. Từ kết quả nghiên cứu trên nhóm tác giả chọn tốc độ dòng phun 800 ml/giờ cho quá trình vi bao anthocyanin.

3.3. Khảo sát một số chỉ tiêu của sản phẩm vi bao anthocyanin bằng gelatin biến tính

Để khảo sát một số chỉ tiêu của sản phẩm vi bao anthocyanin bằng gelatin biến tính nhóm tác giả tiến hành vi bao với các thông số kỹ thuật như sau: Tỷ lệ anthocyanin/gelatin= 1/4(w/w); Nồng độ dung dịch: 20^oBx, nhiệt độ sấy 150°C, tốc độ dòng phun: 800 ml/giờ. Quy trình vi bao như Mục 2.2.3 và so sánh với anthocyanin nguyên liệu. Kết quả được thể hiện ở Bảng 3.

Bảng 3. Một số chỉ tiêu của anthocyanin vi bao và anthocyanin nguyên liệu

Chỉ tiêu	Anthocyanin vi bao	Anthocyanin nguyên liệu
Cảm quan	Bột màu tươi, mịn, màu đỏ tươi	Bột màu tươi, mịn, màu đỏ đậm.
Độ ẩm	4,98±0,43	5,06±0,36
Tính tan	tan hoàn toàn trong nước	tan hoàn toàn trong nước
Hiệu suất vi bao (%)	87,98±1,15	-
Sản phẩm		

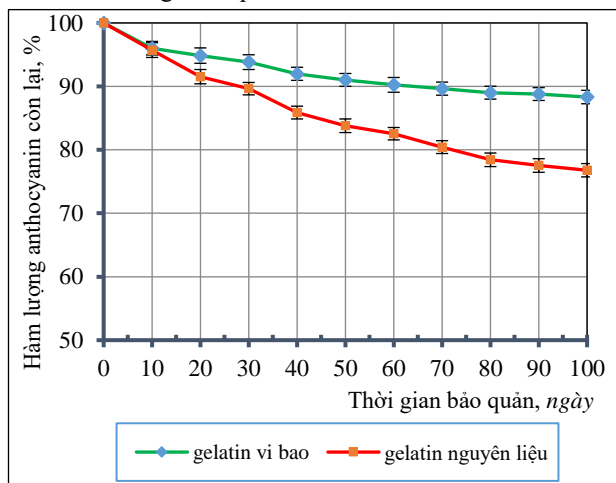
Hình 3. Một số chỉ tiêu của anthocyanin vi bao và anthocyanin nguyên liệu

Kết quả trên cho thấy khi vi bao anthocyanin với điều kiện nghiên cứu như trên cho hiệu suất vi bao 87,98%. Anthocyanin vi bao và anthocyanin nguyên liệu có các chỉ tiêu cảm quan, độ ẩm, tính tan tương đương nhau. Tuy nhiên đối với anthocyanin nguyên liệu có màu đỏ đậm hơn so với mẫu vi bao. Kết quả hiệu suất vi bao nghiên cứu thấp hơn so với nghiên cứu của tác giả Sahar Akhavan Mahdavi và cộng sự khi sử dụng gelatin vi bao anthocyanin với hiệu suất 94,97% khi sử dụng tỷ lệ anthocyanin/gelatin= 1/4 (w/w). Nguyên nhân có sự khác biệt trên là có thể do tác giả sử dụng vật liệu phủ (gelatin) có độ Bloom lớn hơn dẫn đến khả năng tạo màng bao phủ tốt hơn. Mặt khác, hiệu suất vi bao còn có thể phụ thuộc vào thiết bị vi bao [1].

3.4. Nghiên cứu độ ổn định anthocyanin của sản phẩm vi bao trong quá trình bảo quản

Độ ổn định của anthocyanin được xác định bằng phần trăm anthocyanin còn lại tại thời điểm đo so với ban đầu.

Đề dễ dàng thấy được tác dụng của quá trình vi bao đến độ ổn định của anthocyanin, nhóm tác giả tiến hành theo dõi, so sánh sự thay đổi hàm lượng anthocyanin của mẫu vi bao và không vi bao trong thời gian 100 ngày với chu kỳ xác định 10 ngày/lần. Các mẫu được cho vào trong túi PE ở nhiệt độ thường. Kết quả được thể hiện ở Hình 4.



Hình 4. Sự thay đổi hàm lượng anthocyanin theo thời gian

Từ Hình 4 thấy rằng: hàm lượng anthocyanin giảm dần theo thời gian. Sau 100 ngày theo dõi, hàm lượng anthocyanin còn lại 88,32% ở mẫu anthocyanin vi bao, trong khi ở mẫu anthocyanin nguyên liệu là 76,78%. Theo đó, trong 10 ngày đầu, tốc độ giảm anthocyanin của mẫu anthocyanin vi bao và anthocyanin tương đương nhau, sau đó tốc độ giảm hàm lượng anthocyanin có sự khác biệt rõ giữa 2 mẫu, trong đó hàm lượng anthocyanin ở mẫu anthocyanin vi bao giảm chậm hơn so với mẫu anthocyanin nguyên liệu. Nguyên nhân có thể do, theo thời gian bảo quản dưới tác động của điều kiện môi trường (nhiệt độ, ánh sáng, oxy,...) anthocyanin dễ bị thoái hóa làm cho hàm lượng anthocyanin giảm dần. Tuy nhiên, anthocyanin được vi bao bởi gelatin như rào chắn vật lý ngăn cản sự tác động của điều kiện bên ngoài nên hạn chế được sự thoái hóa [1], [7].

4. Kết luận

Quá trình vi bao anthocyanin bởi gelatin biến tính chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố như tỷ lệ anthocyanin/gelatin, nồng độ dung dịch vi bao, nhiệt độ không khí và tốc độ dòng phun. Đã tìm ra điều kiện kỹ thuật thích hợp để vi bao anthocyanin bằng gelatin biến tính gồm: tỷ lệ anthocyanin/gelatin = 1/4 (w/w), nồng độ dung dịch vi bao 20⁰Bx, nhiệt độ sấy phun 150⁰C và tốc độ dòng phun 800 ml/giờ. Anthocyanin được vi bao có màu đỏ tươi, rời, mịn và có khả năng làm giảm tổn thất anthocyanin trong quá trình bảo quản so với anthocyanin nguyên liệu. Sản phẩm tạo thành có thể ứng dụng làm chất màu tự nhiên an toàn cho các sản phẩm thực phẩm với độ ổn định tốt hơn so với anthocyanin không vi bao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] F. Paulo and L. Santos, "Design of experiments for microencapsulation applications: A review", *Materials Science and Engineering*, vol. 77, pp. 1327–1340, 2017.
- [2] S. A. Mahdavi, S. M. Jafari, E. Assadpoor, and D. Dehnad, "Microencapsulation optimization of natural anthocyanins with maltodextrin, gum Arabic and gelatin", *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 85, pp. 379–385, 2016.
- [3] T. T. T. Quyen, M. T. H. Thanh, and N. T. H. Tam, "Research on the acquisition and application of anthocyanin-rich pigments from hibiscus sabdariffalinn. in the production of hard candy", *Journal of Chemistry and Applications*, Vol. 1B, no. 60B, pp. 76–80, 2022.
- [4] C. T. Hien, "Research on obtaining and modifying gelatin from seafood waste and application in food technology", Doctoral thesis in engineering, *The University of Danang*, 2019.
- [5] H. D. Le and V. V. M. Le, "Application of ultrasound to microencapsulation of coconut milk fat by spray drying method", *J Food Sci Technol*, vol. 52, no. 4, pp. 2474–2478, 2015.
- [6] R. M. Syamaladevi, S. K. Insan, S. Dhawan, P. Andrews, and S. S. Sablani, Physicochemical Properties of Encapsulated Red Raspberry (*Rubus idaeus*) Powder: Influence of High-Pressure Homogenization, *An International Journal*, vol. 30, no. 5, pp. 484–493, 2012.
- [7] Y. Wang, Z. Lu, F. Lv, and X. Bie, "Study on microencapsulation of curcumin pigments by spray drying", *Eur Food Res Technol*, vol. 229, no. 3, pp. 391–396, 2009.