

NGHIÊN CỨU CHẾ BIẾN BỘT TỪ DỊCH CHIẾT TRÁI DÀNH DÀNH (*GARDENIA JASMINODES*) BẰNG PHƯƠNG PHÁP SẤY BỘT

● **HỒ ĐẠI¹ - NGUYỄN THỊ KIM OANH¹ - NGUYỄN ÁI THẠCH¹**
- NGUYỄN THỊ NGỌC DUNG² - NGUYỄN THỊ KIM DUNG³ - PHẠM THỊ MINH HOÀNG^{1,*}

¹ Khoa Nông nghiệp và Công nghệ Thực phẩm,
Trường Đại học Tiền Giang, tỉnh Đồng Tháp

² Ủy ban Nhân dân xã Tân Hương, tỉnh Đồng Tháp

³ Chi cục An toàn thực phẩm tỉnh Cà Mau

TÓM TẮT:

Nghiên cứu được thực hiện trên cơ sở khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến độ bền bột và khả năng tạo bột bao gồm tỷ lệ pha loãng dịch chiết dành dành : nước (dao động từ 50 : 50 đến 10 : 90), tỷ lệ bổ sung carboxymethyl cellulose (dao động từ 0 - 1% w/v), tỷ lệ albumin trứng bổ sung (dao động từ 2-10% w/v) và ảnh hưởng của nhiệt độ (dao động từ 50-70°C) đến chất lượng của bột thành phẩm. Kết quả nghiên cứu cho thấy, tỷ lệ pha loãng dịch chiết dành dành:nước là 40 : 60, tỷ lệ carboxymethyl cellulose bổ sung 0,5% và tỷ lệ albumin trứng 6% giúp tạo được sản phẩm có độ bền bột cao và khả năng tạo bột tốt. Mặt khác, màng bột xộp được tiến hành sấy ở nhiệt độ 60°C giúp thu hồi bột có màu sắc tốt, rút ngắn được thời gian sấy. Sản phẩm bột dành dành có màu đỏ cam, màu sắc đồng đều, bột có cấu trúc mịn, hàm lượng crocin (48,696 mg/g bột) không bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ sấy và sản phẩm có độ ẩm thấp giúp kéo dài thời gian bảo quản.

Từ khóa: bột, dành dành, hàm lượng crocin, sấy bột.

1. Đặt vấn đề

Dành dành có tên gọi khác là Chi từ hay Sơn chi từ, thuộc ngành ngọc lan (*Magnoliophyta*), lớp ngọc lan (*Magnoliopsida*), bộ cà phê (*Rubiales*), họ cà phê (*Rubiaceae*) [1]. Crocin thuộc nhóm carotenoid và là hợp chất tạo màu vàng chủ yếu trong dành dành. Một số nghiên cứu đã chỉ ra, crocin tan tốt trong nước, ethanol, methanol và aceton [2]. Do khả năng hòa tan trong nước và đặc tính chống oxy hóa độc đáo, crocin được sử dụng rộng rãi như một chất tạo màu thực phẩm tự nhiên. Ngoài ra, nhiều nghiên cứu cũng đã chứng

minh nhiều tác dụng được lý của crocin, bao gồm chống oxy hóa, chống khối u và chống trầm cảm [3, 4].

Màu sắc là một thuộc tính quan trọng của thực phẩm và ảnh hưởng đến khả năng chấp nhận của người tiêu dùng. Chất tạo màu được sử dụng trong ngành công nghiệp thực phẩm để tăng cường, đồng nhất và thay đổi màu sắc của thực phẩm [5]. Các nhóm chất màu thiên nhiên được sử dụng phổ biến như: anthocyanins, flavonoids, carotenoids, trong nhóm carotenoids thì crocin được chiết xuất từ dành dành cũng đang được quan tâm nghiên cứu.

Kỹ thuật sấy lưới bột 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. Phương pháp này bao gồm làm khô một lớp bột nguyên liệu mỏng, tiếp theo là nghiền để tạo thành bột. Kỹ thuật này đã được ứng dụng thành công trên nhiều loại thực phẩm khác nhau như khế, nước táo, xoài, chuối, quýt, nho đen, tôm và nước ép yacon [6]. Do cấu trúc xốp của vật liệu được tạo bột, sự chuyển khối được tăng cường dẫn đến thời gian sấy ngắn hơn và do đó đạt được chất lượng cao hơn trong sản phẩm được sấy khô [7]. Ứng dụng kỹ thuật sấy lưới bột vào chế biến các sản phẩm bột màu có nguồn gốc từ dịch chiết thực vật là một hướng nghiên cứu đang được quan tâm hiện nay.

Nhằm nâng cao giá trị sử dụng của nguyên liệu dành dành cũng như ứng dụng hợp chất màu từ thiên nhiên vào các sản phẩm thực phẩm, dược phẩm và ngành nuôi trồng thủy sản, nghiên cứu chế biến bột màu từ dịch chiết trái dành dành bằng phương pháp sấy bột bước đầu đề xuất quy trình chế biến bột màu có độ ẩm thấp, thuận lợi cho quá trình bảo quản. Nghiên cứu này cũng là tiền đề cho các nghiên cứu ứng dụng tiếp theo. Mục tiêu của nghiên cứu là khảo sát ảnh hưởng của chất tạo bột, chất ổn định bột cũng như ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng crocin, màu sắc và độ ẩm bột thành phẩm.

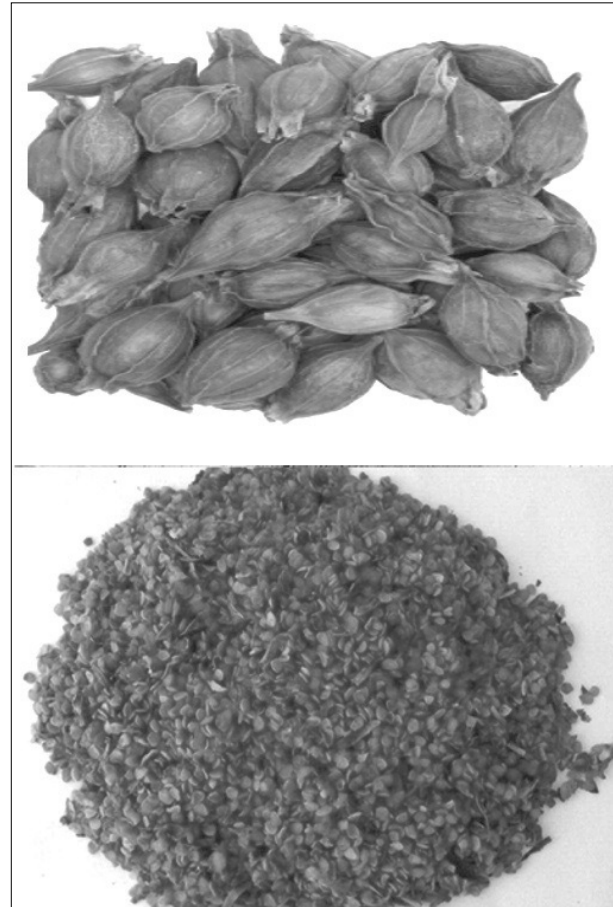
2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Nguyên liệu trái dành dành (Hình 1) được thu mua tại khu vực xã Châu Thành, tỉnh Đồng Tháp. Lựa chọn trái dành dành có vỏ đã chuyển dần sang màu vàng, không bị hư thối, nấm mốc. Trái dành dành được rửa sạch, tráng cón để tránh sự sinh trưởng, phát triển của nấm mốc ngoài vỏ, để khô tự nhiên và tiến hành sấy ở nhiệt độ 60°C đến khi độ ẩm dưới 10% và được bảo quản trong ngăn mát tủ lạnh ($18 \pm 2^\circ\text{C}$) bằng bao bì PA cho đến khi sử dụng.

Hóa chất: cồn tuyệt đối (99,5%, Cemaco - Việt Nam), albumin (Titan Biotech - Ấn Độ, Carboxymethyl cellulose (CMC, Shandong - Trung Quốc), Acetone (Đức Giang - Việt Nam), H_2SO_4 (Xilong - Trung Quốc), NaOH (Xilong - Trung

Hình 1: Trái và hạt dành dành sấy khô



Quốc). Các hóa chất đều đạt tiêu chuẩn hóa chất dùng trong phân tích.

Một số thiết bị sử dụng trong chế biến bột từ dịch chiết trái dành dành và phân tích các chỉ tiêu h a học được thể hiện trong Bảng 1.

2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Chuẩn bị dịch chiết dành dành: trái dành dành khô được tách bỏ phần vỏ và nghiền mịn bằng máy xay khô Toshiba, rây thu bột mịn ($<1,5 \text{ mm}$). Sau đó, tiến hành trích ly dành dành với dung môi ethanol nồng độ 50%, thời gian trích ly là 45 phút. Kế đến, hỗn hợp sẽ được lọc qua giấy lọc định tính 101 (đường kính 110 mm), sau đó dịch trích tiếp tục được đưa vào hệ thống cô quay chân không (RV10- IKA, Đức; nhiệt độ cô quay 50°C , thời gian cô quay 50-60 phút/500 mL dịch) giúp giảm phần lớn lượng dung môi, thu được dịch chiết. Dịch chiết được bảo quản lạnh đông, chuẩn bị cho quá trình sấy bột.

Thí nghiệm 1: Ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng dịch chiết : nước đến chất lượng bột

Dịch chiết từ quá trình chiết xuất được tiến hành pha loãng với nước theo các tỷ lệ khác nhau (tỷ lệ dịch chiết : nước dao động từ 50 : 50 đến 10 : 90), bổ sung albumin với hàm lượng 8 % (w/v) và hàm lượng carboxymethyl cellulose (CMC) dao động từ 0,5 % (w/v) được sử dụng làm chất ổn định bột. Hỗn hợp được đánh khuấy và tạo bột bằng máy đồng hóa tốc độ cao (L5M- SILVERSON, Anh). Thời gian đánh là 15 phút, sau đó hỗn hợp được đổ ra khay inox, chiều cao 3 mm và được sấy khô trong tủ sấy (DKN 412C-Yamato, Nhật Bản) ở nhiệt độ 50°C cho đến khi đạt độ ẩm cuối cùng (khoảng 6%). Lượng bột sau khi thu được nghiền mịn và sàng qua rây có kích thước lỗ khoảng 0,5 mm. Bột dành dành được cho vào bao bì PA và bảo quản lạnh (18±2°C) đến khi phân tích.

Các chỉ tiêu theo dõi: Hàm lượng crocin (mg/g), độ ẩm, màu sắc, khả năng tạo bột FC (%).

Thí nghiệm 2: Ảnh hưởng của hàm lượng carboxymethyl cellulose (CMC) bổ sung đến độ bền bột

Dịch chiết từ quá trình chiết xuất được tiến hành pha loãng với tỷ lệ thích hợp từ thí nghiệm 1, bổ sung albumin (chất tạo bột) với hàm lượng 8% (w/v) và hàm lượng CMC dao động từ 0 - 1% (w/v) được sử dụng làm chất ổn định bột. Hỗn hợp được đánh và tạo bột bằng máy đồng hóa ở tốc độ cao. Thời gian đánh là 15 phút, sau đó hỗn hợp được khảo sát độ bền bột ở các mốc thời gian: 30 phút, 60 phút, 90 phút, 120 phút, 150 phút và 180 phút.

Chỉ tiêu theo dõi: Độ bền bột theo thời gian FS (%)

Thí nghiệm 3: Ảnh hưởng của hàm lượng albumin bổ sung đến khả năng tạo bột

Dịch chiết từ quá trình chiết xuất được tiến hành pha loãng với các tỷ lệ thích hợp được chọn từ thí nghiệm 1, bổ sung albumin (chất tạo bột) với các hàm lượng thay đổi từ 2-10% (w/v) và CMC với hàm lượng được chọn từ thí nghiệm 2 được sử dụng làm chất ổn định bột. Hỗn hợp được đánh và tạo bột bằng máy đồng hóa ở tốc độ cao. Thời gian đánh là 15 phút, sau đó hỗn hợp được sấy khô trong tủ sấy ở

nhiệt độ 50°C cho đến khi đạt độ ẩm cuối cùng (≈6%). Mẫu sau khi thu được nghiền mịn và sàng qua rây cỡ 0,5 mm.

Các chỉ tiêu theo dõi: Độ ẩm, màu sắc, khả năng tạo bột FC (%).

Thí nghiệm 4: Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến chất lượng bột từ dịch chiết quả dành dành

Dịch chiết từ quá trình chiết xuất tiến hành pha loãng với các tỷ lệ thích hợp từ thí nghiệm 1, bổ sung CMC (chất ổn định bột) với hàm lượng được chọn từ thí nghiệm 2 và hàm lượng albumin (chất tạo bột) được chọn từ thí nghiệm 3. Hỗn hợp được đánh và tạo bột bằng máy đồng hóa ở tốc độ cao. Thời gian đánh là 15 phút, sau đó hỗn hợp được sấy khô trong tủ sấy ở các mức nhiệt độ 50-70°C cho đến khi đạt độ ẩm cuối cùng (≈6%). Mẫu sau khi thu được nghiền mịn và sàng qua rây cỡ 0,5 mm.

Các chỉ tiêu theo dõi: hàm lượng crocin (mg/g), độ ẩm, màu sắc.

2.3. Phương pháp phân tích

Phương pháp phân tích các chỉ tiêu hóa lý

Độ ẩm (%): Cân 3 g mẫu bột dành dành với sai số không vượt quá 0,001g cho vào chén cân đã được sấy cùng với nắp đậy, cho chén cân kèm nắp đậy vào tủ nâng nhiệt độ lên 105°C và sấy đến khối lượng không đổi. Hàm ẩm trong vật liệu được xác định dựa trên độ chênh lệch khối lượng trước và sau khi sấy [8].

Hàm lượng carotenoid (mg/g chất khô (CK)) được xác định theo mô tả bởi [9]. Cân 0,1g mẫu bột cho vào falcon 50 mL, sau đó thêm 30 mL acetone, vortex và để trong bóng tối hai ngày. Cho nước cất đến thể tích 50 mL, ly tâm 6.000 vòng/phút trong 15 phút, thu lấy dịch trong có màu vàng đậm. Pha loãng dịch màu rồi đo độ hấp thụ quang ở 3 bước sóng 470, 645 và 662 nm.

$$C_a = 11,75.A_{662} - 2,35.A_{645}$$

$$C_b = 18,61.A_{645} - 3,96.A_{662}$$

$$C_{x+c} = (1000.A_{470} - 2,27.C_a - 81,4.C_b)/227$$

$$X = \frac{C_{x+c} \cdot V \cdot F}{m(100 - w)/100}$$

X: hàm lượng carotenoid (μg/g)

C_a: hàm lượng chlorophyll a (μg/mL)

C_b : hàm lượng chlorophyll b ($\mu\text{g/mL}$)
 C_{x+c} : hàm lượng carotenoid ($\mu\text{g/mL}$)
 V : thể tích dịch chiết (mL)
 F : hệ số pha loãng
 m : khối lượng mẫu (g)
 w : độ ẩm nguyên liệu (%)

Crocin toàn phần (mg/g) được xác định bằng phương pháp đo quang phổ hấp thụ phân tử (UH5300- HITACHI, Nhật Bản) ở bước sóng 440 nm. Qua các nghiên cứu trước đây cho thấy, thành phần chính tạo nên màu vàng cho trái dành dành chính là crocin [10, 11]. Vì vậy, để thuận tiện cho việc tính toán, coi như chất màu chỉ gồm crocin với khối lượng phân tử là 977 g/mol và có hệ số hấp thụ phân tử là 89.000 $\text{mL}/(\text{cm.mol})$ [1].

$$a = \frac{A \cdot M \cdot V \cdot F}{\epsilon \cdot l}$$

Trong đó a : lượng chất màu crocin (g), A : độ hấp thụ quang tại bước sóng 440nm, F : độ pha loãng mẫu, M : khối lượng phân tử của crocin = 977 g/mol, V : thể tích dịch chiết (l), l : bề dày lớp cuvet, ϵ : hệ số hấp thụ phân tử của crocin = 89.000 $\text{mL}/(\text{cm.mol})$.

Xác định hàm lượng đậm tổng ($\text{mg}\%$) bằng phương pháp Kjeldahl [TCVN 8125:2015].

Màu sắc của các mẫu bột được đo bằng máy đo màu Minolta, Nhật Bản với hệ màu Lab.

Tro tổng số (%): cân 5 g bột trái dành dành cho vào chén cân đã được sấy cùng với nắp đến khối

lượng không đổi rồi nung ở 550-600°C (Nabertherm Controller B170) trong 6-8 giờ đến khi tro trắng hoàn toàn. Hàm lượng tro trong mẫu bột được xác định dựa khối lượng tro trắng sau khi nung [8].

Độ bền/ổn định bọt FS (%) (foam stability) là khả năng của bọt giữ được hình dạng và thể tích của nó theo thời gian, tức là khả năng chống lại sự phá vỡ của bọt do các yếu tố như trọng lực, lực cắt, hoặc sự kết hợp của các phân tử bọt. $FS = (\text{Thể tích dung dịch ban đầu} - \text{Thể tích dung dịch tách ra khỏi hệ bọt}) / \text{Thể tích dung dịch ban đầu}$. Trong đó: Thể tích dung dịch tách khỏi hệ bọt = Thể tích dung dịch tại thời điểm 30 phút, 60 phút, 90 phút, 120 phút, 150 phút và 180 phút sau khi thành hệ bọt [12].

Khả năng tạo bọt FC (%) thường được dùng để chỉ khả năng của một chất hóa học, đặc biệt là protein hoặc các chất hoạt động bề mặt, tạo ra và duy trì một lớp bọt khi được hòa tan hoặc phân tán trong một chất lỏng. $FC = (\text{Thể tích bọt} / \text{Thể tích dung dịch ban đầu}) \times 100$ [12].

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Tất cả dữ liệu được thực hiện thống kê bằng phần mềm Statgraphics Centurion (version 16.1). Kết quả được phân tích bằng ANOVA (Phân tích phương sai) và giá trị trung bình được tính toán bởi kiểm định LSD ($P < 0,05$). Giá trị trung bình, độ lệch chuẩn, đồ thị cũng được tính toán và biểu diễn bằng phần mềm Microsoft Excel.

Bảng 1. Các thiết bị sử dụng trong nghiên cứu chế biến và phân tích các chỉ tiêu bột từ dịch chiết trái dành dành

Thiết bị	Nhãn hiệu - Nhà sản xuất	Nước sản xuất
Cân kỹ thuật	LS 2200C - Precisa	Thụy Sĩ
Bể lắc ổn nhiệt	ST30- Nuve	Thổ Nhĩ Kỳ
Thiết bị cô quay	RV10- IKA	Đức
Máy làm lạnh tuần hoàn	RC 2 lite - IKA	Đức
Máy quang phổ tử ngoại khả kiến 2 chùm tia	UH5300- HITACHI	Nhật Bản
Thiết bị phân tích hàm lượng ẩm	MX50 - AND	Nhật Bản
Máy đồng hóa	L5M- SILVERSON	Anh
Máy đo màu	Minolta	Nhật Bản
Tủ sấy đối lưu cưỡng bức	DKN 412C-Yamato	Nhật Bản

3. Kết quả thảo luận

3.1. Thành phần hóa học cơ bản trong trái dành dành

Thành phần hóa học cơ bản trong trái dành dành được trình bày qua Bảng 2. Kết quả cho thấy trái dành dành khô có độ ẩm là 8,81%, đảm bảo độ ẩm của nguyên liệu cho quá trình thực hiện thí nghiệm (dưới 10%). Việc làm giảm hàm lượng nước trong nguyên liệu không những có tác dụng giúp bảo quản nguyên liệu tốt hơn, tránh nấm mốc, hư hỏng, hạn chế tác động của enzyme cũng như các biến đổi hóa học có thể xảy ra trong nguyên liệu mà còn tạo điều kiện thuận lợi trong vận chuyển, xay nghiền.

Bảng 2. Thành phần hóa học cơ bản trong trái dành dành

Tên chỉ tiêu	Giá trị	Tên chỉ tiêu	Giá trị
Độ ẩm (%)	8,81 ± 0,2	Hàm lượng tro (% CK)	6,31 ± 0,5
Hàm lượng crocin tổng số (mg/g CK)	12,1 ± 0,1	Hàm lượng đạm tổng số (mg% CK)	0,8 ± 0,03
Hàm lượng carotenoid (mg/g CK)	44,47 ± 1,68	Hàm lượng xơ thô (% CK)	21,8 ± 0,5

Hàm lượng carotenoid trong trái dành dành khá cao có chứa 44,47 mg/g. Theo nghiên cứu của Nguyễn Thị Thanh Thủy (2016) hàm lượng carotenoid trong dành dành tươi và khô lần lượt là 2224,94 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ chất khô, 6839,60 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ chất khô [1]. Crocin còn được tìm thấy trong một số loại cây và hoa trong đó có cây dành dành (*Gardenia jasminoides* Elliss) [3]. Hàm lượng crocin tổng số là 12,1 mg/g cho thấy trái dành dành là nguồn nguyên liệu đáp ứng cho nhu cầu chiết xuất và sử dụng các hợp chất màu từ thiên nhiên với những ưu điểm vượt trội đang được sử dụng rộng rãi trong nhiều ngành

công nghiệp, đặc biệt là ngành công nghiệp thực phẩm nhờ vào độ an toàn cao [1]. Alehosseini (2019) đã ứng dụng crocin chiết xuất từ nhụy hoa nghệ tây vào bánh mì và đồ uống như một chất tạo màu và hương liệu [13].

Trong trái dành dành có chứa hàm lượng nhỏ protein chỉ khoảng 0,8 mg% . Bên cạnh đó, dành dành còn có chứa hàm lượng xơ thô 21,8% và hàm lượng tro 6,31%.

3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng dịch chiết: nước đến chất lượng bột

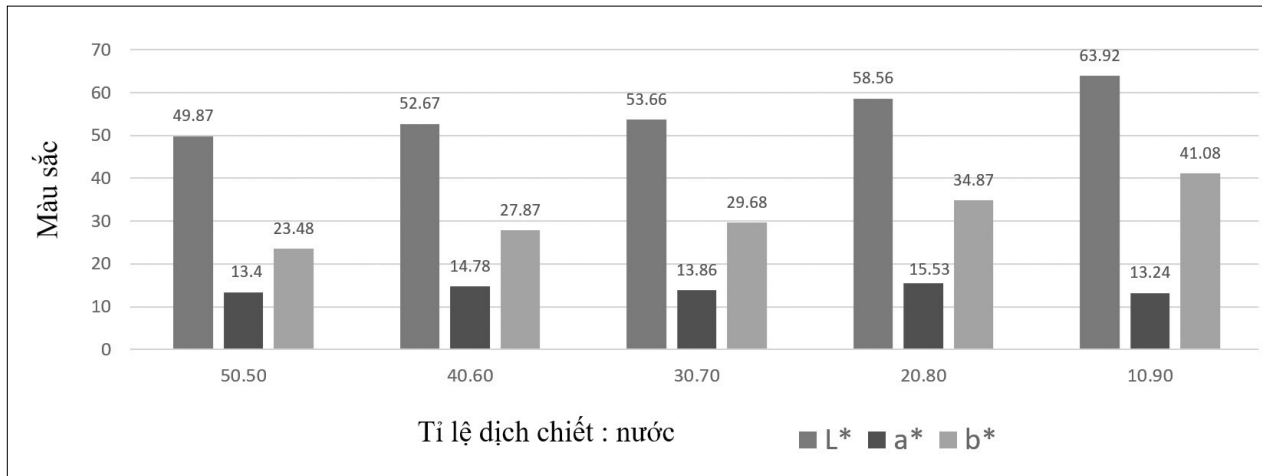
Bảng 3 cho thấy, hàm lượng crocin trong bột thu nhận được phụ thuộc vào tỷ lệ dịch chiết : nước. Tỷ lệ

dịch chiết dành dành càng lớn thì hàm lượng crocin trong bột sẽ càng cao. Theo kết quả xử lý thống kê, hiệu suất thu hồi hàm lượng crocin trong bột ở các tỷ lệ dịch chiết có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 5%. Ở tỷ lệ pha loãng dịch chiết : nước là 10 : 90 có hàm lượng crocin trong bột thấp nhất là 10,123 và hàm lượng lớn nhất ở tỷ lệ pha loãng 50 : 50 là 58,468 (mg/g bột).

Tỷ lệ pha loãng dịch chiết: nước là 40 : 60 có hàm lượng crocin đạt 46,211 (mg/g bột). Mặc dù ở tỷ lệ này hàm lượng crocin trong bột có giảm so với mẫu ở tỷ lệ pha loãng 50 : 50 nhưng vẫn đảm bảo lượng crocin trong bột ở mức tương đối so với các mẫu còn

Bảng 3. Hàm lượng crocin, độ ẩm của bột và khả năng tạo bột ở các tỷ lệ pha loãng dịch chiết : nước khác nhau

Tỷ lệ pha loãng dịch chiết : nước	Hàm lượng crocin (mg/g bột)	Độ ẩm (%)	Khả năng tạo bột FC (%)
50 : 50	58,468 ^e ± 0,326	6,14 ^d ± 0,12	36,00 ^a ± 3,606
40 : 60	46,211 ^d ± 0,557	5,21 ^a ± 0,05	60,67 ^{bc} ± 2,082
30 : 70	34,221 ^c ± 0,141	5,96 ^c ± 0,10	55,00 ^b ± 5,000
20 : 80	22,496 ^b ± 0,131	6,31 ^e ± 0,07	59,33 ^{bc} ± 5,132
10 : 90	10,123 ^a ± 0,039	5,93 ^b ± 0,14	63,00 ^c ± 2,646

Hình 2: Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của tỷ lệ pha loãng dịch chiết : nước đến màu sắc bột

lại. Tỷ lệ pha loãng dịch chiết : nước cũng ảnh hưởng đến thời gian sấy, độ ẩm của bột và khả năng tạo bột. Khi tiến hành đánh khuấy các mẫu với cùng một tỷ lệ bổ sung albumin trứng 8% (w/v) và CMC 0,5% (w/v) thì khả năng tạo bột ở các mẫu có sự khác nhau. Khả năng tạo bột dao động từ 36 - 63%. Ở tỷ lệ 40 : 60 có khả năng tạo bột là 60,67%.

Mặc dù đây không phải là tỷ lệ có khả năng tạo bột cao nhất nhưng bột tạo ra có cấu trúc mịn, ổn định kết hợp với tỷ lệ pha loãng giữa dịch chiết và nước phù hợp tạo điều kiện thuận lợi giúp tăng bề mặt, tăng khả năng khuếch tán của nước, giảm thời gian làm khô trong quá trình sấy. Còn ở tỷ lệ 10 : 90 sau khi đánh khuấy khả năng tạo bột cao nhất (63%) nhưng bột sau khi đánh không bền mà nhanh chóng tan vỡ. Điều này làm hạn chế sự ổn định cấu trúc hệ bột để phục vụ cho quá trình tách ẩm.

Màu sắc của bột bị ảnh hưởng bởi tỷ lệ pha loãng dịch chiết : nước (Hình 2). Trong đó L* đại diện cho giá trị độ đậm nhạt của các sản phẩm. Nhìn chung, màu L* của tất cả các mẫu nằm trong khoảng 49 - 63. Điều này có thể thấy khi tỷ lệ dịch chiết dành giảm dần thì giá trị L* càng tăng dần biểu thị màu của bột sẽ nhạt dần. Giá trị a* dương biểu thị độ màu đỏ và b* biểu thị độ màu vàng của mẫu. Giá trị a* của mẫu dao động từ 13,40 - 15,53 và b* từ 23,48 - 41,08.

Ở tỷ lệ dịch chiết : nước là 10:90 lượng nước bổ sung nhiều hơn nên b* có giá trị lớn nhất (41,08) so

với các mẫu còn lại do đó màu của bột sẽ sáng nhất và có màu vàng chiếm ưu thế. Ở tỷ lệ dịch chiết : nước là 50 : 50 giá trị a* và b* thấp nhất với các mẫu còn lại (a* là 13,40; b* là 23,48). Còn ở tỷ lệ dịch chiết : nước là 40 : 60 có tỷ lệ dịch chiết thấp hơn mẫu 50 : 50 nhưng cả a* và b* đều có giá trị lớn hơn (a* là 14,78; b* là 27,87). Điều này chứng tỏ tuy tỷ lệ dịch chiết dành dành sử dụng ít hơn nhưng màu sắc của bột lại đạt kết quả tốt hơn.

Do đó, để đảm bảo bột có màu sắc và hàm lượng chất màu mong muốn nhưng vẫn tiết kiệm được lượng dịch chiết, tỷ lệ pha loãng dịch chiết : nước được lựa chọn là thông số thích hợp để thực hiện các thí nghiệm tiếp theo là 40 : 60.

3.3. Ảnh hưởng của hàm lượng carboxymethyl cellulose (CMC) bổ sung đến độ bền bột

Độ bền bột FS là khả năng giữ bột theo thời gian, là độ giảm thể tích của bột do quá trình thoát nước. Tính ổn định của bột phản ánh khả năng liên kết nước của bột và là một cách tiếp cận để xác định tốc độ chất lỏng thoát ra khỏi bột. Trong quá trình sấy màng bột, độ bền của bột là yếu tố quan trọng hàng đầu giúp ổn định cấu trúc hệ bột, bột phải giữ được cấu trúc mở trong suốt quá trình sấy. Cấu trúc này là mong muốn để làm khô nhanh chóng và đạt chất lượng sản phẩm tốt [14] do sự phá vỡ bột có thể làm thất bại quá trình làm khô. Vì vậy, việc xác định tỷ lệ chất ổn định bột với khả năng giữ bột tốt theo thời gian là điều rất cần thiết trong quá trình sấy màng bột.

Theo Sangamithra et al. [15], chất ổn định bọt là thành phần làm giảm sự mất ổn định của bọt. CMC là chất ổn định bọt phổ biến nhất được nhiều nhà nghiên cứu sử dụng, thường được kết hợp trong thực phẩm dưới dạng muối natri (natri carboxymethyl cellulose) như một chất ổn định nhũ tương và làm chất làm đặc hoặc chất điều chỉnh độ nhớt. CMC được coi là một lựa chọn tốt có khả năng tạo ra bọt ổn định về mặt cơ học và nhiệt động học nhưng không làm thay đổi đáng kể khả năng tạo bọt và có thể được làm khô thành công bằng cách sử dụng phương pháp sấy bọt.

Tại tỷ lệ CMC 0% ban đầu có chiều cao bọt lớn nhất (6,6 cm) (Bảng 4). Tuy nhiên sau khoảng thời gian 30 phút trở đi, chiều cao bọt có xu hướng giảm mạnh. Điều này cho thấy, bọt dễ bị phá vỡ. Với tỷ lệ CMC 0,25 % và 1% có chiều cao bọt là 4,9 cm. Sau

khoảng thời gian 30 phút chiều cao bọt có xu hướng giảm. Nhưng khi đến khoảng thời gian sau 120 phút trở đi chiều cao bọt có xu hướng không giảm. Chứng tỏ bọt bị phá vỡ ở khoảng thời gian đầu nhưng khi bọt đã dần ổn định thì chiều cao bọt không giảm nữa. Tỷ lệ CMC 0,5% và 0,75% ban đầu đều có chiều cao bọt là 4,8 cm. Mẫu có tỷ lệ CMC 0,75% sau 90 phút chiều cao bọt lại tiếp tục giảm (4,3 cm) và sau đó ổn định sau khoảng thời gian 120 phút, 150 phút và 180 phút. Tuy nhiên mẫu có tỷ lệ CMC 0,5% sau khoảng thời gian 30 phút chiều cao bọt (4,5 cm) được duy trì ổn định qua các mốc thời gian khảo sát. Điều này chứng tỏ bọt có độ bền cao nhất.

Bảng 4 và Bảng 5 cho thấy, tỷ lệ CMC bổ sung có ảnh hưởng đến độ bền bọt. Độ ổn định của bọt cao hơn khi gia tăng tỷ lệ CMC. Độ ổn định của hệ bọt

Bảng 4. Chiều cao bọt ở các mẫu với tỷ lệ CMC bổ sung khác nhau

Tỷ lệ CMC (%)	Chiều cao bọt (cm)						
	0 phút	30 phút	60 phút	90 phút	120 phút	150 phút	180 phút
0	6,6	5,5	5,2	4,9	4,7	4,2	3,9
0,25	4,9	4,6	4,4	4,3	4,2	4,2	4,2
0,5	4,8	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
0,75	4,8	4,5	4,5	4,3	4,3	4,3	4,3
1	4,9	4,7	4,5	4,3	4,2	4,2	4,2

Bảng 5. Đặc điểm hệ bọt và khả năng bền bọt theo tỷ lệ CMC

Tỷ lệ CMC (%)	Mô tả cấu trúc và độ bền bọt
0	Bọt hình thành ít không được bền, qua quan sát bằng mắt thường có thể thấy bọt dễ bị phá vỡ, bong bóng bọt to, còn lại một ít dịch dành dành. Dịch chiết dành dành sẽ bị tách lớp sau thời gian khảo sát (180 phút).
0,25	Bọt tương đối bền, bong bóng bọt to, không bị vỡ, có thể giữ được trong thời gian dài, toàn bộ dịch dành dành đều được chuyển thành bọt
0,5	Bọt mịn, bền, bong bóng bọt nhỏ li ti, không bị vỡ, có thể giữ được trong thời gian dài, toàn bộ dịch dành dành đều được chuyển thành bọt
0,75	Bọt mịn, bền, bong bóng bọt nhỏ li ti, không bị vỡ, có thể giữ được trong thời gian dài, toàn bộ dịch dành dành đều được chuyển thành bọt
1	Bọt không được bền, bong bóng bọt to, thời gian dài bọt dễ bị phá vỡ và còn lại một ít dịch dành dành

giảm dần theo thời gian theo dõi. Dịch dành dành ở tỷ lệ 0% CMC thì sau quá trình đánh khuấy vẫn có khả năng tạo một lớp bột nhưng bột không bền, nhanh chóng tan vỡ và còn lại một ít dịch dành dành. Khi để càng lâu thể tích dịch còn lại sẽ càng tăng do bong bóng bột bị phá vỡ.

Việc tăng tỷ lệ CMC khi ở cùng một tỷ lệ lòng trắng trứng cũng làm tăng độ ổn định của bột. Nguyên nhân có thể được giải thích do CMC là một polysaccharide cao phân tử nên có tính kỵ nước, điều này làm tăng cường độ bền của vách bột và ổn định cấu trúc lớp bột [16]. Khi tiến hành bổ sung thêm CMC ở tỷ lệ 0,25%; 0,5% và 0,75% thì toàn bộ dịch dành dành đều được chuyển thành bột. Tiếp tục bổ sung thêm tỷ lệ CMC lên 1% thì bột không được bền, dễ bị phá vỡ và còn một ít dịch dành dành. Nguyên nhân có thể được giải thích do lượng CMC bổ sung quá cao làm độ nhớt của hỗn hợp tăng vượt mức cho phép nên gây cản trở cho quá trình tạo bột [17]. Ở cả hai tỷ lệ CMC bổ sung 0,5% và 0,75% thì toàn bộ dịch dành dành đều được chuyển thành bột, cấu trúc bột mịn và bền không bị phá vỡ theo các mốc thời gian theo dõi.

Tuy nhiên, nhằm đạt được độ bền bột cao nhất để thuận tiện cho quá trình sấy tiếp theo nhưng vẫn tiết kiệm được lượng CMC đã sử dụng, ở thí nghiệm này tỷ lệ CMC bổ sung được chọn là 0,5% và được sử dụng ở các thí nghiệm tiếp theo.

3.4. Ảnh hưởng của hàm lượng albumin bổ sung đến khả năng tạo bột

Thể tích bột (tức là độ nở của bột) thường được sử dụng để đánh giá tính chất đánh khuấy tạo bột [18]. Một trong những tính chất quan trọng của quá trình tạo bột là khả năng tạo bột bị ảnh hưởng đáng kể bởi sự gia tăng của tỷ lệ albumin trứng. Albumin trứng là chất trợ sấy có ảnh hưởng đến độ nở, mật độ và độ ổn định của bột.

Tỷ lệ albumin bổ sung không làm ảnh hưởng đến hàm lượng crocin trong bột, nhưng lại ảnh hưởng đến khả năng tạo bột thông qua chỉ số (FC%) (Bảng 6). Hàm lượng crocin trong bột nằm trong khoảng 48,275 - 49,070 mg/g. Điều này cho thấy hàm lượng crocin không có sự thay đổi đáng kể khi tăng tỷ lệ albumin trứng. Kết quả độ nở của bột tăng khi tăng tỷ lệ chất tạo bột tương tự với báo cáo về sản xuất bột nước giải khát *Nigella sativa* bằng sấy màng bột [19].

Bảng 6. Hàm lượng crocin, độ ẩm của bột và khả năng tạo bột ở các tỷ lệ albumin khác nhau

Tỷ lệ albumin(%)	Hàm lượng crocin (mg/g bột)	Độ ẩm (%)	Khả năng tạo bột FC (%)
2	49,070 ^b ± 0,331	6,09 ^{ab} ± 0,01	48,33 ^a ± 2,886
4	48,306 ^a ± 0,264	6,18 ^b ± 0,21	53,33 ^{ab} ± 2,886
6	48,547 ^{ab} ± 0,061	5,93 ^{ab} ± 0,20	63,33 ^c ± 2,886
8	48,393 ^a ± 0,598	5,69 ^a ± 0,17	57,67 ^{bc} ± 2,516
10	48,275 ^a ± 0,346	6,22 ^b ± 0,13	60,00 ^{bc} ± 8,660

Bảng 7. Hàm lượng crocin, độ ẩm và màu sắc của bột ở các nhiệt độ sấy khác nhau

Nhiệt độ sấy (°C)	Hàm lượng crocin (mg/g bột)	Độ ẩm (%)	Thời gian sấy (giờ)
50	48,635 ^{ab} ± 0,115	5,95 ^{ab} ± 0,13	13,44
55	48,582 ^a ± 0,035	5,85 ^a ± 0,09	9,39
60	48,696 ^{ab} ± 0,189	6,08 ^b ± 0,18	8,32
65	48,828 ^b ± 0,055	5,77 ^a ± 0,05	8,11
70	48,780 ^{ab} ± 0,152	5,75 ^a ± 0,15	7,11

Khi tăng tỷ lệ albumin trứng thì độ nở của bột sẽ tăng lên. Theo kết quả xử lý thống kê, khả năng tạo bọt ở các mẫu có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 5%. Độ giãn nở của bột (khả năng tạo bọt) được sử dụng để chỉ lượng không khí được đưa vào dung dịch trong quá trình đánh khuấy và sự gia tăng thể tích đó được đo dưới dạng phần trăm [20]. 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 bong bóng [21]. Khả năng tạo bọt dao động từ 48,33 - 63,33%. Ở tỷ lệ albumin 2% thì khả năng tạo bọt thấp nhất (48,33%) vì ở tỷ lệ thấp cấu trúc bọt không bền, dễ bị phá vỡ.

Khi tăng tỷ lệ albumin lần lượt lên 4%; 6%; 8% và 10% thì khả năng tạo bọt cao hơn đáng kể so với tỷ lệ 2% (tương ứng với 53,33%; 63,33% 57,67%; 60%). Nhìn chung ở cả 3 tỷ lệ 6%, 8% và 10% có khả năng tạo bọt tương đối đồng đều, sự gia tăng thể tích bọt không đáng kể, bọt tạo ra ổn định và toàn bộ dịch dành dành đều được chuyển thành bọt.

Tuy nhiên, ở tỷ lệ 10% thì hàm lượng albumin trứng nhiều sẽ gây khó khăn cho quá trình đánh bọt.

Màu sắc của bột dành dành được thể hiện qua chỉ số L^* , a^* , b^* . Tỷ lệ albumin bổ sung cũng ảnh hưởng

đến độ sáng L^* của sản phẩm (39,35 đến 53,4). Khi sử dụng hàm lượng albumin 6% kết hợp với CMC có hàm lượng 0,5 % cho thấy khả năng tạo bọt đạt hiệu quả cao nhất (63,33%).

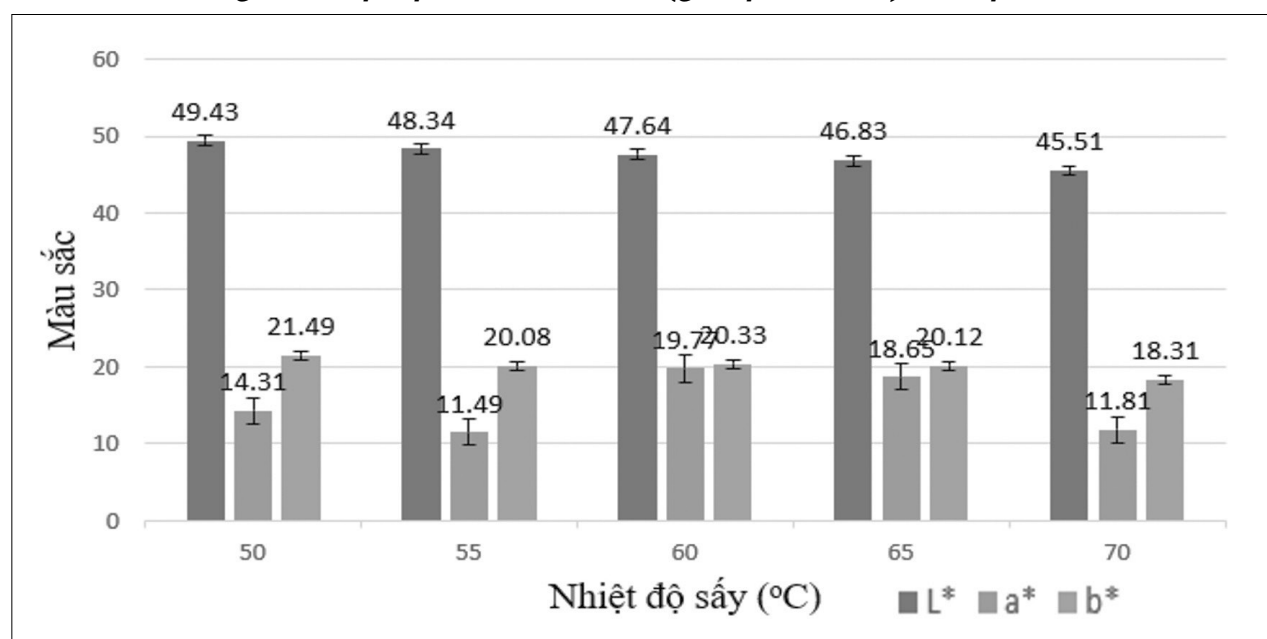
3.5. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến chất lượng bột

Nhiệt độ sấy không làm ảnh hưởng đến hàm lượng crocin trong bột, nhưng lại ảnh hưởng đến độ ẩm, thời gian sấy và màu sắc của bột ở các điều kiện sấy (Bảng 7). Hàm lượng crocin có trong bột ở các mẫu nhiệt độ có giá trị tương đồng với nhau, dao động trong khoảng từ 48,582 - 48,828.

Độ ẩm cũng là nhân tố ảnh hưởng đến chất lượng và khả năng bảo quản của sản phẩm sấy. Độ ẩm của bột nằm trong khoảng từ 5,75 - 6,08%. Khi tăng nhiệt độ sấy thì quá trình thoát ẩm trong cấu trúc sản phẩm sẽ dễ dàng hơn, làm cho nước bốc hơi nhanh hơn, làm giảm độ ẩm của sản phẩm. Các kết quả tương tự cũng được báo cáo khi làm khô bột xốp đối với thực vật và chuỗi đã được nấu chín [22].

Hình 3 cho thấy các giá trị biểu thị màu sắc của sản phẩm bột ở các nhiệt độ sấy có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 5%. Giá trị L^* đại diện cho màu sáng của sản phẩm, bột có giá trị L^* trong khoảng từ 45,51 đến 49,43. Các mẫu bột sấy ở nhiệt độ cao thì

Hình 3: Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến màu sắc (giá trị L^* , a^* , b^*) của bột dành dành



giá trị độ sáng L^* sẽ giảm và có thời gian sấy dài như ở nhiệt độ 70°C thì giá trị L^* là thấp nhất (45,51) và ngược lại ở nhiệt độ 50°C có L^* có giá trị cao nhất (49,43). Kết quả này tương tự với báo cáo trong quá trình sấy bột từ nước ép yacon [21]: L^* sẽ giảm khi thời gian làm khô tăng lên. Giá trị a^* biểu thị độ đỏ và b^* biểu thị độ vàng của bột. Giá trị a^* của bột dao động từ 11,81 - 14,31 và b^* từ 18,31 - 21,49.

Nhìn chung, trong cùng một độ dày màng bột khi tăng nhiệt độ sấy thì giá trị a^* và b^* đều tăng. Ở nhiệt độ sấy 60°C có giá trị L^* thấp hơn (47,64) so với nhiệt độ 50°C và 55°C cho thấy ở tỷ lệ này màu sắc của bột sẽ sậm hơn. Tuy nhiên ở nhiệt độ này, a^* lại có giá trị cao nhất (19,77) và giá trị b^* là 20,33 không có sự khác biệt so với bột được sấy ở nhiệt độ 55°C và 65°C , không có sự chênh lệch nhiều so với các tỷ lệ 50°C và 70°C . Từ đó cho thấy ở nhiệt độ này màu sắc của bột tuy sậm hơn nhiệt độ 50°C và

55°C nhưng độ đỏ và độ vàng của bột (màu đặc trưng của trái dành dành) lại đạt giá trị tốt nhất giúp tạo ra sản phẩm bột có màu sắc đẹp nhưng lại tiết kiệm được chi phí sản xuất.

4. Kết luận

Tóm lại, dịch chiết trái dành dành có thể được sấy khô tạo bột một cách hiệu quả bằng phương pháp sấy màng bột với chất tạo bột là albumin và chất ổn định bột là CMC. Tỷ lệ dịch chiết : nước thích hợp là 40 : 60, hàm lượng CMC được chọn bổ sung với tỷ lệ là 0,5% kết hợp với albumin là 6% giúp dịch dành dành được chuyển thành bột và có độ bền giữ được trong thời gian dài nhằm hỗ trợ tốt cho quá trình sấy diễn ra thuận lợi. Nhiệt độ sấy thích hợp với dịch dành dành sau khi tạo bột là 60°C giúp tạo màu sắc đẹp, độ ẩm thấp thuận lợi cho quá trình bảo quản. Bột dành dành thành phẩm có màu đỏ cam, màu sắc đồng đều, bột mịn, hàm lượng crocin trong bột không bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ sấy ■

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Tiền Giang (TGU) thông qua Nhiệm vụ khoa học và công nghệ cấp trường.

TÀI LIỆU TRÍCH DẪN VÀ THAM KHẢO:

- [1]. Nguyễn Thị Thanh Thủy và Nguyễn Thị Hiền (2016). Chiết tách và khảo sát độ bền của chất màu crocin từ quả dành dành, Tạp chí Khoa học nông nghiệp Việt Nam, tập 14, số 12, 1978-1985
- [2]. Sheo H.I. (1981). "A study of the development of food dye from Gardenia fructus", The Korean Journal of Nutrition, 14(1), 26 - 33.
- [3]. Alavizadeh S.H. and Hosseinzadeh H. (2014). "Bioactivity assessment and toxicity of crocin: a comprehensive review", Food and Chemical Toxicology, 64, 65-80.
- [4]. Rahaiee S., Maryam H., Seyed A.S., Sohrab M., and Seyed H.R. (2017). "Nanoparticles based on crocin loaded chitosan-alginate biopolymers: Antioxidant activities, bioavailability and anticancer properties", International Journal of Biological Macromolecules, 99, 401-408.
- [5]. Wu H., Jing-bo G., Li-ming D., Hong T., Cheng-xuan H., Zhi-feng Wang., and Jie-yan W. (2013). "A rapid shaking-based ionic liquid dispersive liquid phase microextraction for the simultaneous determination of six synthetic food colourants in soft drinks, sugar- and gelatin-based confectionery by high-performance liquid chromatography", Food Chemistry, 141(1), 182-186.
- [6]. Salahi MR, Mohebbi M & Taghizadeh M. (2017). 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. Drying Technology. 35(15):1897–1908

- [7] Salahi M.R., Mohebbi M. and Taghizadeh M. (2017). "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", *Drying Technology*, 35(15), 1897–1908.
- [8]. AOAC (2000). *Official methods of analysis* (17th ed.), 1, Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- [9]. Kotíková Z., Lachman J., Hejtmánková A. and Hejtmánková K. (2011). "Determination of antioxidant activity and antioxidant content in tomato varieties and evaluation of mutual interactions between antioxidants", *LWT - Food Science and Technology*, 44, 1703-1710.
- [10]. Carmona M., Zalacain A., Sánchez A., Novella J., and Alonso G. (2006). "Crocetin esters, picrocrocin and its related compounds present in stigmas and *Gardenia jasminoides* fruits. Tentative identification of seven new compounds by LC ESI - MS", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(3), 973 - 979.
- [11]. Zhang H., Chen Y., Tian X., Zhao C., Cai L. and Liu Y. (2008). "Antioxidant potential of crocins and ethanol extracts of *Gardenia jasminoides* Ellis and *Crocus sativus* L.: A relationship investigation between antioxidant activity and crocin contents", *Food Chemistry*, 109, 484 - 492.
- [12]. Coffmann C.W., V.V. Garcia (1977). Functional properties and amino acid content of a protein isolate from mung bean flour. *International Journal of Food Science and Technology*, 12, pp. 473-484
- [13]. Alehosseini A, Gómez-Mascaraque LG, Ghorani B, Lopez-Rubio A. (2019). Stabilization of a saffron extract through its encapsulation within electrospun/electrosprayed zein structures. *Lwt.* 113:108280. 10.1016/j.lwt.2019.108280
- [14]. Khamjae T. and Rojanakorn T. (2018). "Foam-mat drying of passion fruit aril", *International Food Research Journal*, 25(1), 204–212.
- [15]. Sangamithra A., Sivakumar V., Swamy G.J. and Kannan K. (2014). "Foam mat drying of food materials: A review", *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 3165-3174.
- [16]. Chandrasekar V., Gabriela J.S., Kannan K., and Sangamithra A. (2015). "Effect of foaming agent concentration and drying temperature on physiochemical and antimicrobial properties of foam mat dried powder", *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 34(1), 39-43.
- [17]. Kanha N., Regenstein J. M., and Laokuldilok T. (2020). "Optimization of process parameters for foam mat drying of black rice bran anthocyanin and comparison with spray- and freeze-dried powders", *Drying Technology*, 1–14.
- [18]. Khamjae T & Rojanakorn T. 2018. "Foammat drying of passion fruit aril", *International Journal of Food Research*, 25(1), 204-212.
- [19]. Norhazirah A., Wahidu Z., Tajul A.Y. and Azhar M.E. (2017). "Production of *Nigella sativa* beverage powder under foam mat drying using egg abumen as a foaming agent", *Beverages*, 3(1). DOI: 10.3390/beverages3010009
- [20]. Mounir S. (2017). Foam Mat Drying. In Nema, P.K., Kau, B.P. and Mujumdar, A.S. (Eds.) "Drying Technologies for Foods-Fundamentals and Applications", Part 3., 169–191. India: New India Publishing Agency.
- [21]. Franco T.S., Camila A.P., Luciana N.E., and Maria L.M. (2016). "Effects of foam mat drying on physicochemical and microstructural properties of yacon juice powder", *LWT - Food Science and Technology*, 66, 503-513
- [22]. Kolawole O.F. and Okocha O.J. (2010). "Foam- mat drying of plantain and cooking banana", *Food Bioprocess Technology*, 5(4), 1173 – 1180.

Ngày nhận bài: 7/3/2026

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 20/3/2026

Ngày chấp nhận đăng bài: 12/4/2026

**OPTIMIZATION OF FOAM-MAT DRYING
FOR POWDER PRODUCTION FROM CAPE JASMINE
(*GARDENIA JASMINOIDES*) FRUIT EXTRACT**

● HO DAI¹

● NGUYEN THI KIM OANH¹

● NGUYEN AI THACH¹

● NGUYEN THI NGOC DUNG²

● NGUYEN THI KIM DUNG³

● PHAM THI MINH HOANG¹

¹Faculty of Agriculture and Food Technology, Tien Giang University

²Tan Huong Commune People's Committee, Dong Thap Province

³Ca Mau Provincial Food Safety Department, Ca Mau Province

ABSTRACT:

This study evaluated the factors influencing foam stability and foaming capacity in the production of gardenia extract powder, including the extract-to-water dilution ratio (50:50 -10:90), carboxymethyl cellulose (CMC) concentration (0 - 1% w/v), egg albumin concentration (2 - 10% w/v), and drying temperature (50 - 70°C). Optimal conditions were identified as a 40:60 extract-to-water ratio, 0.5% (w/v) CMC, and 6% (w/v) egg albumin, which yielded a foam with high stability and desirable foaming performance. Drying at 60°C produced a powder with favorable color attributes and reduced drying time. The resulting gardenia powder exhibited a uniform reddish-orange color, fine texture, and a crocin content of 48.696 mg/g, which remained stable across the tested drying temperatures. In addition, the product demonstrated low moisture content, contributing to improved storage stability and extended shelf life.

Keywords: powder, gardenia, crocin content, foam drying.