

ĐỘNG HỌC PHÂN HUỶ SẮC TỔ ANTHOCYANIN TRONG DỊCH TRÍCH ĐÀI HOA BỤP GIẤM (*Hibiscus sabdariffa* L.) DƯỚI ẢNH HƯỞNG CỦA MALTODEXTRIN, GUM ARABIC VÀ GELATIN

Huỳnh Quốc Trung¹, Nguyễn Thị Vân Linh¹ *

¹ Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

* Email: ntvlinh@ntt.edu.vn

TÓM TẮT

Hoa búp giấm (*Hibiscus sabdariffa* L.) là nguyên liệu giàu hợp chất anthocyanin với hoạt tính sinh học cao. Tuy nhiên thành phần anthocyanin dễ bị phân huỷ dưới ảnh hưởng của ánh sáng, nhiệt độ, pH. Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu là phân tích động học phân huỷ sắc tố anthocyanin trong dịch trích đài hoa búp giấm dưới ảnh hưởng của các thành phần hydrocolloid nhằm xác định điều kiện ổn định sắc tố anthocyanin trong bảo quản. Kết quả cho thấy, thành phần anthocyanin trong dịch trích với các công thức hydrocolloid khác nhau đã bị phân huỷ trong suốt thời gian bảo quản ở nhiệt độ 5 và 30°C. Mô hình phân huỷ anthocyanin được xác định tuân theo bậc 1. Tốc độ phân huỷ của anthocyanin được xác định càng chậm ở nhiệt độ bảo quản càng thấp, hằng số phân huỷ dao động từ 0,010327 - 0,036358 1/ngày khi bảo quản ở 5°C và dao động từ 0,030576 - 0,071112 1/ngày khi bảo quản ở 30°C. Bên cạnh đó, tỉ lệ phối trộn của các thành phần maltodextrin, gum arabic và gelatin càng cao thì tốc độ phân huỷ càng thấp. Trong tương lai cần đánh giá thêm về ảnh hưởng của hydrocolloid đến đặc tính lưu biến của sản phẩm nhằm chọn ra được công thức tối ưu.

Từ khóa: Hoa búp giấm, động học, anthocyanin, hydrocolloid.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hoa búp giấm (*Hibiscus sabdariffa* L.), thuộc họ Malvaceae [1] rất giàu polyphenol, đặc biệt là anthocyanin như delphi-nidin-3-sambubioside và cyanidin-3-sambubioside chất chống oxy hóa mạnh [2]. Thực phẩm giàu hàm lượng anthocyanin (ACN) được chứng minh là có nhiều lợi ích về dược lý, ứng dụng điều trị do có đặc tính chống oxy hóa. Các sản phẩm chứa hợp chất tự nhiên thường được dùng thay thế để điều trị bệnh [3]. Tuy nhiên, thành phần anthocyanin rất dễ bị tổn thất do phân huỷ bởi nhiệt độ, oxy, ánh sáng, pH, nồng độ đường, các tác nhân khác và đáng chú ý nhất là sự mất ổn định, khó duy trì và giữ được các sắc tố tạo màu trong các quá trình chế biến và bảo quản. Để ổn định thành phần anthocyanin trong dịch trích, một số nghiên cứu đã chứng minh các thành phần hydrocolloid có tác dụng ổn định anthocyanin thông qua những tương tác nội phân tử

hoặc do sự gắn kết của thành phần anthocyanin vào cấu trúc của hydrocolloid [4].

Trong nghiên cứu về sự ổn định của thành phần hoá học thì việc dự báo xu hướng thay đổi của thành phần khảo sát sẽ mang đến thuận lợi trong kiểm soát và cải tiến quá trình công nghệ. Do vậy, động học phân huỷ anthocyanin cũng được quan tâm, một nhóm cấu trúc hóa học có hoạt tính sinh học cao thuộc polyphenol [5-12]. Các phản ứng bậc 0, 1, 2 là kết quả của động học biến đổi phenolic tổng cộng như các hợp chất khác [13]. Động học phân huỷ anthocyanin trong các dịch trích [6], [8], [10], [11] hay trong suốt quá trình bảo quản sản phẩm dạng bột [5], [9] trong suốt quá trình sấy [7] cũng tuân theo bậc 1. Tuy nhiên, nghiên cứu động học phân huỷ anthocyanin trong hoa búp giấm vẫn chưa được thực hiện. Vì vậy, mục đích của nghiên cứu này là phân tích động học phân huỷ của anthocyanin trong dịch

trích hoa búp giấm với những ảnh hưởng của các thành phần hydrocolloid khác nhau như maltodextrin, gum arabic và gelatin. Kết quả của nghiên cứu nhằm tìm ra được điều kiện phù hợp để tăng cường sự ổn định của anthocyanin hướng đến phát triển sản phẩm nước giải khát giàu thành phần sắc tố tự nhiên này.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

Hoa búp giấm khô được mua từ Công ty Việt Hibiscus (thành phố Hồ Chí Minh). Sản phẩm khô được bảo quản trong túi polyethylene ở nơi khô ráo, thoáng mát, tránh để tiếp xúc trực tiếp với ánh nắng mặt trời.

2.2. Hóa chất

Hóa chất chính dùng trong nghiên cứu gồm: Maltodextrin, gum arabic, gelatin có nguồn Merck, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (độ tinh khiết 99%), 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic axit (99%), axit galic (99%), thuốc thử Folin (99%) có nguồn gốc Sigma-Aldrich, dung dịch HCl có nồng độ 38%, $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot \text{H}_2\text{O}$ (độ tinh khiết 99%), natri carbonate (độ tinh khiết 99,8%), KCl (độ tinh khiết 99%) có nguồn gốc từ Ấn Độ và nước cất đạt tiêu chuẩn phân tích.

2.3. Quy trình trích ly anthocyanin từ đài hoa búp giấm

Hoa búp giấm khô sau khi được mua về phòng thí nghiệm sẽ được tiến hành đi xay nhuyễn các hoa búp giấm và tiếp tục rây để cho kích thước hạt sao khi xay ra đồng đều. Anthocyanin từ hoa búp giấm được cố định trích ly trong dung môi là nước với tỉ lệ trích ly là 1: 10 (g/mL). Điều kiện trích ly được chọn lựa dựa vào tham khảo nghiên cứu của Nguyen và cs (2022) [14], theo đó dung môi trích ly được hiệu chỉnh về pH 2 và thực hiện trích ly ở 50°C trong 30 phút. Cuối cùng, hỗn hợp được lọc để loại bã và thu dịch trích anthocyanin từ hoa búp giấm để sử dụng trong nghiên cứu.

2.4. Quy hoạch thực nghiệm

Ứng dụng phương pháp bề mặt đáp ứng, thí nghiệm được quy hoạch theo phương pháp thiết kế Box-Behnken sử dụng phần mềm Design-Expert phiên bản 13.0 trong thiết kế và xử lý số liệu thực nghiệm. Trong nghiên cứu này có 4 yếu tố khảo sát gồm nhiệt độ bảo quản (ký hiệu T) (2 mức khảo sát), gum arabic (ký hiệu A) (3 mức khảo sát), maltodextrin (ký hiệu M) (3 mức khảo sát) và gelatin (ký hiệu G) (3 mức khảo sát). Đồng thời thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Chi tiết các thí nghiệm được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Quy hoạch thực nghiệm trong nghiên cứu động học phân hủy anthocyanin trong dịch trích hoa búp giấm dưới những điều kiện khác nhau

STT	Nhiệt độ ($^\circ\text{C}$)	Gum arabic (%)	Maltodextrin (%)	Gelatin (%)
1	5	0	1	1
2	5	1	1	0,5
3	5	2	1	0
4	5	1	0	1
5	5	2	2	0,5
6	5	2	1	1
7	5	2	0	0,5
8	5	0	0	0,5

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

9	5	1	0	0
10	5	1	1	0,5
11	5	1	2	0
12	5	1	1	0,5
13	5	0	2	0,5
14	5	0	1	0
15	5	1	2	1
16	30	0	1	1
17	30	1	1	0,5
18	30	2	1	0
19	30	1	0	1
20	30	2	2	0,5
21	30	2	1	1
22	30	2	0	0,5
23	30	0	0	0,5
24	30	1	0	0
25	30	1	1	0,5
26	30	1	2	0
27	30	1	1	0,5
28	30	0	2	0,5
29	30	0	1	0
30	30	1	2	1

Mỗi mẫu thí nghiệm được tiến hành phân tích hàm lượng anthocyanin ở những thời điểm cách nhau 4 ngày và tổng thời gian theo dõi hàm lượng anthocyanin là 12 ngày. Dữ liệu được dùng để phân tích động học phân huỷ của anthocyanin nhằm đánh giá mối tương quan giữa yếu tố khảo

sát đến sự ổn định của thành phần này trong dịch trích hoa búp giấm.

2.5. Xác định độ ẩm

Độ ẩm được xác định bằng phương pháp sấy đến khối lượng không đổi.

Mẫu thí nghiệm (2 g) được sấy khô đến khối lượng không đổi ở nhiệt độ 105 °C. Độ ẩm của mẫu thí nghiệm được xác định theo công thức sau:

$$W(\%) = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100 \quad (1)$$

Trong đó: W(%) là độ ẩm của mẫu thí nghiệm, m_0 (g) là khối lượng ban đầu của mẫu thí nghiệm, m_1 (g) là khối lượng lúc sau của mẫu thí nghiệm.

2.6. Xác định hàm lượng anthocyanin

Hàm lượng anthocyanin được xác định theo phương pháp mô tả bởi Lee và cs (2005) [15]. Sử dụng hai dung dịch đệm KCl pH 1 (0,025 M) và CH_3COONa pH 4 (0,4 M). Rút 0,5 ml dịch phân tích vào ống nghiệm rồi bổ sung 2 ml dung dịch đệm KCl. Tương tự rút 0,5 ml vào ống nghiệm khác và bổ sung 2 ml dung dịch đệm CH_3COONa . Các mẫu được đo ở bước sóng 520 nm và 700 nm bằng máy đo quang UV-Vis. Hàm lượng anthocyanin (mg/L) được xác định theo công thức:

$$\text{ACN}(\text{mg/L}) = \Delta A \times 1 \times M \times 103 \times D \quad (1)$$

Trong đó: ACN: hàm lượng anthocyanin; $\Delta A = (A_{520\text{nm pH } 1,0} - A_{700\text{nm pH } 1,0}) - (A_{520\text{nm pH } 4,5} - A_{700\text{nm pH } 4,5})$; ϵ : (hệ số tắt mol) = 26,900 L/mol/cm đối với cyanidin-3-glucoside; 1: chiều dài đường dẫn tính bằng cm; M: (khối lượng phân tử) = 448,8 g/mol đối với cyanidin-3-glucoside; D: hệ số pha loãng; 103: chuyển đổi từ g sang miligam.

2.7. Mô hình động học mô tả sự phân hủy anthocyanin trong suốt quá trình bảo quản ở những điều kiện khác nhau

Tổng hợp tài liệu cho thấy, mô hình động học bậc 1 đã có nhiều thành công trong mô tả quy luật phân hủy của các thành phần polyphenol tổng nói chung và anthocyanin trong chế biến và bảo quản. Do vậy, trong nghiên cứu này sử dụng mô hình động học bậc 1 để nghiên cứu về sự phân hủy anthocyanin trong dịch trích hoa bưởi giấm khi bổ sung các thành phần polymer sinh học khác nhau. Mô hình động học phân hủy bậc 1 được mô tả như sau:

$$C_t = C_0 \exp(-k_1 t) \quad (2)$$

Trong đó: C_t là hàm lượng anthocyanin tại thời điểm t , C_0 là hàm lượng anthocyanin ban đầu, t là thời gian xử lý, k_1 là hằng số động học bậc một.

2.8. Xử lý số liệu

Các thí nghiệm được tiến hành làm lặp 3 lần. Giá trị hàm lượng anthocyanin được tính là kết quả trung bình của các lần lặp bằng phần mềm Excel. Các giá trị thống kê được áp dụng để đánh giá sự tương thích của mô hình với hệ số mô tả (R^2) càng cao càng tốt, độ lệch chuẩn của các phần dư (RSME) càng thấp càng tốt. Phần mềm Minitab được ứng dụng để thực hiện hồi quy tuyến tính thiết lập mối tương quan giữa yếu tố khảo sát và hàm mục tiêu.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân tích động học phân hủy anthocyanin trong suốt quá trình bảo quản dịch trích hoa bưởi giấm với những công thức bổ sung hydrocolloid khác nhau

Sự thay đổi của anthocyanin trong suốt quá trình bảo quản được ghi nhận. Trong nghiên cứu này, trong suốt quá trình bảo quản ghi nhận sự suy giảm của hàm lượng anthocyanin. Sự phân hủy anthocyanin được xác định dưới tác dụng của enzyme β -glucosidase, polyphenoloxidases và peroxidase [16]. Một nghiên cứu được thực hiện của [17] về cyanidin-3-glucoside tinh khiết từ quả mâm xôi đỏ dưới tác dụng của xung điện trường (1,2e3,0 kV/cm) chứng minh sự hình thành của chalcone. Hiện tượng mở vòng pyrylium và hình thành chalcone được coi là bước đầu tiên cho quá trình phân hủy anthocyanins [18]. Nghiên cứu này chỉ ra rằng khi vô hoạt được nhóm enzym như β -glucosidase, polyphenoloxidases và peroxidase có thể góp phần vào việc hạn chế tổn thất anthocyanin. Ngoài ra, sự hiện diện của axit ascorbic và các hợp chất polyphenol cũng ảnh hưởng đến sự phân hủy anthocyanin, sự tương tác qua lại giữa anthocyanin và axit ascorbic dẫn đến sự phân hủy lẫn nhau đã được báo cáo ở mô hình nước trái cây [19], [20], [21]. Mô hình bậc 1 được sử dụng để đánh giá mức độ tương thích với dữ liệu thực nghiệm. Các kết quả phân tích hồi quy phi tuyến được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2 cho thấy giá trị R^2 trong nghiên cứu này trong khoảng 0,9505 - 0,9965 gần bằng 1. Tương ứng đó RMSE dao động từ (0,007009 - 0,036196). Kết quả cho thấy, mô hình động học bậc 1 phù hợp mô tả sự thay đổi của anthocyanin

trong dịch trích hoa búp giấm dưới những điều kiện bảo quản khác nhau. Kết quả nghiên cứu mô hình động học của nghiên cứu này cũng giống như các kết quả nghiên cứu mô hình động học bậc 1 của các nghiên cứu khác như: Nghiên cứu bảo quản chiết xuất anthocyanin từ nước ép dâu đen [11], nước ép cam đỏ [22], củ quả mâm xôi

[23]. Ngoài ra không chỉ anthocyanin mà những nghiên cứu khác cũng thấy mô hình này thành công mô tả sự phân hủy chlorophyll trong quá trình chần puree lá ngò rí (80 -100 °C) [24], đậu xanh (70, 80, 90, 100 °C) [25], puree đậu hà lan (80, 90, 100 °C) [26].

Bảng 2. Phân tích hồi quy phi tuyến động học phân hủy anthocyanin trong suốt quá trình bảo quản dịch trích hoa búp giấm với những công thức bổ sung hydrocolloid khác nhau

STT	Nhiệt độ (°C)	Gum arabic (%)	Maltodextrin (%)	Gelatin (%)	Hằng số động học (1/ngày)	R ²	RMSE
1	5	0	1	1	0,016395	0,9914	0,007009
2	5	1	1	0,5	0,013764	0,9616	0,013200
3	5	2	1	0	0,020972	0,9517	0,018481
4	5	1	0	1	0,012707	0,9799	0,008302
5	5	2	2	0,5	0,010327	0,9610	0,009717
6	5	2	1	1	0,010817	0,9846	0,006070
7	5	2	0	0,5	0,027362	0,9636	0,023022
8	5	0	0	0,5	0,028497	0,9846	0,015185
9	5	1	0	0	0,036338	0,9965	0,008584
10	5	1	1	0,5	0,013490	0,9860	0,007482
11	5	1	2	0	0,028618	0,9854	0,014562
12	5	1	1	0,5	0,013376	0,9637	0,011963
13	5	0	2	0,5	0,027245	0,9594	0,023288
14	5	0	1	0	0,034011	0,9757	0,020238
15	5	1	2	1	0,011271	0,9514	0,011272

STT	Nhiệt độ (°C)	Gum arabic (%)	Maltodextrin (%)	Gelatin (%)	Hằng số động học (1/ngày)	R ²	RMSE
16	30	0	1	1	0,040606	0,9852	0,018926
17	30	1	1	0,5	0,050760	0,9738	0,031445
18	30	2	1	0	0,053757	0,9842	0,025194
19	30	1	0	1	0,036996	0,9843	0,018317
20	30	2	2	0,5	0,033889	0,9741	0,022486
21	30	2	1	1	0,033463	0,9882	0,015637
22	30	2	0	0,5	0,042066	0,9781	0,024243
23	30	0	0	0,5	0,055770	0,9821	0,027167
24	30	1	0	0	0,057613	0,9950	0,014967
25	30	1	1	0,5	0,050211	0,9909	0,018814
26	30	1	2	0	0,046894	0,9505	0,036196
27	30	1	1	0,5	0,050223	0,9787	0,028226
28	30	0	2	0,5	0,052947	0,9896	0,020201
29	30	0	1	0	0,071112	0,9853	0,028404
30	30	1	2	1	0,030576	0,9812	0,018667

Ghi chú: RMSE: Độ lệch chuẩn của các phần dư; R²: Hệ số mô tả.

3.2. Mô hình tương quan giữa hằng số động học với các yếu tố nhiệt độ và thành phần hydrocolloid

Tất cả dữ liệu về hằng số động học phân huỷ

anthocyanin được sử dụng để phân tích mối tương quan giữa hằng số phân huỷ và các yếu tố khảo sát. Kết quả phân tích ANOVA đối với mô hình đề xuất được trình bày ở bảng 3 với R² điều chỉnh 0.9248.

Bảng 3. Bảng phân tích phương sai đối với mô hình đề xuất

Nguồn	df	SS	MS	Giá trị F	Giá trị P
Mô hình	10	0,007811	0,000781	36,66	0
T	1	0,005379	0,005379	252,43	0

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

A	1	0,000551	0,000551	25,88	0
M	1	0,000193	0,000193	9,06	0,007
G	1	0,00153	0,00153	71,83	0
T*A	1	0,000026	0,000026	1,24	0,279
T*M	1	0	0	0	0,97
T*G	1	0,000023	0,000023	1,06	0,317
A*M	1	0,000056	0,000056	2,62	0,122
A*G	1	0,000039	0,000039	1,83	0,192
M*G	1	0,000014	0,000014	0,66	0,428
Lack-of-Fit	15	0,000405	0,000027	390,62	0

Ghi chú: df: Bậc tự do; SS: Tổng các bình phương; MS: Tổng các bình phương trung bình.

Bảng 3 cho thấy, các yếu tố có giá trị $p > 0,05$ có mức độ ảnh hưởng không ý nghĩa đến hàng số phân hủy. Vì vậy các yếu tố này sẽ bị loại bỏ khỏi mô hình. Kết quả phân tích phương sai đối với mô hình mới được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Phân tích phương sai đối với mô hình tuyến tính

Nguồn	df	SS	MS	Giá trị F	Giá trị P
Mô hình	4	0,007654	0,001913	85	0
T	1	0,005379	0,005379	238,93	0
A	1	0,000551	0,000551	24,5	0
M	1	0,000193	0,000193	8,58	0,007
G	1	0,00153	0,001530	67,99	0
Lack-of-Fit	21	0,000562	0,000027	387,95	0

Ghi chú: df: Bậc tự do; SS: Tổng các bình phương; MS: Tổng các bình phương trung bình.

Từ kết quả ở bảng 4 thu được phương trình thể hiện sự tương quan giữa hằng số phân hủy với các yếu tố khảo sát với giá trị R^2 điều chỉnh 0,9205 như sau:

$$k = 0,033736 + 0,01339 \times T - 0,00587 \times A - 0,00347 \times M - 0,00978 \times G \quad (3)$$

Phương trình (3) thể hiện rõ hằng số phân hủy anthocyanin có mối tương quan dương với T (nhiệt độ bảo quản) và tương quan âm với A (gum arabic), M (maltodextrin) và G (gelatin). Ở nhiệt độ càng cao thì mức độ phân hủy anthocyanin càng nhanh. Sự ổn định anthocyanin trong nước trái cây giàu hoạt tính sinh học bị ảnh hưởng bởi các yếu tố như nhiệt độ ảnh hưởng đến độ bền do tác động lên enzyme của polyphenoloxidase làm tăng tốc độ phân hủy anthocyanin [22]. Việc bổ sung các thành phần hydrocolloid cho thấy, tác dụng làm giảm mức độ phân hủy anthocyanin. Nguyên nhân do hiệu quả của mạng lưới không gian ba chiều của hydrocolloid trong pha ái nước dẫn đến hiệu quả ngăn cách các thành phần anthocyanin [4]. Nghiên cứu gần đây cũng đồng thuận về việc bổ sung thành phần hydrocolloid có tác dụng tăng cường sự ổn định của thành phần anthocyanin trong nước giải khát [4]. Theo Idham và cs (2012) [5], sự kết hợp của maltodextrin và gum arabic đã có hiệu quả bảo vệ anthocyanin nhờ vậy kéo dài thời gian bán hủy.

4. KẾT LUẬN

Sự ảnh hưởng của các thành phần maltodextrin, gum arabic, galetin đến động học phân hủy anthocyanin trong dịch trích đài hoa bưởi giấm đã được khảo sát. Kết quả cho thấy, mô hình phản ứng bậc 1 phù hợp tiên đoán sự phân hủy anthocyanin trong suốt quá trình bảo quản ở 5°C và 30°C dưới những công thức phối trộn hydrocolloid khác nhau. Kết quả thu được hằng số phân hủy anthocyanin có mối tương quan dương với nhiệt độ bảo quản và tương quan âm với các thành phần hydrocolloid bổ sung (maltodextrin, gum arabic, guar gum). Như vậy, các thành phần hydrocolloid có hiệu quả trong việc tăng tính ổn định của anthocyanin trong sản phẩm dạng lỏng. Điều này tạo tiềm năng cho việc cải thiện, ổn định

anthocyanin trong các sản phẩm đồ uống,...đem lại nhiều lợi ích sức khỏe người tiêu dùng.

LỜI CẢM ƠN

Xin cảm ơn Trường Đại học Nguyễn Tất Thành đã hỗ trợ điều kiện cơ sở vật chất trong suốt quá trình nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. R. Mohamed, J. Fernández, M. Pineda, M. Aguilar (2007). Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) Seed Oil Is a Rich Source of α -Tocopherol. *J. Food Sci.*, vol. 72, no. 3, pp. S207 - S211, doi: 10.1111/j.1750-3841.2007.00285.x.
2. S. Fernández-Arroyo *et al.* (2011). Quantification of the polyphenolic fraction and *in vitro* antioxidant and *in vivo* anti-hyperlipemic activities of *Hibiscus sabdariffa* aqueous extract. *Food Res. Int.*, vol. 44, no. 5, pp. 1490 - 1495, doi: 10.1016/j.foodres.2011.03.040.
3. J. Vergara-Galicia *et al.* (2010). Vasorelaxant and antihypertensive effects of methanolic extract from roots of *Laelia anceps* are mediated by calcium-channel antagonism. *Fitoterapia*, vol. 81, no. 5, pp. 350 - 357, doi: 10.1016/j.fitote.2009.10.009.
4. M. Teleszko, P. Nowicka, A. Wojdyło (2019). Effect of the addition of polysaccharide hydrocolloids on sensory quality, color parameters and anthocyanin stabilization in cloudy strawberry beverages. *Pol J Food Nutr Sci*, vol. 69, no. 2, pp. 167 - 178, doi: 10.31883/pjfn-2019-0014.
5. Z. Idham, I. I. Muhamad, and M. R. Sarmidi (2012). Degradation kinetics and color stability of spray-dried encapsulated anthocyanins from *Hibiscus sabdariffa* L. *J. Food Process Eng.*, vol. 35, no. 4, pp. 522 - 542.
6. C. P. Kechinski, P. V. R. Guimarães, C. P. Z. Noreña, I. C. Tessaro, and L. D. F. Marczak (2010). Degradation kinetics of anthocyanin in blueberry juice during thermal treatment. *J. Food Sci.*, vol. 75, no. 2, pp. C173 - C176.
7. L. Méndez-Lagunas, J. Rodríguez-Ramírez, M. Cruz-Gracida, S. Sandoval-Torres, G. Barriada-Bernal (2017). Convective drying kinetics of

strawberry (*Fragaria ananassa*): Effects on antioxidant activity, anthocyanins and total phenolic content. *Food Chem.*, vol. 230, pp. 174 - 181.

8. G. D. Mercali, D. P. Jaeschke, I. C. Tessaro, L. D. F. Marczak (2013). Degradation kinetics of anthocyanins in acerola pulp: Comparison between ohmic and conventional heat treatment. *Food Chem.*, vol. 136, no. 2, pp. 853 - 857.

9. A. Sinela, N. Rawat, C. Mertz, N. Achir, H. Fulcrand, M. Dornier (2017). Anthocyanins degradation during storage of *Hibiscus sabdariffa* extract and evolution of its degradation products. *Food Chem.*, vol. 214, pp. 234 - 241.

10. K. Solyom, R. Solá, M. J. Cocero and R. B. Mato (2014). Thermal degradation of grape marc polyphenols. *Food Chem.*, vol. 159, pp. 361 - 366.

11. W. -D. Wang and S.-Y. Xu (2007). Degradation kinetics of anthocyanins in blackberry juice and concentrate. *J. Food Eng.*, vol. 82, no. 3, pp. 271 - 275.

12. M. Zhou, Q. Chen, J. Bi, Y. Wang and X. Wu (2017). Degradation kinetics of cyanidin 3-O-glucoside and cyanidin 3-O-rutinoside during hot air and vacuum drying in mulberry (*Morus alba* L.) fruit: A comparative study based on solid food system. *Food Chem.*, vol. 229, pp. 574 - 579.

13. R. Villota and J. G. Hawkes (2018). Reaction kinetics in food systems, in *Handbook of food engineering*, CRC Press, pp. 225 - 484.

14. Q. Nguyen, T. Dang, T. Nguyen, T. Nguyen, N. Nguyen (2022). Microencapsulation of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) anthocyanins: Effects of drying conditions on some physicochemical properties and antioxidant activities of spray-dried powder. *Food Sci. Nutr.*, vol. 10, no. 1, pp. 191 - 203.

15. J. Lee *et al.* (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative Study. *J. AOAC Int.*, vol. 88, no. 5, pp. 1269 -1278, doi: 10.1093/jaoac/88.5.1269.

16. R. N. Barbagallo, R. Palmeri, S. Fabiano, P. Rapisarda, G. Spagna (2007). Characteristic of β -glucosidase from Sicilian blood oranges in relation to anthocyanin degradation. *Enzyme Microb. Technol.*, vol. 41, no. 5, pp. 570 - 575.

17. Y. Zhang, X. S. Hu, F. Chen, J. H. Wu, X. J. Liao, Z. F. Wang (2008). Stability and colour characteristics of PEF-treated cyanidin-3-glucoside during storage. *Food Chem.*, vol. 106, no. 2, pp. 669 - 676.

18. G. Hrazdina (1971). Reactions of the anthocyanidin-3, 5-diglucosides: Formation of 3, 5-di-(O- β -d-glucosyl)-7-hydroxy coumarin. *Phytochemistry*, vol. 10, no. 5, pp. 1125 - 1130.

19. R. Golaszewski, C. A. Sims, S. F. O'keefe, R. J. Braddock and R. C. Littell (1998). Sensory attributes and volatile components of stored strawberry juice. *J. Food Sci.*, vol. 63, no. 4, pp. 734 - 738.

20. G. Skrede, R. E. Wrolstad, P. Lea, G. Enersen (1992). Color stability of strawberry and blackcurrant syrups. *J. Food Sci.*, vol. 57, no. 1, pp. 172 - 177.

21. S. Kouniaki, P. Kajda and I. Zabetakis (2004). The effect of high hydrostatic pressure on anthocyanins and ascorbic acid in blackcurrants (*Ribes nigrum*). *Flavour Fragr. J.*, vol. 19, no. 4, pp. 281 - 286.

22. A. Kirca and B. Cemeroğlu (2003). Degradation kinetics of anthocyanins in blood orange juice and concentrate. *Food Chem.*, vol. 81, no. 4, pp. 583 - 587.

23. M. R. Ochoa, A. G. Kessler, M. B. Vullioud, J. E. Lozano (1999). Physical and chemical characteristics of raspberry pulp: storage effect on composition and color. *LWT-Food Sci. Technol.*, vol. 32, no. 3, pp. 149 - 153.

24. S. G. Rudra, B. C. Sarkar and U. S. Shivhare (2008). Thermal degradation kinetics of chlorophyll in pureed coriander leaves. *Food Bioprocess Technol.*, no. 1, pp. 91 - 99, doi: 10.1007/s11947-007-0016-z.

25. N. Koca, F. Karadeniz and H. S. Burdurlu (2007). Effect of pH on chlorophyll degradation and colour loss in blanched green peas. *Food Chem.*, vol. 100, no. 2, pp. 609 - 615, doi: 10.1016/j.foodchem.2005.09.079.
26. T. Ryan-Stoneham and C. H. Tong (2000). Degradation kinetics of chlorophyll in peas as a function of pH. *J. Food Sci.*, vol. 65, no. 8, pp. 1296 - 1302.

THE INFLUENCE OF MALTODEXTRIN, GUM ARABIC AND GELATIN ON ANTHOCYANIN DEGRADATION KINETICS IN ROSELLE (*Hibiscus sabdariffa* L.) EXTRACT

Huynh Quoc Trung¹, Nguyen Thi Van Linh¹

¹ *Nguyen Tat Thanh University*

Summary

Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) is a raw material abundant in anthocyanin compounds with high biological activity. However, anthocyanin components are easily decomposed when exposed to light, heat, and pH. Therefore, the purpose of this study is to investigate the kinetics of anthocyanin decomposition in roselle extract under the influence of hydrocolloid components in order to determine the conditions for stabilizing anthocyanin during storage. The results demonstrated that the anthocyanin component of the extract with various hydrocolloid formulations degraded during storage at 5 and 30°C. The first order was determined to be the model for anthocyanin degradation. It was discovered that reduced storage temperatures resulted in a delay in the degradation rate of anthocyanin. Specifically, the degradation rate varied between 0.010327 and 0.036358 1/day when stored at 5°C and between 0.030576 and 0.071112 1/day when stored at 30°C. Additionally, as the mixing ratios of maltodextrin, gum arabic and gelatin increased, the rate of anthocyanin degradation decelerated. In order to select the optimal formula, it would be necessary in the future to conduct additional evaluations of the impact of hydrocolloids on the rheological properties of the product.

Keywords: *Hibiscus sabdariffa* L., kinetics, anthocyanins, hydrocolloids.

Ngày nhận bài: 15/02/2024

Ngày chuyển phản biện: 26/02/2024

Ngày thông qua phản biện: 11/3/2024

Ngày duyệt đăng: 10/6/2024