

# NGHIÊN CỨU BỔ SUNG THẠCH CỐ ĐỊNH DỊCH CHIẾT PHENOLIC TỪ VỎ BƯỞI VÀO SẢN PHẨM SỮA CHUA

Nguyễn Thị Ngân<sup>1\*</sup>, Lưu Hoàng Yên<sup>1</sup>, Phạm Thị Hằng<sup>1</sup>, Mai Thị Hải Anh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai

<sup>2</sup>Trường Đại học Tây Nguyên

\*Tác giả liên lạc: Nguyễn Thị Ngân, nguyenthingan@dntu.edu.vn

## THÔNG TIN CHUNG

Ngày nhận bài: 30/11/2023

Ngày nhận bài sửa: 14/01/2024

Ngày duyệt đăng: 12/03/2024

## TỪ KHOÁ

Agar;

Carrageenan;

Phenolic;

Sữa chua;

Vỏ bưởi.

## TÓM TẮT

Vỏ bưởi thường được coi là phụ phẩm trong quá trình chế biến quả bưởi. Trong nghiên cứu này, vỏ bưởi được sử dụng làm nguồn nguyên liệu thu nhận hợp chất phenolic. Dịch chiết vỏ bưởi giàu phenolic được nhốt vào khuôn gel sau đó được bổ sung vào sản phẩm sữa chua. Hai loại chất tạo gel được sử dụng agar và carrageenan. Tỷ lệ dịch tạo gel 2 % và dịch chiết phenolic dao động 1:1 – 1:20 (v/v); tỷ lệ thạch cố định dịch chiết phenolic và dịch sữa dao động 3:70 – 6:70 (w/w) và thời điểm bổ sung thạch cố định trước và sau quá trình lên men được khảo sát. Kết quả cho thấy, carrageenan được đánh giá cho kết quả ổn định kết cấu tốt hơn so với agar. Tỷ lệ dịch carrageenan: dịch chiết phenolic là 1:5 (v/v), tỷ lệ thạch cố định:dịch sữa là 4:70 có điểm cảm quan cao nhất. Trong quá trình bảo quản sản phẩm 15 ngày ở nhiệt độ 6-8°C có sự thất thoát hàm lượng phenolic trong thạch vào dịch sữa chua vì thế hàm lượng phenolic trong dịch sữa chua tăng lên. Bổ sung thạch cố định phenolic sau quá trình lên men hạn chế được sự thất thoát phenolic từ thạch vào dịch sữa tốt hơn so với bổ sung thạch trước quá trình lên men.

## 1. GIỚI THIỆU

Bưởi là một loại trái cây có mùi quan trọng được trồng và tiêu thụ rộng rãi ở Đông Nam Á và một số nước châu Á khác. Trong quá trình chế biến quả bưởi để làm nước ép, làm mứt hoặc đóng hộp, một lượng lớn vỏ bưởi (khoảng 50% tổng trọng lượng quả) bị loại bỏ dưới dạng sản phẩm phụ, gây lãng phí tài nguyên và nguy cơ ô nhiễm môi trường (Wu et al., 2020). Vỏ bưởi chứa nhiều thành phần hóa học tự nhiên như cellulose, phenolic, tinh dầu, pectin, v.v. (Liu và cộng sự, 2018). Đặc biệt, các hợp chất phenolic được quan tâm nhiều hơn do các đặc tính có lợi cho sức khỏe của chúng. Trên thực tế, một số nghiên cứu đã chứng minh rằng vỏ bưởi

có chứa các hợp chất phenolic có hoạt tính chống oxy hóa cao (Chang & Azlan, 2017).

Việc bổ sung các dịch chiết giàu phenolic từ các phụ phẩm thực vật vào các sản phẩm sữa như sữa chua, phô mai, kefir để cải thiện giá trị dinh dưỡng và lợi ích sức khỏe đã được nhiều nhà khoa học quan tâm nghiên cứu (Aiello và cộng sự, 2020; Dabija và cộng sự, 2018; Marinho và cộng sự, 2015). Dịch chiết phenolic được bổ sung để tăng hàm lượng phenolic tổng và hoạt tính chống oxy hóa của sản phẩm. Tuy nhiên, các hợp chất phenolic rất dễ bị oxy hóa bởi các yếu tố như oxy, ánh sáng, nhiệt độ trong quá trình chế biến hoặc bảo quản (Sun-Waterhouse và cộng sự, 2013). Vì

vậy, việc ứng dụng các hoạt chất phenolic trong thực phẩm là một thách thức. Công nghệ gói các hoạt chất vào trong chất mang có thể giải quyết vấn đề này, cố định bảo vệ các hợp chất phenolic khỏi bị hư hỏng trong quá trình chế biến thực phẩm (Sun-Waterhouse và cộng sự, 2012). Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc bổ sung dịch chiết vỏ trái cây và rau quả vào các sản phẩm sữa bằng cách cố định vào gel giúp cải thiện dinh dưỡng và đặc tính cảm quan của sản phẩm cuối cùng (El-Messery và cộng sự, 2019; Šeregelj và cộng sự, 2019).

Mục đích của nghiên cứu này là đưa dịch chiết phenolic từ vỏ bưởi vào trong khuôn gel để bổ sung vào sản phẩm sữa chua. Mặt khác, các chỉ tiêu cảm quan và sự ổn định của hoạt chất trong khuôn gel và sản phẩm sữa chua được khảo sát theo thời gian bảo quản.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Xử lý nguyên liệu

Bưởi da xanh được thu mua tại vườn bưởi Huyện Cẩm Mỹ, Tỉnh Đồng Nai. Bưởi da xanh sau khi thu mua được rửa sạch, tách vỏ thành hai phần, vỏ xanh và vỏ trắng. Vỏ bưởi được cắt nhỏ kích thước 1x5 cm, sấy ở  $60^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , đến khi đạt độ ẩm khoảng 10%. Vỏ bưởi sau khi nghiền được rây qua sàng có kích thước lỗ sàng 1mm. Bột vỏ bưởi được bảo quản trong bao nhôm ở nhiệt độ  $-18^{\circ}\text{C}$ . Sữa tươi được mua từ hãng Vinamilk, Việt Nam. Men vi sinh thương mại giống vi khuẩn sinh acid lactic, bao gồm *Lactobacillus bulgaricus* và *Streptococcus thermophilus*, tỷ lệ hai giống 1:1 có nguồn gốc từ Đan Mạch. Các hóa chất đạt tiêu chuẩn phân tích sử dụng trong nghiên cứu này có nguồn gốc từ các hãng Sigma (Mỹ) và Xilong (Trung Quốc).

### 2.2. Trích ly polyphenol từ vỏ bưởi bằng phương pháp siêu âm

Sử dụng nước cất để làm dung môi trích ly phenolic từ vỏ bưởi với tỷ lệ dung môi : nguyên liệu là 5 g/100 ml. Quá trình trích ly phenolic từ vỏ bưởi được thực hiện ở nhiệt độ  $52^{\circ}\text{C}$  trong thời gian 30 phút dưới tác dụng của sóng siêu âm tần số 42 kHz công suất 150 W (Hà Thị Mai Trang, & Trung Thiên Lê, 2018) có cải biến. Hỗn hợp trích

ly sau đó đem đi lọc chân không để thu dịch chiết. Dịch chiết phenolic được bảo quản nhiệt độ  $4^{\circ}\text{C}$ .

### 2.3. Quy trình tạo hạt gel chứa dịch chiết phenolic

Agar và carrageenan được sử dụng làm chất tạo gel. Dung dịch agar và carrageenan 2% được trộn với dịch chiết phenolic với tỷ lệ 1:1, 1:5, 1:10, 1:15, 1:20 (v/v). Đồng hóa hỗn hợp ở chế độ 1000 rpm trong 5 phút, để yên 10 phút. Hỗn hợp sau đó được gia nhiệt đến  $90-95^{\circ}\text{C}$  trong vòng 5 phút, sau đó đổ ra khay phẳng với bề dày lớp dịch là 2 cm rồi làm nguội để hình thành gel, nhiệt độ làm nguội  $10^{\circ}\text{C}$ . Để tạo hạt thạch cố định phenolic, gel được cắt thành kích thước 1x3x2 cm.

### 2.4. Chế biến sữa chua

Sữa tươi, đường, sữa đặc được chuẩn hoá sau đó đồng hóa ở 10000 rpm trong 10 phút. Sau đó, hỗn hợp được xử lý nhiệt ở  $80-85^{\circ}\text{C}$  trong 15 phút rồi để sữa nguội về  $45^{\circ}\text{C}$ . Men vi sinh được trộn đều vào sữa sau với tỷ lệ 0,002% (trọng lượng). Rót sữa vào hộp, sau đó bổ sung hạt thạch cố định phenolic theo tỷ lệ 0:70, 3:70, 4:70, 5:70, 6:70 (w/w). Sữa được lên men trong tủ ấm duy trì ở nhiệt độ  $42^{\circ}\text{C}$  trong 8 tiếng. Kết thúc quá trình lên men, các hũ sữa chua thành phẩm bảo quản ở tủ lạnh có nhiệt độ  $6-8^{\circ}\text{C}$ .

### 2.5. Thu dịch chiết phenolic từ hạt gel

1 gram hạt gel được ngâm trong dung dịch sodium citrate có nồng độ 20% (tính theo khối lượng) với tỷ lệ hạt gel đối với dung dịch sodium citrate là 1:5 (theo khối lượng) trong khoảng 15 phút. Sau đó, hỗn hợp được lắc đều bằng máy Vortex. Dung dịch sau khi hòa tan được kết hợp với dung dịch methanol chưa hóa (0,1 ml HCl 100% định mức với methanol cho đến 100 ml) theo tỷ lệ 20 g dung dịch : 30 ml methanol chưa hóa. Sau khi hỗn hợp được trộn đều, nó được ủ trong 30 phút ở nhiệt độ  $4^{\circ}\text{C}$ . Tiếp theo, hỗn hợp được lọc thông qua giấy lọc Whatman No. 01 để thu được dung dịch phân tích (Hà Thị Mai Trang và Lê Trung Thiên, 2018).

## 2.6. Thu dịch chiết phenolic từ sữa chua

Trộn 20 (g) sữa chua với 30ml dung dịch methanol chua hóa (0,1ml HCl 100% định mức 100 ml bằng methanol). Sau đó, tiến hành ủ hỗn hợp 30 phút ở 4°C, lọc với giấy lọc Whatman No. 01 để thu dịch phân tích (Lorena Trigueros, 2014).

## 2.7. Phân tích hàm lượng phenolic tổng trong mẫu dịch chiết

Hàm lượng phenolic tổng số được xác định theo TCVN 9745-1:2013/ISO 14502-1:2005. Tiến hành pha loãng dịch chiết mẫu cần phân tích với nồng độ phù hợp. Sau đó hút 1 ml dung dịch mẫu đã pha loãng vào ống nghiệm. Thêm vào 5 ml dung dịch Folin-Ciocalteu (10%), lắc đều, để yên từ 3 - 8 phút. Tiếp tục thêm 4 ml dung dịch Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (7,5%), lắc đều, để yên ở nhiệt độ phòng trong bóng tối 60 phút. Sau đó đo độ hấp thụ quang học ở bước sóng 765 nm. Gallic acid được dùng làm chất chuẩn. Hàm lượng phenolic tổng được biểu diễn theo miligam đương lượng acid gallic trong g mẫu (mg GAE/g).

## 2.8. Phân tích chất lượng cảm quan của sữa chua

Các chỉ tiêu cảm quan của sữa chua có bổ sung thạch phenolic (màu sắc, vị, kết cấu) được xác định bằng phương pháp đánh giá thị hiếu cho điểm trên thang 5 điểm (Hà Duyên Tư, 2006). Kết quả đánh giá cảm quan được tổng hợp từ 15 người thử là sinh viên ngành Công nghệ thực phẩm của Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai.

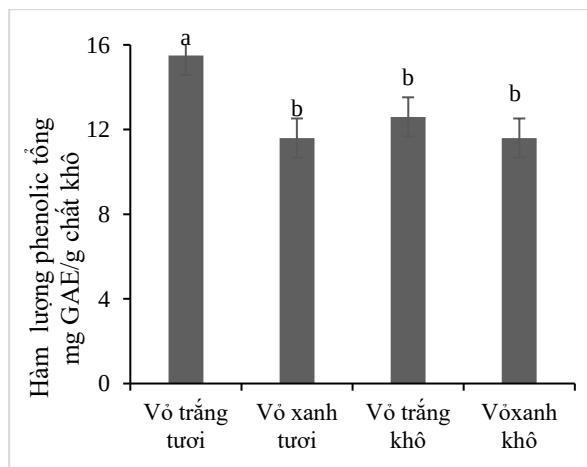
## 2.9. Phương pháp xử lý thống kê

Tất cả các thí nghiệm đều được lặp lại 3 lần. Kết quả trong bài báo là giá trị trung bình  $\pm$  độ lệch chuẩn. Các số liệu được xem là khác nhau có nghĩa khi  $P < 0,05$ . Phương pháp phân tích phương sai một yếu tố được thực hiện trên phần mềm Minitab Statistical Software.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Khảo sát hàm lượng phenolic trong nguyên liệu vỏ bưởi

Hình 1 cho thấy phần vỏ trắng tươi của bưởi da xanh có hàm lượng phenolic tổng cao nhất (15,5 mg GAE/g chất khô), tiếp theo là phần vỏ trắng khô với hàm lượng phenolic tổng là 11,6 mg GAE/g chất khô. Các mẫu vỏ sấy khô ở  $60 \pm 2$  °C có hàm lượng phenolic tổng thấp hơn mẫu vỏ trắng tươi, mẫu vỏ trắng và vỏ xanh sau khi sấy có hàm lượng phenolic tổng lần lượt là 12,6 mg GAE/g chất khô và 11,5 mg GAE/g chất khô. Sự giảm nhẹ hàm lượng phenolic tổng ở các mẫu vỏ sau khi sấy là do phenolic nhạy cảm với nhiệt, ánh sáng, oxy trong suốt quá trình sấy đối lưu với dòng khí nóng (Shi và cộng sự, 2022). Đồng thời, khi tăng nhiệt độ sấy, kết cấu vỏ bưởi trở nên giòn và cứng gây trở ngại cho quá trình trích ly của dung môi. Một số nghiên cứu cũng cho thấy phần vỏ trắng bưởi có hàm lượng phenolic tổng số cao hơn phần vỏ xanh (Hoàng Quang Bình và cộng sự, 2021). Vì vậy vỏ trắng tươi được chọn là nguồn nguyên liệu để để thu dịch chiết phenolic.



Hình 1. Hàm lượng phenolic tổng của vỏ bưởi

### 3.2. Khảo sát lựa chọn loại chất tạo gel và tỷ lệ giữa dung dịch chất tạo gel và dịch chiết phenolic

Kết quả đánh giá cảm quan về sự ảnh hưởng của agar và carrageenan đến chất lượng của gel cố định dịch chiết phenolic được trình bày ở bảng 1.

**Bảng 1.** Bảng đánh giá cảm quan kết cấu gel cố định dịch chiết phenolic

| Chất tạo gel | Tỷ lệ dịch tạo gel:dịch chiết phenolic (v/v) | Điểm cảm quan           |                         |                        |
|--------------|----------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
|              |                                              | Màu sắc                 | Vị                      | Kết cấu                |
| Agar         | 1:1                                          | 4,5±0,51 <sup>a</sup>   | 4,53±0,50 <sup>a</sup>  | 3,6±0,91 <sup>ab</sup> |
|              | 1:5                                          | 4,46±0,74 <sup>a</sup>  | 4,46±0,74 <sup>a</sup>  | 4,4±0,73 <sup>a</sup>  |
|              | 1:10                                         | 2,8±0,83 <sup>b</sup>   | 2,8±0,67 <sup>b</sup>   | 3,27±0,79 <sup>b</sup> |
|              | 1:15                                         | 2,7±0,80 <sup>b</sup>   | 2,73±0,79 <sup>b</sup>  | 3.00±0,75 <sup>b</sup> |
|              | 1:20                                         | 2,2±0,77 <sup>b</sup>   | 2,2±0,77 <sup>b</sup>   | 3.00±0,75 <sup>b</sup> |
| Carrageenan  | 1:1                                          | 4,80±0,40 <sup>a</sup>  | 5.00±0,10 <sup>a</sup>  | 4,90±0,30 <sup>a</sup> |
|              | 1:5                                          | 4,70±0,50 <sup>a</sup>  | 4,90±0,30 <sup>ab</sup> | 4,87±0,40 <sup>a</sup> |
|              | 1:10                                         | 4,60±0,50 <sup>ab</sup> | 4,50±0,50 <sup>b</sup>  | 4,73±0,5 <sup>ab</sup> |
|              | 1:15                                         | 4,20±0,70 <sup>bc</sup> | 3,90±0,50 <sup>c</sup>  | 4,27±0,8 <sup>b</sup>  |
|              | 1:20                                         | 3,70±0,50 <sup>c</sup>  | 3,40±0,50 <sup>d</sup>  | 3,27±0,70 <sup>c</sup> |

Các ký tự a, b khác nhau trên cùng một cột trong cùng loại chất tạo gel thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với độ tin cậy 95%

Bảng 1 cho thấy màu sắc, vị và kết cấu giữa các mẫu thạch Agar bổ sung dịch chiết phenolic với tỷ lệ 1:1-1:5 có điểm cảm quan cao nhất. Khi tăng lượng dịch chiết phenolic thì kết cấu (độ cứng) của thạch agar giảm dần, màu sắc của thạch cố định bị đục và ngả vàng nhạt, vị đắng tăng dần. Bảng 1 cũng cho thấy với tỷ lệ dịch carrageenan và dịch chiết phenolic dao động từ 1:1 đến 1:5 cho độ cứng và độ dẻo dai tương đối hài hòa và giá trị cảm quan về kết cấu, màu sắc và vị có điểm cảm quan cao. Khi tỷ lệ dịch carrageenan và dịch chiết phenolic dao động từ 1:10 đến 1:20 độ cứng của thạch cố định giảm

dần ( $p<0,05$ ), vị đắng của phenolic ngày càng rõ rệt.

Ở tỷ lệ 1:5, gel cố định carrageenan tạo cảm giác mềm, dai, trong khi đó, ở tỷ lệ 1:5, gel cố định agar có độ cứng, giòn và cảm giác lợn cợn. Chính vì thế Carrageenan được chọn để làm tác nhân tạo gel cố định với tỷ lệ dịch carrageenan:dịch chiết phenolic phù hợp là 1:5.

**3.3. Khảo sát tỷ lệ hạt thạch bổ sung vào sữa chua**

Ảnh hưởng của tỷ lệ bổ sung thạch cố định phenolic đến chất lượng cảm quan của sữa chua được thể hiện ở bảng 2.

**Bảng 2.** Ảnh hưởng của tỷ lệ thạch cố định phenolic bổ sung đến điểm cảm quan của sữa chua

| Tỷ lệ thạch : sữa chua (w/w) |                         |                        |                        |                        |                        |
|------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Chi tiêu                     | 0:70                    | 3:70                   | 4:70                   | 5:70                   | 6:70                   |
| Màu sắc                      | 4,62 ±0,5 <sup>a</sup>  | 4,87±0,4 <sup>a</sup>  | 4,8±0,4 <sup>a</sup>   | 4,67±0,5 <sup>a</sup>  | 4,6±0,5 <sup>a</sup>   |
| Vị                           | 4,70±0,3 <sup>a</sup>   | 4,93±0,3 <sup>a</sup>  | 4,87±0,4 <sup>a</sup>  | 4,3±0,8 <sup>ab</sup>  | 3,9±0,9 <sup>b</sup>   |
| Kết cấu                      | 4,2±0,3 <sup>b</sup>    | 4,93±0,3 <sup>a</sup>  | 4,93±0,3 <sup>a</sup>  | 4,53±0,5 <sup>b</sup>  | 4,3±0,5 <sup>b</sup>   |
| Phenolic tổng                | 0,53 ±0,00 <sup>a</sup> | 0,59±0,03 <sup>b</sup> | 0,61±0,01 <sup>c</sup> | 0,60±0,03 <sup>c</sup> | 0,62±0,00 <sup>c</sup> |

*Các ký tự a, b khác nhau trên cùng một hàng thể hiện sự khác biệt giữa các nghiệm thử ở độ tin cậy 95%*

Bảng 2 cho thấy, màu sắc của các mẫu sữa chua với các tỷ lệ bổ sung thạch cố định phenolic khác nhau không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Điểm cảm quan về vị của các mẫu sữa chua có xu hướng tăng khi tăng tỷ lệ bổ sung từ 0:70 đến 4:70 sau đó giảm dần khi tỷ lệ bổ sung tăng đến 6:70 (w/w). Điểm cảm quan của mẫu sữa chua bổ sung thạch với tỷ lệ 6:70 đã giảm đi xấp xỉ 21% so với mẫu sữa chua bổ sung với tỷ lệ 3:70. Điều này có thể là do vị đắng gây nên với tỷ lệ bổ sung này, tương tự như kết quả được ghi nhận bởi Hà Thị Mai Trang và Trung Thiên Lê (2018).

Điểm cảm quan về kết cấu của các mẫu sữa chua bổ sung hạt thạch không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê khi tỷ lệ bổ sung dao động từ 3:70 đến 4:70; tuy nhiên, khi tỷ lệ bổ sung tăng từ 3:70 đến 6:70 thì điểm cảm quan kết cấu của sản phẩm có xu hướng giảm dần có thể là do cảm giác lợn cợn khi ăn sản phẩm.

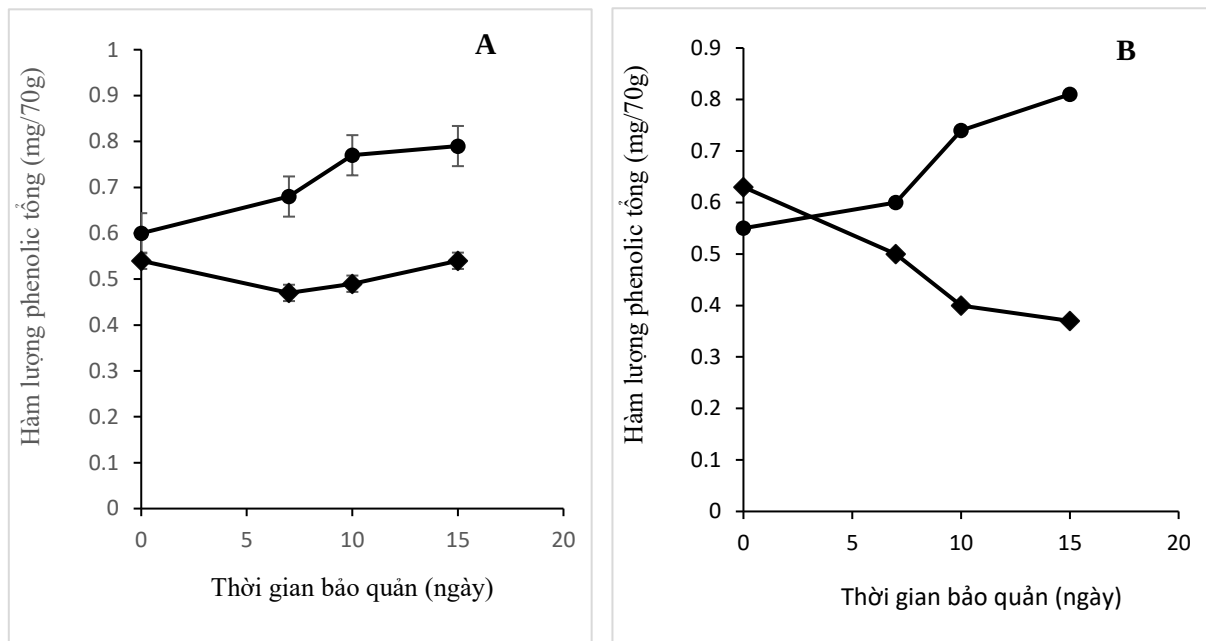
Hàm lượng phenolic trong sữa chua bổ sung thạch tăng lên so với mẫu đối chứng. Khi tỷ lệ bổ sung thạch dao động từ 4:70 đến 6:70, hàm lượng phenolic trong sản phẩm không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê

Sản phẩm sữa chua bổ sung thạch với tỷ lệ 3:70 (w/w) có điểm cảm quan về màu sắc, vị và kết cấu tương đương với mẫu sữa chua bổ sung thạch với tỷ lệ 4:70 (w/w), tuy nhiên, hàm lượng phenolic tổng trong mẫu sữa chua bổ sung thạch với tỷ lệ 4:70 cao hơn. Vì thế, tỷ lệ bổ sung 4:70 (w/w) được chọn là tỷ lệ bổ sung phù hợp.

### **3.4. Khảo sát thời điểm bổ sung thạch phenolic vào quy trình sản xuất sữa chua đến hàm lượng phenolic trong sản phẩm theo thời gian bảo quản**

Ảnh hưởng của thời điểm bổ sung thạch cố định phenolic (bổ sung trước quá trình lên men và bổ sung sau quá trình lên men) đến hàm lượng phenolic trong thạch và trong sữa sau 15 ngày

bảo quản ở 6°C - 8°C được thể hiện trên hình 2A và 2B.



**Hình 2.** Ảnh hưởng của thời điểm bổ sung thạch đến hàm lượng phenolic trong thạch và dịch sữa chua theo thời gian bảo quản; (A) bổ sung thạch trước quá trình lên men, (B) bổ sung thạch sau quá trình lên men; ●— hàm lượng phenolic tổng trong phần dịch sữa, ◆— hàm lượng phenolic tổng trong phần thạch.

Hình 2 cho thấy hàm lượng phenolic trong thạch bổ sung vào sữa chua trước và sau quá trình lên men đều có xu hướng giảm theo thời gian bảo quản. Hàm lượng phenolic trong thạch bổ sung trước quá trình lên men sau 15 ngày bảo quản đã giảm 44% so với ngày đầu. Hàm lượng phenolic trong thạch bổ sung sau quá trình lên men sau 15 ngày bảo quản đã giảm 37,3% so với ngày đầu. Sự giảm hàm lượng phenolic trong thạch bổ sung là do thất thoát phenolic từ thạch vào dịch sữa, cũng có thể một phần phenolic bị phân hủy theo thời gian bảo quản. Đáng chú ý là bổ sung thạch trước quá trình lên men có sự tổn thất phenolic trong thạch nhiều hơn so với khi bổ sung sau quá trình lên men. Điều này có thể được lý giải là do có sự tổn thất phenolic trong giai đoạn lên men ở

42°C trong thời gian 8 giờ (Hà Thị Mai Trang và Trung Thiên Lê, 2018).

Ngược lại, hàm lượng phenolic trong dịch sữa chua có xu hướng tăng ở cả hai trường hợp bổ sung thạch trước và sau quá trình lên men. Hình 2 cho thấy hàm lượng phenolic trong dịch sữa chua sau 15 ngày bảo quản tăng 25% so với ngày đầu tiên trong trường hợp bổ sung thạch trước quá trình lên men. Trong trường hợp bổ sung thạch sau quá trình lên men, hàm lượng phenolic trong dịch sữa sau 15 ngày bảo quản tăng 30,8% so với ngày đầu tiên. Sự tăng lên của hàm lượng phenolic trong dịch sữa ở cả hai trường hợp là do sự thất thoát phenolic từ thạch vào dịch sữa chua như đã đề cập ở trên.

Như vậy, việc bổ sung thạch cố định phenolic vào sữa chua sau quá trình lên men giữ

được hàm lượng phenolic trong thạch nhiều hơn, đồng thời hàm lượng phenolic tổng trong dịch sữa cũng cao hơn trong suốt thời gian bảo quản 15 ngày. Điều này có thể giải thích do khi kết thúc quá trình lên men, cấu trúc gel yaourt ổn định, do đó mạng lưới gel này có khả năng củng cố sự ổn định của hợp chất phenolic cũng như ít gây tác động hay ảnh hưởng đến phenolic trong thạch.

#### 4. KẾT LUẬN

Dịch dịch chiết vỏ bưởi chứa hợp chất phenolic có thể được gói trong gel carrageen với tỷ lệ dịch carrageenan:dịch chiết phenolic là 1:5 (v/v) để bổ sung vào quy trình sản xuất sữa chua với tỷ lệ thạch cố định:dịch sữa là 4:70 (w/w) mà không ảnh hưởng đến giá trị cảm quan của sản phẩm. Trong quá trình bảo quản sản phẩm 15 ngày ở nhiệt độ 6-8°C có sự thất thoát hàm lượng phenolic trong thạch vào dịch sữa chua đồng thời hàm lượng phenolic trong dịch sữa chua tăng lên. Bổ sung thạch cố định phenolic sau quá trình lên men hạn chế được sự thất thoát phenolic từ thạch vào dịch sữa tốt hơn so với bổ sung thạch trước quá trình lên men. Như vậy, vỏ bưởi trắng có tiềm năng ứng dụng để bổ sung vào các sản phẩm thực phẩm nhằm làm giàu hợp chất phenolic cho sản phẩm thực phẩm.

#### LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin gửi lời cảm ơn đến Ban Giám Hiệu Trường Đại Học Công Nghệ Đồng Nai, Trung tâm công nghệ sinh học Thành Phố Hồ Chí Minh đã giúp hỗ trợ phòng thí nghiệm, phương tiện nghiên cứu trong việc thực hiện bài báo.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

Aiello, Restuccia, Spizzirri, Carullo, Leporini, & Loizzo. (2020). Improving Kefir Bioactive Properties by Functional Enrichment with Plant and Agro-Food Waste Extracts. *Fermentation*, 6(3). doi:10.3390/fermentation6030083

Dabija, Codină, Ropciuc, Gâtlan, & Rusu. (2018). Assessment of the Antioxidant Activity and Quality Attributes of Yogurt Enhanced with Wild Herbs Extracts. *Journal of Food Quality*, 2018, 5329386. doi:10.1155/2018/5329386

El-Messery, El-Said, Demircan, & Aliment. (2019). Microencapsulation of natural polyphenolic compounds extracted from apple peel and its application in yoghurt. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 18(1), 25-34.

Hà Duyên Tư. (2006). Kỹ thuật phân tích cảm quan thực phẩm. NXB Khoa học và kỹ thuật.

Hà Thị Mai Trang, & Trung Thiên Lê. (2018). Biến đổi hàm lượng Polyphenol cố định bổ sung trong quá trình chế biến Yaourt. *Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn*, 17(1), 26-34.

Hoàng Quang Bình, Trịnh Ngọc Thảo Ngân, Hồ Thị Thảo My, & Lê Trung Thiên. (2021). Sự phân bố polyphenol tổng và trích ly hợp chất polyphenol từ vỏ trắng bưởi năm roi với sự hỗ trợ của enzyme. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 1.

Lorena Trigueros. (2014). Antioxidant activity and interactions protein-polyphenol in a pomegranate (*Punica granatum* L.) yogurt. *Journal of AgrAiello, F., Restuccia, D., Spizzirri, U. G., et al. (2020). Improving Kefir Bioactive Properties by Functional Enrichment with Plant and Agro-Food Waste Extracts. Fermentation*, 6(3). doi:10.3390/fermentation6030083

Shi, Zhao, Yang, Subbiah, & Suleria. (2022). Extraction and characterization of phenolic compounds and their potential antioxidant activities. *Environmental Science and Pollution Research*, 29. doi:10.1007/s11356-022-23337-6

Sun-Waterhouse, Penin-Peyta, Wadhwa, & Waterhouse. (2012). Storage Stability of Phenolic-Fortified Avocado Oil Encapsulated Using Different Polymer Formulations and Co-extrusion Technology.

- Food and Bioprocess Technology, 5(8), 3090-3102. doi:10.1007/s11947-011-0591-x
- Sun-Waterhouse, Zhou, & Wadhwa. (2013). Drinking yoghurts with berry polyphenols added before and after fermentation. Food Control, 32(2), 450-460. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.01.011

## RESEARCH ON ADDITION OF MICROENCAPSULATION AND PHENOLIC EXTRACT FROM POMELO PEEL TO YOGHURT PRODUCTS

Nguyen Thi Ngan<sup>1\*</sup>, Luu Hoang Yen<sup>1</sup>, Pham Thi Hang<sup>1</sup>, Mai Thi Hai Anh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dong Nai Technology University

<sup>2</sup>Tay Nguyen University

\*Corresponding author: *Nguyen Thi Ngan*, [nguyenthingan@dentu.edu.vn](mailto:nguyenthingan@dentu.edu.vn)

### GENERAL INFORMATION

Received date: 30/11/2023

Revised date: 14/01/2024

Published date: 12/03/2024

### KEYWORD

*Agar;*

*Carrageenan;*

*Phenolic;*

*Pomelo peel;*

*Yoghurt.*

### ABSTRACT

Pomelo peel is often considered a by-product in the pomelo fruit processing. In this study, pomelo peel was utilized as a source of phenolic compounds. The phenolic-rich extract from pomelo peel was encapsulated in a gel matrix and subsequently incorporated into yoghurt product. Two types of gelling agents, agar and carrageenan were employed. The agar/carrageenan 2% ratio and phenolic extract ranged from 1:1 to 1:20 (v/v). The ratio of phenolic encapsulated gel and yoghurt solution varied from 3:70 to 6:70 (w/w). The timing of incorporating the encapsulated gel before and after the fermentation process was also investigated. The results indicated that carrageenan exhibited better structural stability of yoghurt product compared to agar. The optimal ratio observed was 1:5 (v/v) for carrageenan to phenolic extract, and a ratio of 4:70 for phenolic encapsulated gel to yoghurt solution, showing the highest sensory evaluation. During 15 days of product storage at the temperature of 6-8°C, there was a loss of phenolic content from the gel into the yogurt solution, leading to an increase in the phenolic content of the yoghurt. Incorporating the phenolic encapsulated gel after the fermentation process minimized the loss of phenolic compounds from the gel into the yoghurt solution better than incorporating it before fermentation.