

Ảnh hưởng của điều kiện tạo nhũ tương kép tới khả năng tạo vi nang dầu gấc sử dụng gelatin

Tạ Thị Minh Ngọc^{1,2,3,*}, Trần Hải Đăng⁴

TÓM TẮT

Dầu gấc được bao gói trong gelatin theo phương pháp tạo nhũ tương kép dầu/nước/dầu (o/w/o). Nhũ tương đơn o/w được tạo thành bằng cách đồng hóa áp suất cao dầu gấc với dung dịch gelatin, sau đó được phân tán vào paraffin lỏng để tạo nhũ tương kép o/w/o. Vi nang được ổn định bằng cách hạ nhiệt độ hệ nhũ tương kép o/w/o xuống dưới nhiệt độ tạo gel của gelatin. Nghiên cứu này khảo sát ảnh hưởng của các thông số tạo thành nhũ tương kép o/w/o tới quá trình tạo vi nang dầu gấc sử dụng gelatin bao gồm nhiệt độ nhũ tương đơn o/w, nhiệt độ paraffin và tốc độ khuấy khi tạo nhũ tương kép o/w/o. Hiệu quả quá trình được đánh giá thông qua hiệu suất bao gói dầu, hiệu quả bao gói dầu, kích thước và hình thái của vi nang. Kết quả cho thấy hiệu suất bao gói đạt cao nhất 93,47 %, với hiệu quả bao gói và kích thước vi nang tương ứng lần lượt đạt 86,49 % và 156 μm . Sự chênh lệch nhiệt độ giữa nhũ tương đơn o/w và paraffin làm giảm hiệu suất bao gói từ 6,74-12,88 %. Khi tăng nhiệt độ nhũ tương đơn o/w và nhũ tương kép o/w/o, kích thước vi nang có xu hướng giảm. Kích thước vi nang và hiệu suất bao gói cũng có xu hướng giảm khi tăng tốc độ khuấy nhũ tương kép o/w/o. Bên cạnh đó, các điều kiện khảo sát không thể hiện ảnh hưởng tới hiệu quả bao gói. Vi nang thu được có hình cầu, kích thước không đồng nhất với bề mặt liên tục, không đứt gãy hoặc có nếp nhăn.

Từ khoá: Dầu gấc, gelatin, nhũ tương kép, o/w/o, vi nang

¹Bộ môn Công nghệ thực phẩm, Khoa Kỹ thuật hóa học, Trường Đại học Bách Khoa thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

²Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

³Khoa Công nghệ thực phẩm, Trường Đại học Nha Trang, Nha Trang, Việt Nam

⁴Viện Công nghệ sinh học và môi trường, Trường Đại học Nha Trang, Nha Trang, Việt Nam

Liên hệ

Tạ Thị Minh Ngọc, Bộ môn Công nghệ thực phẩm, Khoa Kỹ thuật hóa học, Trường Đại học Bách Khoa thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Khoa Công nghệ thực phẩm, Trường Đại học Nha Trang, Nha Trang, Việt Nam

Email: ttmngoc@hcmut.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 25-02-2024
- Ngày chấp nhận: 14-5-2024
- Ngày đăng: 30-6-2024

DOI:

<https://doi.org/10.32508/stdjet.v7i2.1341>



MỞ ĐẦU

Công nghệ vi nang là quá trình mà trong đó vật liệu rắn hoặc lỏng, thường có hoạt tính sinh học, được bao lại trong một mạng lưới polyme để tạo ra các phần tử có kích thước micromet, gọi là vi nang. Vật liệu được bao gói có thể là hợp chất ưa nước hoặc hợp chất kỵ nước, ví dụ như dầu thực vật. Dầu thực vật là nguyên liệu được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như mỹ phẩm, dược phẩm, thực phẩm Ứng dụng công nghệ vi nang có thể giúp cải thiện các thuộc tính của dầu thực vật như cải thiện khả năng phối trộn, tăng tính ổn định của hoạt chất đối với các điều kiện chế biến, cải thiện các đặc tính cảm quan ...¹.

Quy trình bao gói dầu thường bao gồm các bước: (i) đồng hóa dầu với dung dịch polyme, tạo nhũ tương đơn dầu trong nước (o/w); (ii) sử dụng lực cơ học để tạo ra các giọt nhũ tương o/w rời rạc; (iii) thay đổi nhiệt độ hoặc sử dụng hóa chất tạo mạng để ổn định các giọt nhũ tương o/w nhằm thu được hạt vi nang². Ở bước (ii), nhũ tương đơn o/w có thể được phân tán vào pha khí để tạo ra các giọt o/w hoặc pha lỏng để tạo ra một hệ nhũ tương kép³. Hệ nhũ tương kép o/w/o là một ứng cử viên sáng giá trong các ứng dụng bao gói dầu (dầu hướng dương, dầu nành, dầu oliu ...) và các hợp chất tan trong dầu (vitamin E, curcumin,

astaxanthin ...)⁴.

Gelatin là một trong những protein được sử dụng phổ biến trong công nghệ thực phẩm. Gelatin có tính hoạt động bề mặt, có khả năng tạo gel tốt, có tính tương thích sinh học và phân hủy sinh học cũng như khả năng bảo vệ khỏi sự thẩm thấu oxy tốt⁵. Gelatin được sử dụng rộng rãi trong các phương pháp tạo vi nang dựa trên nền tảng hệ nhũ tương như bao gói tinh dầu tiêu đen⁶, acid linoleic⁷, dầu oliu⁸ Hầu hết các nghiên cứu này dựa trên hiện tượng đồng tụ phức hợp giữa hai polyme trái dấu (bước iii) và thường kết hợp với xử lý liên kết chéo với glutaraldehyd để ổn định vi nang. Gần đây, Trần và cs đã xây dựng thành công quy trình tạo vi nang dầu thực vật (dầu gấc) chỉ sử dụng 1 polyme là gelatin, dựa trên hệ nhũ tương kép o/w/o⁹. Dầu gấc được tạo nhũ tương trong gelatin (nhũ tương đơn o/w) sau đó phân tán vào paraffin lỏng để tạo thành hệ nhũ tương kép o/w/o. Vi nang được ổn định dựa trên khả năng tạo gel ở nhiệt độ thấp của gelatin. Hiệu quả bao gói được báo cáo có thể lên tới trên 90 % mà không cần xử lý liên kết chéo với glutaraldehyd. Vi nang được tạo thành ở nhiệt độ ôn hòa (dưới 50°C) có thể hạn chế sự biến tính của dầu và bảo tồn được các hoạt chất sinh học trong dầu. Đồng thời, việc không sử dụng hóa chất để tạo liên

Trích dẫn bài báo này: Ngọc T T M, Đăng T H. Ảnh hưởng của điều kiện tạo nhũ tương kép tới khả năng tạo vi nang dầu gấc sử dụng gelatin. *Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.* 2024; 7(2):2177-2183.

Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



kết chéo cũng là một ưu điểm cho các ứng dụng của phương pháp trong công nghệ thực phẩm.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi khảo sát ảnh hưởng của các thông số tạo thành nhũ tương kép o/w/o (bước ii) tới khả năng bao gói dầu gấc theo phương pháp của Trần và cs⁹. Các thông số khảo sát bao gồm nhiệt độ nhũ tương đơn o/w, nhiệt độ paraffin và tốc độ khuấy khi tạo nhũ tương kép o/w/o. Hiệu quả của quy trình được đánh giá thông qua hiệu suất bao gói dầu, hiệu quả bao gói dầu và hàm lượng dầu trong vi nang. Kích thước và hình dạng của vi nang cũng được xem xét đánh giá.

NGUYÊN VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nguyên vật liệu

Dầu gấc được cung cấp bởi công ty Đông Phương, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam. Gelatin (bloom 250) được cung cấp bởi công ty Giang Hoài, Hà Nội, Việt Nam. Span80 và paraffin lỏng được cung cấp bởi công ty TBR, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam. Các dung môi phân tích được cung cấp bởi Sigma (Đức) và Sharlau (Tây Ban Nha).

Quy trình tạo vi nang

Vi nang được chuẩn bị dựa trên phương pháp của Trần và cs⁹. Năm g dầu gấc (với chất nhũ hóa là Span80 5 %) được tạo nhũ tương với 100 ml dung dịch gelatin 20 % (50°C) sử dụng máy đồng hóa IKA T18 Basic Untra-Turrax ở áp suất 5 bar trong 10 phút để tạo nhũ tương đơn o/w. Nhiệt độ nhũ tương đơn o/w được điều chỉnh bằng cách ủ trong bể ổn nhiệt (30, 40 và 50°C). Rót từ từ nhũ tương đơn vào paraffin lỏng (30, 40 và 50°C) theo tỷ lệ 1/4 v/v, sử dụng máy khuấy đũa IKA LR-2ST (Đức) với tốc độ khuấy 460, 500, 540 và 580 vòng/ phút và duy trì khuấy trong 10 phút để tạo nhũ tương kép o/w/o. Toàn bộ hệ thống được hạ nhiệt độ xuống 10°C sử dụng nước lạnh 2°C và duy trì trong 1 h (hệ thống thiết bị phản ứng IKA LR1000 - Đức, hệ thống làm mát Lauda RE 107 - Đức). Vi nang sau đó được lắng gạn và rửa 3 lần với acetone và làm khô ở 4-6°C trong 12-14 h (độ ẩm 14 ± 1%).

Xác định hiệu suất bao gói, hiệu quả bao gói và hàm lượng dầu của hạt vi nang

Hàm lượng dầu được xác định bằng cách tách chiết dầu với n-hexane (10). Cân chính xác khoảng 3 g vi nang, nghiền mịn trong cối sứ và tách chiết với 10 ml n-hexane. Tiến hành chiết 3 lần và thu toàn bộ dịch chiết vào bình cô quay đã xác định trước khối lượng. Tiến hành cô quay dưới dung môi ở 70°C đến khô kiệt

với thiết bị cô quay chân không Buchi R114 (Thụy Sĩ) và xác định khối lượng của bình sau cô quay.

Hàm lượng dầu bề mặt được xác định thông qua lượng dầu bề mặt có thể tách chiết được¹⁰ như sau: Cân chính xác khoảng 5 g vi nang vào ống nghiệm, thêm 20 ml n-hexane, lắc nhẹ. Thu pha hexane vào bình cô quay đã xác định trước khối lượng, cô quay dưới dung môi ở 70°C đến khô kiệt với thiết bị cô quay chân không Buchi R114 và cân khối lượng của bình sau cô quay.

Hàm lượng dầu và hàm lượng dầu bề mặt được tính theo công thức sau:

$$\text{Hàm lượng dầu (\%)} = \frac{m_2 - m_0}{m_1} \times 100$$

$$\text{Hàm lượng dầu bề mặt (\%)} = \frac{m_4 - m_0}{m_3} \times 100$$

$$\text{Hiệu quả bao gói (\%)} = \text{Hàm lượng dầu} - \text{Hàm lượng dầu bề mặt}$$

$$\text{Hiệu suất bao gói (\%)} = \text{Hàm lượng dầu} \times \frac{M}{D}$$

Trong đó m₁ và m₃ là khối lượng vi nang sử dụng; m₂ và m₄ là khối lượng bình sau cô quay; m₀ là khối lượng bình cô quay; M là khối lượng hạt vi nang thu được tính cho 1 mẻ; D là khối lượng dầu sử dụng để tạo vi nang tính cho 1 mẻ.

Xác định mật độ khối của hạt vi nang

Mật độ khối của vi nang (g/ml) được xác định bằng cách cân chính xác khoảng 2 g vi nang vào ống đong 10ml. Trộn đều trên máy vortex MS2 minishaker (IKA, Wilmington NC, USA) trong 1 phút, 200 1/phút. Xác định thể tích của khối hạt trong ống đong. Mật độ khối của vi nang được tính bằng thương của khối lượng chia cho thể tích¹⁰.

Phân tích kích thước và hình thái vi nang

Kích thước hạt vi nang được xác định bằng xử lý hình ảnh chụp với phần mềm ImageJ ver 14.6¹¹. Kích thước hạt được tính bằng đường kính tương ứng của hình tròn có cùng diện tích điểm ảnh và lấy trung bình cho tập hợp khoảng 100 hạt. Hình thái hạt được đánh giá qua hình ảnh chụp dưới kính hiển vi điện tử bề mặt SEM (HITACHI S-4800).

Xử lý số liệu

Kết quả thí nghiệm được xử lý bằng phương pháp phân tích phương sai một yếu tố ANOVA trên phần mềm Statistica ver 7.1, StatSoft, Pháp. Sự khác biệt có ý nghĩa được xác định theo kiểm định Duncan với mức ý nghĩa 95 %. Tất cả các thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Hiệu quả bao gói, hiệu suất bao gói và hàm lượng dầu trong vi nang

Ảnh hưởng của tương quan nhiệt độ nhũ tương đơn o/w ($T_{\varphi 1}$) và nhiệt độ paraffin ($T_{\varphi 2}$)

Ảnh hưởng của nhiệt độ nhũ tương đơn o/w ($T_{\varphi 1}$) và nhiệt độ paraffin ($T_{\varphi 2}$) tới hiệu quả bao gói được khảo sát tại 3 điểm gồm $T_{\varphi 1} < T_{\varphi 2}$, $T_{\varphi 1} > T_{\varphi 2}$ và $T_{\varphi 1} = T_{\varphi 2}$ (Bảng 1). Kết quả cho thấy khi $T_{\varphi 1} \neq T_{\varphi 2}$, hiệu suất bao gói, tương ứng với hàm lượng dầu trong vi nang đều thấp hơn so với giá trị tương ứng trong điều kiện $T_{\varphi 1} = T_{\varphi 2}$. Khi $T_{\varphi 1} < T_{\varphi 2}$, hiệu suất bao gói giảm từ 6,74 - 12,88 % (trường hợp 4 và 2, Bảng 1). Điều này có thể do khi rót nhũ tương đơn o/w vào pha paraffin có nhiệt độ cao hơn sẽ làm tăng nhiệt độ của pha nhũ tương đơn o/w. Khi đó, chuyển động của các giọt dầu trong pha nhũ tương đơn o/w cũng tăng lên, đồng thời tăng khả năng khuếch tán các giọt dầu vào pha paraffin, dẫn đến tổn thất dầu. Ngược lại, khi rót nhũ tương đơn o/w vào pha paraffin có nhiệt độ thấp hơn (trường hợp 3 và 5, Bảng 1) sẽ làm giảm nhiệt độ của pha nhũ tương đơn o/w, các giọt o/w có thể bị co lại về thể tích do các phân tử gelatin chuyển về phía trạng thái gel, dẫn đến các giọt dầu trong pha đơn o/w bị đẩy ra bề mặt của giọt o/w và khuếch tán vào pha paraffin.

Trong tất cả các trường hợp nhiệt độ, hiệu quả bao gói dầu đều đạt trong khoảng 85,20-86,49 %. Tuy có sự khác biệt về hiệu suất bao gói, hiệu quả bao gói ngược lại không có sự khác biệt khi thay đổi nhiệt độ của quá trình tạo nhũ tương kép o/w/o. Điều này có thể giải thích do bước rửa hạt với acetone sau khi lắng gạn, dựa trên khả năng hòa tan dầu của dung môi này.

Ảnh hưởng của tốc độ khuấy nhũ tương kép o/w/o

Nhũ tương là một hệ dị pha gồm hai hoặc nhiều pha không tan lẫn vào nhau. Do đó, việc khuấy trộn là cần thiết để phân tán các pha và giữ ổn định hệ nhũ tương. Hệ nhũ tương kép thường được chuẩn bị theo phương pháp đồng hóa 2 bậc để tạo ra lần lượt nhũ tương đơn (o/w) và nhũ tương kép (o/w/o). Ảnh hưởng của tốc độ khuấy nhũ tương kép o/w/o lên hiệu quả quá trình bao gói dầu được thể hiện trong Bảng 2. Kết quả cho thấy, khi tăng tốc độ khuấy từ 460-500 v/ph lên 540-580 v/ph, hiệu suất bao gói giảm từ 91,68-93,47 % xuống 86,93-87,72 %, đồng thời hàm lượng dầu của vi nang giảm tương ứng từ 23,15-23,60 % xuống 21,95-22,15 %. Khi tăng tốc độ khuấy, lực cắt tăng sẽ làm giảm kích thước giọt nhũ tương, đồng thời có thể phá vỡ một phần giọt nhũ tương, dẫn tới thất thoát dầu vào pha paraffin và làm giảm hiệu suất bao gói cũng như hàm lượng dầu trong vi nang.

Kích thước và mật độ khối của vi nang

Ảnh hưởng của tương quan nhiệt độ nhũ tương đơn o/w ($T_{\varphi 1}$) và nhiệt độ paraffin ($T_{\varphi 2}$)

Kết quả trong Bảng 3 cho thấy có sự ảnh hưởng của nhiệt độ $T_{\varphi 1}$ và $T_{\varphi 2}$ tới các thông số kích thước vi nang. Khi thay đổi nhiệt độ $T_{\varphi 1}$ và $T_{\varphi 2}$ trong khoảng 30-50oC, đường kính vi nang thu được dao động trong khoảng 145-173 μ m, tương ứng với mật độ khối dao động trong khoảng 0,57-0,61 g/ml. Ở mẫu đối chứng (trường hợp 1), có nhiệt độ $T_{\varphi 1} = T_{\varphi 2} = 40^{\circ}\text{C}$, tương ứng với nhiệt độ tới hạn sol-gel của dung dịch gelatin¹², kích thước vi nang đạt $156 \pm 6 \mu\text{m}$, với mật độ khối $0,61 \pm 0,01 \text{ g/ml}$. Kích thước này có xu hướng tăng 5,1-11,2% khi nhiệt độ $T_{\varphi 1}$ và $T_{\varphi 2} \leq 40^{\circ}\text{C}$ (trường hợp 2 và 3, Bảng 3). Điều này có thể giải thích do khi phối trộn 2 pha với độ $T_{\varphi 1}$ và $T_{\varphi 2}$ lần lượt là 30oC và 40oC, $T_{\varphi 1}$ sẽ bị giảm xuống thấp hơn 40°C - nhiệt độ tới hạn sol-gel của gelatin. Lúc này, gelatin chuyển từ trạng thái cuộn ngẫu nhiên linh động sang trạng thái xoắn helix trật tự, tương ứng với trạng thái gel có độ nhớt cao (13) khiến cho khả năng phân tán của nhũ tương o/w giảm, dẫn đến hình thành các hạt nhũ tương kép o/w/o có kích thước lớn hơn. Bên cạnh đó, nhiệt độ pha paraffin - $T_{\varphi 2}$ giảm (trường hợp 3) cũng làm tăng độ nhớt của pha paraffin (kết quả không công bố) gây khó khăn cho quá trình phân tán giọt nhũ tương đơn o/w cũng là một nguyên nhân dẫn đến tăng kích thước hạt.

Đối với trường hợp 4 và 5, nhiệt độ $T_{\varphi 1}$ và $T_{\varphi 2}$ đều được duy trì trên 40oC. Ở khoảng nhiệt độ này, gelatin tồn tại ở trạng thái cuộn ngẫu nhiên¹³ và không có sự thay đổi về kết cấu mạch polypeptide. Kết quả cũng cho thấy không có sự khác biệt có ý nghĩa về kích thước vi nang khi thay đổi nhiệt độ $T_{\varphi 1}$ và $T_{\varphi 2}$ trong khoảng 40-50 $^{\circ}\text{C}$ (Bảng 3, trường hợp 4 và 5). Bên cạnh đó, khi cố định nhiệt độ 1 pha, kích thước vi nang có xu hướng tăng khi nhiệt độ pha còn lại giảm. Ví dụ, với trường hợp 1, 2 và 5, $T_{\varphi 2}$ cố định ở 40°C , kích thước hạt vi nang ở $T_{\varphi 1} = 30, 40, 50^{\circ}\text{C}$ lần lượt là $173 \pm 3, 155 \pm 6$ và $145 \pm 4 \mu\text{m}$. Điều này có thể giải thích do độ nhớt của các pha tăng khi nhiệt độ giảm dẫn tới khả năng phân tán giữa các pha kém hơn.

Ảnh hưởng của tốc độ khuấy nhũ tương kép o/w/o

Ảnh hưởng của tốc độ khuấy khi tạo nhũ tương kép o/w/o tới thông số kích thước của vi nang được trình bày trong Bảng 4. Kết quả cho thấy, khi tăng tốc độ khuấy từ 460-500 v/ph lên 540-580 v/ph, kích thước vi nang giảm từ 152-156 mm xuống 126-131 mm, đồng

Bảng 1: Ảnh hưởng của nhiệt độ tới hiệu quả bao gói

Trường hợp	T _{φ 1} (°C)	T _{φ 2} (°C)	Hàm lượng dầu (%)	Hiệu suất bao gói (%)	Hiệu quả bao gói (%)
TH1	40	40	23,60±0,14 ^c	93,47±0,56 ^c	86,49±2,87 ^a
TH2	30	40	20,35±0,35 ^a	80,59±1,40 ^a	85,45±3,34 ^a
TH3	40	30	20,70±0,57 ^a	81,98±2,24 ^a	85,20±1,21 ^a
TH4	40	50	21,90±0,57 ^b	86,73±2,24 ^b	86,19±2,49 ^a
TH5	50	40	22,75±0,07 ^{bc}	90,10±0,28 ^b	86,49±2,59 ^a

* Tốc độ khuấy 500 v/ph; T_{φ 1}: nhiệt độ nhũ tương o/w; T_{φ 2}: nhiệt độ paraffin
 ** Các ký tự (a, b, c) thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa thống kê trong cùng cột.

Bảng 2: Ảnh hưởng của tốc độ khuấy nhũ tương kép o/w/o tới hiệu quả bao gói

Tốc độ khuấy (v/ph)	Hàm lượng dầu (%)	Hiệu suất bao gói (%)	Hiệu quả bao gói (%)
460	23,15±0,49 ^{bc}	91,68±1,96 ^{bc}	87,06±2,36 ^a
500	23,60±0,14 ^c	93,47±0,56 ^c	86,49±2,87 ^a
540	22,15±0,07 ^{ab}	87,72±0,28 ^{ab}	86,05±2,64 ^a
580	21,95±0,64 ^a	86,93±2,52 ^a	85,86±2,23 ^a

* T_{φ 1} = T_{φ 2} = 40°C
 ** Các ký tự (a, b, c) thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa thống kê trong cùng cột.

Bảng 3: Ảnh hưởng của nhiệt độ tới kích thước và mật độ khối của vi nang

Trường hợp	T _{φ 1} (°C)	T _{φ 2} (°C)	Mật độ khối (g/ml)	Đường kính vi nang (mm)
TH1	40	40	0,61±0,01 ^c	156 ± 6 ^{ab}
TH2	30	40	0,58±0,00 ^{ab}	173 ± 3 ^c
TH3	40	30	0,57±0,00 ^{ab}	164 ± 6 ^{bc}
TH4	40	50	0,60±0,01 ^{bc}	145 ± 4 ^a
TH5	50	40	0,60±0,01 ^{bc}	151 ± 0 ^a

* Tốc độ khuấy 500 v/ph; T_{φ 1}: nhiệt độ nhũ tương o/w; T_{φ 2}: nhiệt độ paraffin
 ** Các ký tự (a, b, c) thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa thống kê trong cùng cột.

Bảng 4: Ảnh hưởng của tốc độ khuấy nhũ tương kép o/w/o tới kích thước và mật độ khối của vi nang

Tốc độ khuấy (v/ph)	Mật độ khối (g/ml)	Đường kính vi nang (mm)
460	0,59±0,01 ^a	151 ± 0 ^b
500	0,61±0,01 ^{ab}	156 ± 6 ^b
540	0,63±0,01 ^{bc}	126 ± 4 ^a
580	0,64±0,01 ^c	131 ± 3 ^a

* T_{φ 1} = T_{φ 2} = 40°C
 ** Các ký tự (a, b, c) thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa thống kê trong cùng cột.

thời mật độ khối của vi nang tăng tương ứng từ 0,59-0,61 g/ml lên 0,63-0,64 g/ml. Trong phương pháp tạo vi nang sử dụng hệ nhũ tương kép o/w/o, hạt vi nang được hình thành trong quá trình tạo nhũ tương kép o/w/o khi phân tán nhũ tương đơn o/w vào paraffin. Khi tốc độ khuấy nhũ tương kép o/w/o tăng tương ứng với lực cắt giọt nhũ tương đơn o/w tăng, kích thước giọt nhũ tương đơn o/w sẽ giảm. Nghiên cứu của Ibraheem và cs., đã chỉ ra rằng tốc độ khuấy trộn khi tạo nhũ tương đơn o/w không có ảnh hưởng tới kích thước vi nang, ngược lại, việc tăng tốc độ khuấy trộn của nhũ tương kép o/w/o sẽ làm giảm kích thước hạt vi nang¹⁴.

Hình dạng và trạng thái bề mặt của vi nang

Kết quả quan sát dưới kính hiển vi cho thấy vi nang tạo thành theo phương pháp nhũ tương kép có dạng hình cầu với kích thước không đồng nhất (Hình 1a). Bề mặt vi nang liên tục, không đứt gãy (Hình 1b) hoặc có nếp nhăn (Hình 1c). Kết quả tương tự được báo cáo khi nghiên cứu tạo vi nang theo phương pháp nhũ tương kép sử dụng vật liệu bao gói là protein sữa^{15,16} hoặc hỗn hợp chitosan/ gelatin¹⁷. Vi nang có thể được ổn định bằng nhiệt hoặc xử lý liên kết chéo với glutaraldehyde. Bề mặt vi nang có thể trơn nhẵn hoặc gập nếp tùy theo mức độ liên kết chéo hoặc kết tụ giữa các phân tử protein¹⁵.

KẾT LUẬN

Phương pháp nhũ tương kép có thể được sử dụng để bao gói dầu gấc trong gelatin với hiệu suất bao gói lên tới 93,47 % với kích thước hạt trung bình 156 nm. Điều kiện tạo nhũ tương kép o/w/o có ảnh hưởng tới hiệu quả quá trình bao gói, nhất là khi nhiệt độ hai pha nhũ tương có sự chênh lệch sẽ làm giảm hiệu suất bao gói và kích thước vi nang. Bên cạnh đó, khi tăng tốc độ khuấy nhũ tương kép o/w/o cũng có ảnh hưởng tới hiệu quả quá trình bao gói và giảm kích thước vi nang.

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả xin cam đoan không có bất kì xung đột lợi ích nào trong công bố bài báo.

ĐÓNG GÓP CÁC TÁC GIẢ

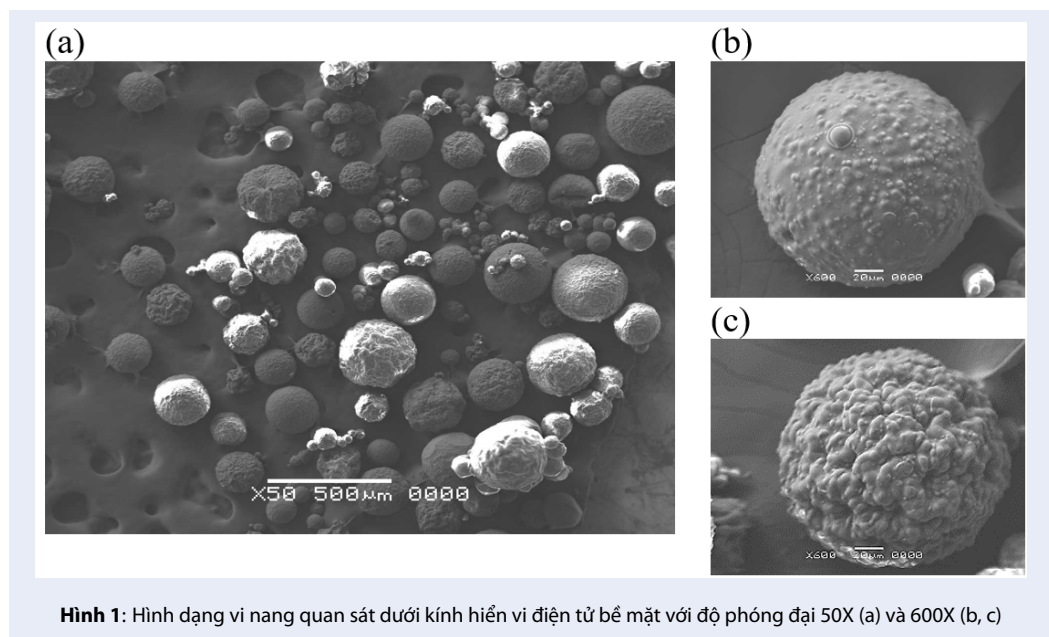
Tạ Thị Minh Ngọc: Xử lý và kiểm chứng số liệu, lên ý tưởng, viết bản thảo và chỉnh sửa bài viết.

Trần Hải Đăng: Thu thập và xử lý số liệu, xác định phương pháp phân tích.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Poncelet D, Dreffier C, Subra-Paternault P, Vandamme TF. Introduction aux techniques de microencapsulation. In: Vandamme TF, Poncelet D, Subra-Paternault P, editors. *Microencapsulation: des sciences aux technologies*. Paris, France:

- Lavoisier; 2007. p. 3-9.
2. Poncelet D, Dreffier C. Les méthodes de microencapsulation de A à Z (ou presque). In: Vandamme TF, Poncelet D, Subra-Paternault P, editors. *Microencapsulation: des sciences aux technologies*. Paris, France: Lavoisier; 2007. p. 23-34;
3. Ta TMN, Kha TC, Nguyen MH. Microencapsulation of Gac aril oil. In: Tuyen CK, Minh HN, editors. *Gac fruit: Advances in cultivation, utilization, health benefits and processing technologies*. Oxfordshire, UK: CAB; 2022. p. 123-42; PMID: 35759335. Available from: <https://doi.org/10.1079/9781789247329.0007>.
4. Ghiasi F, Hashemi H, Esteghlal S, Hosseini SM. An updated comprehensive overview of different food applications of w1/o/w2 and o1/w/o2 double emulsions. *Foods*. 2024; 13(3); PMID: 38338620. Available from: <https://doi.org/10.3390/foods13030485>.
5. Ciannamea EM, Castillo LA, Barbosa SE, De Angelis MG. Barrier properties and mechanical strength of bio-renewable, heat-sealable films based on gelatin, glycerol and soybean oil for sustainable food packaging. *Reactive and Functional Polymers*. 2018;125:29-36; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2018.02.001>.
6. Heckert Bastos LP, Vicente J, Corrêa dos Santos CH, Geraldo de Carvalho M, Garcia-Rojas EE. Encapsulation of black pepper (*Piper nigrum* L.) essential oil with gelatin and sodium alginate by complex coacervation. *Food Hydrocolloids*. 2020;102:105605; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105605>.
7. Duhoranimana E, Yu J, Mukeshimana O, Habinshuti I, Karangwa E, Xu X, et al. Thermodynamic characterization of Gelatin-Sodium carboxymethyl cellulose complex coacervation encapsulating Conjugated Linoleic Acid (CLA). *Food Hydrocolloids*. 2018;80:149-59; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.02.011>.
8. Devi N, Hazarika D, Deka C, Kakati DK. Study of complex coacervation of gelatin a and sodium alginate for microencapsulation of olive oil. *Journal of Macromolecular Science, Part A*. 2012;49(11):936-45; Available from: <https://doi.org/10.1080/10601325.2012.722854>.
9. Trần HB, Nguyễn TH, Nguyễn TN, Tạ TMN. Ảnh hưởng của việc bổ sung agar-agar tới khả năng tạo vi nang dầu gấc - gelatin theo phương pháp đa nhũ tương o/w/o. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ* 2014;52:387-92;
10. Kha TC, Nguyen MH, Roach PD, Stathopoulos CE. Microencapsulation of Gac Oil by Spray Drying: Optimization of wall material concentration and oil load using response surface methodology. *Drying Technology*. 2014;32(4):385-97; Available from: <https://doi.org/10.1080/07373937.2013.829854>.
11. Hartig SM. Basic image analysis and manipulation in ImageJ. *Current Protocols in Molecular Biology*. 2013;102(1):14.5.1-14.5.2; PMID: 23547012. Available from: <https://doi.org/10.1002/0471142727.mb1415s102>.
12. Osorio FA, Bilbao E, Bustos R, Alvarez F. Effects of concentration, bloom degree, and pH on gelatin melting and gelling temperatures using small amplitude oscillatory rheology. *International Journal of Food Properties*. 2007;10(4):841-51; Available from: <https://doi.org/10.1080/10942910601128895>.
13. Ahmed J. Chapter 15 - Rheological properties of gelatin and advances in measurement. In: Ahmed J, Ptaszek P, Basu S, editors. *Advances in food rheology and its applications*: Woodhead Publishing; 2017. p. 377-404; Available from: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100431-9.00015-2>.
14. Ibraheem D, Iqbal M, Agusti G, Fessi H, Elaissari A. Effects of process parameters on the colloidal properties of polycaprolactone microparticles prepared by double emulsion like process. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 2014;445:79-91; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2014.01.012>.



Hình 1: Hình dạng vi nang quan sát dưới kính hiển vi điện tử bề mặt với độ phóng đại 50X (a) và 600X (b, c)

15. Je Lee S, Rosenberg M. Whey Protein-based microcapsules prepared by double emulsification and heat gelation. *LWT - Food Science and Technology*. 2000;33(2):80-8; Available from: <https://doi.org/10.1006/food.1999.0619>.
16. S. J. Lee MR. Preparation and some properties of water-insoluble, whey protein-based microcapsules. *Journal of Microencapsulation*. 2000;17(1):29-44; PMID: 10670938. Available from: <https://doi.org/10.1080/026520400288535>.
17. Qin S, Li H, Hu C. Thermal properties and morphology of chitosan/gelatin composite shell microcapsule via multi-emulsion. *Materials Letters*. 2021;291:129475; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2021.129475>.

Effect of secondary emulsion parameters on Gac oil encapsulation by gelatin in double emulsion

Ta Thi Minh Ngoc^{1,2,3,*}, Tran Hai Dang⁴

ABSTRACT

Gac oil was encapsulated in gelatin using the oil in water in oil (o/w/o) double emulsion method. The o/w single emulsion was formed by homogenizing Gac oil with gelatin solution and dispersing into liquid paraffin to form the o/w/o double emulsion. Microcapsules were stabilized by lowering the temperature of the double emulsion to a temperature below the gelatin's gelation point. Effects of parameters, including temperature and stirring speed, on encapsulation yield, encapsulation efficiency and microcapsule size were investigated. The results show the highest encapsulation yield of 93.47 %, with encapsulation efficiency of 86.49 % and microcapsule size of 156 μm . The difference in temperature between single emulsion and paraffin reduced the encapsulation yield by 6.74-12.88 %. The size of microcapsules decreased as the temperature of single and double emulsions increased. Besides, increasing the stirring speed during the formation of the double emulsion reduced microcapsule size and encapsulation yield. Otherwise, the encapsulation yield was not affected by all investigated conditions. The microcapsules were spherical with size deviation. Microcapsules surface was continuous with irregularities or wrinkles.

Key words: Gac oil, gelatin, double emulsion, o/w/o, oil encapsulation

¹Department of Food Technology, Ho Chi Minh City University of Technology, Vietnam

²Vietnam National University Ho Chi Minh City, Vietnam

³Faculty of Food Technology, Nha Trang University, Nha Trang, Vietnam

⁴Institute of Biotechnology and Environment, Nha Trang University, Nha Trang, Vietnam

Correspondence

Ta Thi Minh Ngoc, Department of Food Technology, Ho Chi Minh City University of Technology, Vietnam

Vietnam National University Ho Chi Minh City, Vietnam

Faculty of Food Technology, Nha Trang University, Nha Trang, Vietnam

Email: ttmngoc@hcmut.edu.vn

History

- Received: 25-02-2024
- Accepted: 14-5-2024
- Published Online: 30-6-2024

DOI : <https://doi.org/10.32508/stdjet.v7i2.1341>



Cite this article : Ngoc T T M, Dang T H. **Effect of secondary emulsion parameters on Gac oil encapsulation by gelatin in double emulsion.** *Sci. Tech. Dev. J. – Engineering and Technology* 2024, 7(2):2177-2183.