

VAI TRÒ CỦA CITRUS FIBER ĐẾN CÁC TÍNH CHẤT CẤU TRÚC CỦA MAYONNAISE CHAY, ÍT BÉO ĐƯỢC CHẾ BIẾN TỪ DỊCH ĐẬU VÁN VÀ DẦU DỪA

PHẠM THỊ THANH HƯƠNG, LÂM NGỌC MINH ANH, NGÔ TRUNG CHÁNH,
NGUYỄN THỊ MINH NGUYỆT*;

Viện Công nghệ Sinh học và Thực Phẩm, Trường Đại học Công nghiệp thành phố Hồ Chí Minh

**Tác giả liên hệ: nguyenthiminhnguyet@iuh.edu.vn*

Tóm tắt. Trong nghiên cứu này, dịch aquafaba từ đậu ván được sử dụng để thay thế trứng trong sản phẩm mayonnaise chay, ít béo nhằm đáp ứng xu hướng dinh dưỡng và sức khỏe trong cộng đồng ăn thuần chay trong những năm gần đây. Mục tiêu của nghiên cứu là xác định vai trò của Citrus fiber (CF) đến các tính chất cấu trúc của mayonnaise chay, ít béo từ dịch aquafaba thu nhận từ đậu ván và dầu dừa. Tổng cộng có 6 công thức (CT) gồm: 1 CT không sử dụng CF (đối chứng) và 5 CT ứng với hàm lượng CF 100 M40 và CF 300 FG lần lượt được khảo sát ở các mức 3 và 4% và phối trộn với tỷ lệ 2: 2% (% Klg). Công thức mayonnaise cơ bản (theo % Klg) bao gồm: xanthan gum 0,3%, đường 9,5%, giấm 4,5%, dầu dừa 4%, muối 1,7%, bột mù tạt 0,2%, acid citric 0,1%, chất bảo quản tự nhiên chiết xuất từ hương thảo (R10) 0,035%, chất màu tự nhiên beta-carotene 0,0032% và dịch aquafaba từ đậu ván được bổ sung đủ 100%. Các tính chất đặc trưng của mayonnaise như khả năng giữ nước, tạo nhũ và độ bền nhũ đã được đối sánh qua 6 CT. Kết quả cho thấy CF có vai trò đặc biệt trong việc hình thành cấu trúc của mayonnaise và ở hàm lượng CF 300 ở mức 3% được ghi nhận là thích hợp nhất. Mô hình Q10 cũng đã được sử dụng để dự đoán hạn sử dụng thông qua đánh giá chỉ số peroxide (PV) của sản phẩm cuối cùng (sử dụng 3% CF 300) giữa mẫu có và không có sử dụng R10. Nghiên cứu có ý nghĩa trong việc phát triển sản phẩm mayonnaise hay các loại sốt salad ít béo từ thực vật an toàn, thân thiện với môi trường nhằm đáp ứng xu hướng tiêu dùng thực phẩm chay đang gia tăng đồng thời góp phần phát triển hệ thống thực phẩm bền vững.

Từ khóa. Aquafaba, mayonnaise không trứng, mayonnaise ít béo, citrus fiber.

ROLE OF CITRUS FIBER IN THE TEXTURAL PROPERTIES OF VEGAN AND LOW-FAT MAYONNAISE MADE FROM LABLAB PURPUREUS AQUAFABA AND COCONUT OIL

Abstract. In this study, the aquafaba derived from *Lablab purpureus* bean was used to replace eggs in low-fat, vegetarian mayonnaise in recent years to nutritional and health trends in the vegan community. The study's objective was to determine the role of Citrus fiber (CF) on the structural properties of vegetarian mayonnaise with low-fat obtained from pea aquafaba water and coconut oil. A total of 6 formulas (CTs), including 1 CT without CF (control formula) and 5 CTs with CF content of 100 M40 and CF 300 FG, respectively, were investigated at 3 and 4 and mixed with a ratio of 2: 2% (by wt.). Basic mayonnaise recipe (in % wt.) includes: xanthan gum 0.3%, sugar 9.5%, vinegar 4.5%, coconut oil 4%, salt 1.7%, mustard powder 0.2% , citric acid 0.1%, natural preservative extracted from rosemary (R10) 0.035%, natural colorant beta-carotene 0.0032% and pea aquafaba water were fully supplemented with 100%. The specific properties of mayonnaise, such as water holding capacity, emulsifying capacity, and emulsifying stability, were compared through 6 CTs. The results showed that CF has a special role in forming the structure of low-fat mayonnaise, and the content of CF 300 of 3% was found to be the most suitable. The Q10 model was also used to predict shelf life by evaluating the final product's peroxide value (PV) (using 3% CF 300) between samples with and without R10. The research is significant in developing safe and environmentally friendly low-fat mayonnaise or salad dressings from plants to meet the growing trend of vegetarian food consumption and develop a sustainable food system.

Keywords. Aquafaba, eggless mayonnaise, low-fat mayonnaise, citrus fiber.

1. GIỚI THIỆU

Mayonnaise là một loại gia vị bán rắn, có tính axit, được đánh giá cao trong việc tạo ra kết cấu và hương vị cho các thực phẩm khác như salad và bánh mì sandwich. Trong công thức truyền thống, nó chứa 70% – 80% dầu thực vật, lòng đỏ trứng, muối, đường, giấm và gia vị, điển hình là mù tạt [1]. Mayonnaise là một hệ keo được hình thành bởi những giọt dầu nhũ hóa có dạng hình cầu trong một pha nước đồng nhất. Tính ổn định của giọt dầu được thể hiện chủ yếu nhờ hoạt động nhũ hóa của các vi hạt hình thành từ các thành phần phosphoprotein và lipoprotein tỷ trọng thấp có trong lòng đỏ trứng [2]. Tuy nhiên, trứng có nhiều khả năng gây nhiễm khuẩn *Salmonella sp.*, giá thành, cũng như do có hàm lượng cholesterol cao nên lòng đỏ trứng có thể gây ra các chứng bệnh về tim mạch, xơ vữa động mạch.

Dầu đóng vai trò quan trọng đối trong việc ổn định các đặc tính của mayonnaise như độ nhớt, kết cấu, độ bôi trơn, hình thức, hương vị và thời hạn sử dụng [3]. Do đó, dầu được sử dụng với tỷ lệ rất cao trong sản xuất mayonnaise để đảm bảo chất lượng và độ ổn định của sản phẩm. Mayonnaise có liên quan đến các vấn đề về sức khỏe do có hàm lượng cholesterol và chất béo cao [3]. Dầu dừa nguyên chất (VCO) nổi tiếng với các đặc tính độc đáo và đã được chứng minh một số lợi ích sức khỏe như hoạt động kháng khuẩn chống lại *Clostridium difficile* và các hợp chất hoạt động là axit lauric, axit capric và axit caprylic [4], đặc tính chống viêm, giảm đau và hạ sốt đã được xác định trong nghiên cứu trên chuột [5]. Hoạt tính kháng khuẩn và khả năng chống oxy hóa của VCO có thể làm tăng giá trị cho các sản phẩm thực phẩm và nó có khả năng cao trong việc kéo dài thời hạn sử dụng của một số sản phẩm thực phẩm nhất định. Nhu cầu về VCO ngày càng tăng do các ứng dụng tiềm năng trong thực phẩm chức năng như bánh mì, sữa, dầu mỡ và nước sốt [6]. VCO có tiềm năng được sử dụng trong sản xuất mayonnaise như một thành phần chức năng [7].

Thuật ngữ Aquafaba - một chất lỏng nhớt được chiết xuất từ bất kỳ loại đậu đóng hộp hoặc chất lỏng chiết được từ quá trình nấu đậu khô. Các thuộc tính chức năng của aquafaba khác nhau tùy thuộc vào thành phần hạt đậu, nhiệt độ, áp suất, thời gian nấu và kiểu gen [8]. Các tính chất chức năng từ aquafaba bao gồm: chất béo liên kết, khả năng giữ nước, độ hòa tan, cũng như khả năng tạo gel, tạo bọt và nhũ hóa [9]. Do đó, nó có thể được sử dụng như một nguyên liệu thay thế trứng và đã được đặc biệt quan tâm trong những năm gần đây như nghiên cứu các tính chất cấu trúc của aquafaba từ đậu gà [10], dùng aquafaba từ đậu ngự để chế biến bánh cupcake không trứng [11]. Tuy nhiên chưa có công bố sử dụng aquafaba vào sản xuất mayonnaise không trứng.

Citrus fiber (CF) chủ yếu được cấu tạo từ cacbohydrat, chiếm khoảng 80% tổng thành phần. Các polysaccharide phổ biến nhất trong citrus fiber là pectin (42,25%) và cellulose (15,95%). Do tính axit và tích điện (ví dụ axit galacturonic) của các thành phần pectin, chúng được ứng dụng vì độ nhớt hoặc đặc tính tạo keo biểu kiến [12]. Do đó, pectin trong citrus fiber có thể là một yếu tố góp phần hình thành các đặc tính chức năng của nó. Hemicellulose cũng chiếm một phần đáng kể trong citrus fiber (khoảng 10,06%). Hemicellulose có độ nhớt biểu kiến cao khi nó hydrat hóa và có khả năng giữ nước cao do cấu trúc phân nhánh, vô định hình và không kết tinh. Mặc dù thành phần hóa học khác với pectin, nhưng hemicellulose cũng có thể góp phần vào độ nhớt và khả năng giữ nước của citrus fiber. Chất xơ trong cam quýt bao gồm các thành phần xơ không hòa tan và/ hoặc hòa tan của các loại trái cây họ cam quýt như cam, chanh và bưởi [13].

Citrus fiber thể hiện các đặc tính lưu biến nổi bật như giúp ổn định độ nhớt khi nhiệt độ tăng [13], tăng khả năng giữ nước và trương nở, khả năng hấp thụ chất béo [14]. Do đó, nó thường được sử dụng như một chất phụ gia chức năng để cải thiện kết cấu hoặc đặc tính dinh dưỡng của thực phẩm. Nó cũng được sử dụng rộng rãi để giảm hàm lượng chất béo có thể hấp thụ trong xúc xích và các sản phẩm thịt khác, đồng thời cải thiện độ ổn định của thực phẩm như một chất nhũ hóa [15].

Ngày nay, con người đang dần chuyển sang xu hướng ăn thuần chay, thay thế dần protein động vật sang protein thực vật, giảm lượng tiêu thụ trứng. Việc cải tiến lại công thức của mayonnaise tập trung vào việc giảm lượng hoặc thay đổi loại chất béo nhằm đáp ứng nhu cầu của người tiêu dùng về một sản phẩm ít chất béo với lượng lipid thấp (<75,75% - lượng lipid có mặt trong mayonnaise truyền thống) [16] đang là thách thức của ngành công nghiệp thực phẩm, tiến đến việc loại bỏ trứng khỏi công thức mayonnaise. Hướng đi này hướng tới mục tiêu phát triển bền vững, nhằm đạt được mức giảm 50% thất thoát thực phẩm trên toàn cầu và phát sinh chất thải, đồng thời xem xét lại cẩn thận về lượng protein có nguồn gốc động vật (báo cáo của Ủy ban EAT – Lancet). Hơn nữa, mayonnaise không trứng cũng có thể tiết kiệm chi phí hơn theo quan điểm của nhà sản xuất vì công đoạn thanh trùng sẽ không cần thiết trong quá trình sản xuất. Mayonnaise

chay, ít béo được xem là phương pháp hiệu quả chuyển từ nguồn protein động vật sang nguồn protein thực vật. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm sản xuất ra một loại sốt mayonnaise có hàm lượng cholesterol và chất béo thấp, chứa các chất có hoạt tính sinh học với các nội dung nghiên cứu cụ thể sau: 1) Xác định tỷ lệ đậu nước để thu nhận dịch đậu có các tính chất bột cao; 2) Khảo sát vai trò của citrus fiber đến tính chất cấu trúc của mayonnaise; 3) Khảo sát hạn sử dụng của sản phẩm mayonnaise cuối cùng khi có và không có sử dụng chất bảo quản tự nhiên R10.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

a. Nguyên vật liệu

- Đậu ván thu mua từ cửa hàng nông sản huyện Đức Trọng, Lâm Đồng, Việt Nam.
- Chiết xuất từ hương thảo Fortium R10 Dry (dạng bột, có chứa các mức axit carnosic được tiêu chuẩn hóa) là sản phẩm của công ty Kemin Industries, Inc., USA.
- Chất màu beta-carotene 1% CWS/M (dạng bột) là sản phẩm của công ty DSM Nutritional Products Ltd., USA.
- Citrus fiber (với tên thương mại là Citri-Fi[®]) sử dụng gồm 2 loại: CF 100 M40 (100% bột xơ cam quýt) và CF 300 FG (bột xơ cam quýt đồng sản xuất với 15% xanthan gum) do công ty Fiberstar, Inc. (Florida, USA) cung cấp.
- Dầu dừa nguyên chất Organic VIETCOCO (100% dầu dừa nguyên chất) là sản phẩm của công ty TNHH chế biến Dừa Lương Quới, Việt Nam.
- Muối tinh sấy (độ ẩm < 1%, hàm lượng NaCl > 98%) là sản phẩm của công ty Cổ phần muối Bạc Liêu, Việt Nam.
- Đường tinh luyện (đường saccharose (Pol) > 99,8%, độ ẩm < 0,05%) là sản phẩm của công ty TNHH Một Thành Viên Đường TTC Biên Hòa – Đồng Nai, Việt Nam.
- Giấm (có nồng độ acid acetic 1,5%) là sản phẩm của công ty CP xuất nhập khẩu A Tuấn Khang, Việt Nam.
- Bột mù tạt vàng do công ty TNHH Amphachem cung cấp.
- Xanthan gum (E415) có nguồn gốc từ Pháp được mua tại công ty Ánh Sáng Châu Á Asia Shine.

b. Phương pháp chuẩn bị mẫu

i. Chuẩn bị dịch aquafaba từ đậu ván

Xử lý đậu ván: Đậu ván được phân loại nhằm loại bỏ các hạt lép, các hạt bị hư có chất lượng không tốt. Sau đó đem đậu xay thô (hạt vỡ thành 3 hoặc 4 mảnh, không xay mịn quá sẽ bị hồ hóa tinh bột khi nấu) bằng máy xay. Định lượng các tỷ lệ đậu: nước = 1:3, 1:4, 1:5, 1:6, 1:7 (w/w), ngâm đậu với nước trong thời gian 8 giờ, dùng rổ nhựa tròn (đường kính 20 cm, cao 7 cm) vớt đậu ra để ráo.

Nấu đậu: Cho đậu nước theo tỷ lệ vào nồi inox, và đun bằng bếp điện từ ở công suất 2000W đun cho đến 100°C, sau đó hạ xuống 400W đun hỗn hợp ở 45°C trong 45 phút. Đậy kín nắp để nguội trên bếp trong 15 phút để trích ly triệt để các chất trong đậu, lọc hỗn hợp bằng vải lọc (số lưới: 200 sợi/inch) thu được phần chất lỏng nhớt cho vào các túi zip, để nguội ở nhiệt độ phòng và sau đó bảo quản ở -18°C. Phần đậu đã lọc chín được xử lý để dùng trong một nghiên cứu khác.

ii. Chuẩn bị mẫu mayonnaise

Công thức mayonnaise chay có các thành phần theo tỷ lệ (% w/w) như sau: dịch đậu ván 75 – 79%, xanthan gum 0,3%, đường 9,5%, giấm 4,5%, dầu dừa 4%, muối 1,7%, mù tạt 0,2%, acid citric 0,1%, chất bảo quản R10 0,035%, màu carotene tự nhiên 0,0032%. Citrus fiber được sử dụng gồm 2 loại CF100 M40 và CF300 FG với các tỷ lệ thay đổi theo các công thức thí nghiệm như mô tả ở bảng 1. Công thức đối chứng được thiết kế không sử dụng CF nhằm đối sánh khi nhận định về mục tiêu chính của nghiên cứu - vai trò của Citrus fiber (CF) đến các tính chất cấu trúc của mayonnaise chay, ít béo từ dịch aquafaba thu nhận từ đậu ván và dầu dừa. 5 công thức phối trộn được xây dựng dựa trên 2 loại CF và hàm lượng của chúng. Hàm lượng CF sử dụng là kết quả của các thí nghiệm sàng lọc.

Bảng 1 Công thức phối trộn mayonnaise

Thành phần	ĐC	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5
CF 100 M40	-	-	-	3%	4%	2%
CF 300 FG	-	3%	4%	-	-	2%
Xanthan gum				0,3%		
Đường				9,5%		
Giấm				4,5%		
Dầu dừa				4%		
Muối				1,7%		
Mù tạt				0,2%		
Acid citric				0,1%		
Chất bảo quản				0,035%		
Màu tự nhiên				0,0032%		
Dịch đậu				Bổ sung đủ 100%		

Mayonnaise chay ít béo được chế biến bằng cách thay thế hoàn toàn lòng đỏ trứng bằng dịch đậu ván đã chuẩn bị trước đó. Các mẫu mayonnaise được chuẩn bị bằng máy đánh trứng Bluestone BLB- 5251 (600W). Mayonnaise được chế biến theo quy trình 2 bước. Bước đầu tiên, ½ lượng đường trộn đều với xanthan gum sau đó cho vào 50% (w/w) phần dịch đậu đã rửa đông đem đun sôi, dùng máy đánh trứng đánh 50 giây. Bước thứ 2, hỗn hợp dịch đậu (0 – 10°C) và phần đường còn lại đánh trong 1 phút. Sau đó cho CF vào, đánh tiếp 1 phút. Cho tiếp hỗn hợp xanthan gum đã được xử lý ở bước 1 vào, đánh trong 2 phút. Bổ sung tiếp muối, mù tạt, acid citric, chất bảo quản R10, màu tự nhiên beta-carotene vào trộn đều 30 giây. Lượng dầu còn lại được thêm vào từ từ, đánh trong 2 phút. Cuối cùng cho giấm vào, đánh 30 giây. Với công thức và trình tự chế biến trên sản phẩm mayonnaise từ dịch đậu ván được tạo ra. Các mẫu mayonnaise được chuyển vào chai thủy tinh 1L có nắp và bảo quản trong tủ lạnh cho đến khi phân tích.

c. Phương pháp phân tích

i. Protein

Xác định hàm lượng protein của hạt đậu ván bằng phương pháp Kjeldahl: Theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 8125:2015, ISO 20483:2013) có hiệu chỉnh.

Vô cơ hóa mẫu: Cho 1 g mẫu, 5 g chất xúc tác K₂SO₄ và CuSO₄ vào bình Kjeldahl, sau đó cho thêm 10 ml H₂SO₄ đậm đặc vào được tiến hành trong tủ hút. Đặt bình Kjeldahl nằm hơi nghiêng trên bếp, đun từ từ trên bếp cho đến khi thu được dung dịch trong suốt không màu hoặc có màu xanh lơ của CuSO₄, để nguội. Cát đạm: Sau khi vô cơ hóa mẫu hoàn toàn, cho nước cất vào bình Kjeldahl định mức mẫu thành 250 ml. Cho vào bình cất: 10 ml mẫu, 5 giọt phenolphthalein, nước cất, sau đó tráng lại sau cùng là dung dịch NaOH 30% để đảm bảo môi trường kiềm trong bình cất. Cho vào erlen bình hứng: 25 ml H₂SO₄ 0,1 N, 3 giọt chỉ thị methyl red. Sau đó tiến hành chưng cất mẫu cho đến khi bình hứng chạm mức 150 ml. Dem mẫu đi chuẩn độ bằng dung dịch NaOH 0,1 N. Thực hiện thao tác tương tự với mẫu trắng.

Quá trình chưng cất đạm được thực hiện 3 lần, lấy số liệu trung bình. Hàm lượng Nitơ tổng theo % khối lượng mẫu được xác định bằng công thức:

$$\text{Hàm lượng Nitơ tổng (\%)} = \frac{(V_1 - V_2) \times 0,0014}{m} \times 100 \quad (1)$$

Trong đó: V₁: Thể tích dung dịch NaOH 0,1 N tiêu tốn khi chuẩn độ mẫu trắng (ml); V₂: Thể tích dung dịch NaOH 0,1 N tiêu tốn khi chuẩn độ mẫu thử (ml); m: Khối lượng mẫu thử (g); 0,0014: Số gam nitơ tương ứng với 1 ml dung dịch NaOH 0,1 N.

$$\text{Hàm lượng protein thô: Protein (\%)} = \% \text{ Hàm lượng Nitơ tổng} \times 6,25 \quad (2)$$

ii. Lipid

Xác định hàm lượng lipid bằng phương pháp Soxhlet: Theo tiêu chuẩn ngành 10TCN 849:2006 về tiêu chuẩn nông sản thực phẩm - Phương pháp xác định hàm lượng chất béo thô do Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn ban hành.

Cân chính xác 1 g mẫu đã được nghiền nhỏ thành dạng bột. Cho mẫu vào giấy lọc (đã sấy đến khối lượng không đổi và cân) dùng sợi chỉ trắng để gói giấy lọc lại không để mẫu thất thoát trong quá trình chưng cất. Sau đó, cho mẫu vào ống chiết Soxhlet. Cho ete vào 2/3 bình cầu. Cho nước lạnh chảy qua ống sinh hàn. Đun sôi cách thủy đến khi chất béo được chiết hết, cho đến khi dung môi mất màu, trong hoàn toàn, không

bị đục. Trong thời gian khoảng 2 - 3 giờ (trong một giờ dung môi tràn từ ống chiết về bình chứa không ít hơn 5 - 6 lần). Sấy mẫu ở nhiệt độ 100 - 105°C trong 1 giờ, lấy ra để nguội ở bình hút ẩm và cân. Tiếp tục sấy cho tới khi khối lượng không đổi. Làm lặp lại 3 lần, lấy số liệu trung bình. Hàm lượng chất béo theo % khối lượng chất khô được xác định bằng công thức:

$$\text{Chất béo (\%)} = (B - C)/G \times 100 \quad (3)$$

Trong đó: G là khối lượng mẫu đem phân tích (g); B là khối lượng bao giấy có chứa mẫu ở độ khô tuyệt đối (g); C là khối lượng bao giấy có chứa mẫu đã chiết rút lipid ở độ khô tuyệt đối (g)

iii. Tro

Xác định hàm lượng tro bằng phương pháp nung: Theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 8124:2009; ISO 2171:2007) có hiệu chỉnh.

Than hóa sơ bộ: Cân chính xác 2 g mẫu cho vào cốc nung (đã sấy khô và cân). Sau đó cho chén chứa mẫu đun trên bếp điện từ đến nhiệt độ than hóa, cho tới khi mẫu bị than hóa sơ bộ thành tro có màu đen.

Than hóa hoàn toàn: Sau khi than hóa sơ bộ cho chén nung vào lò nung, tiếp tục nung ở nhiệt độ 600°C, trong thời gian 4 - 5 giờ. Nung cho tới khi mẫu được than hóa hoàn toàn và có màu trắng. Lấy chén nung ra, làm nguội ở bình hút ẩm. Cân mẫu, tiếp tục nung cho tới khi khối lượng không đổi thì kết thúc quá trình nung. Tiến hành lặp 3 lần, lấy số liệu trung bình. Hàm lượng tro theo % khối lượng mẫu được xác định bằng công thức:

$$\text{Tro (\%)} = (m_2 - m_1)/m_0 \times 100 \quad (4)$$

Trong đó: m_0 là khối lượng của phần mẫu thử (g); m_1 là khối lượng của đĩa tro hóa (g); m_2 là khối lượng của đĩa tro hóa cùng với phần còn lại sau khi nung (g).

iv. Độ ẩm

Độ ẩm của nguyên liệu ban đầu: Được xác định theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 9706:2013, ISO 711:1985) có hiệu chỉnh. Nguyên tắc của phương pháp: Mẫu sau khi xử lý sơ bộ, nghiền thành dạng bột. Sấy phần mẫu thử dưới áp suất giảm, ở nhiệt độ từ 45°C đến 50°C và có chất hút ẩm, cho đến khi thu được khối lượng không đổi. Được xác định bằng công thức:

$$\text{Độ ẩm (\%)} = (m_1 - m_2) / m_1 \times 100 \quad (5)$$

Trong đó: m_1 là khối lượng của phần mẫu thử trước khi sấy (g); m_2 là khối lượng của phần mẫu thử sau khi sấy (g).

v. Xác định khả năng tạo bọt (FC) và độ bền bọt (FS)

Khả năng tạo bọt (FC) và độ bền bọt (FS): Được đo theo phương pháp của Moito và cộng sự (2004).

Dịch đậu, sau khi đánh thì bọt được chuyển nhanh tay và nhẹ nhàng vào ống đong dung tích 250 ml. Ghi nhận thể tích bọt. Tổng thời gian kể từ khi bắt đầu chuyển bọt vào ống đong đến khi ghi kết quả không quá 2 phút. Tiếp tục để yên trong thời gian 30 phút, ghi nhận kết quả thể tích bọt và thể tích serum tách ra thời điểm này.

Công thức xác định FC và FS [17], [18]:

$$\text{FC (\%)} = \frac{\text{Thể tích bọt sau khi đánh} - \text{Thể tích dịch trước khi đánh}}{\text{Thể tích dịch trước khi đánh}} \times 100 \quad (6)$$

$$\text{FS (\%)} = \frac{\text{Thể tích bọt để sau 30 phút}}{\text{Thể tích bọt ngay sau khi đánh}} \times 100 \quad (7)$$

vi. Phương pháp xác định protein hòa tan

Xác định hàm lượng protein hòa tan theo phương pháp Bradford (1976) [19]. Nguyên tắc của phương pháp này dựa trên sự thay đổi bước sóng hấp thụ cực đại của thuốc nhuộm Coomassie Brilliant Blue khi tạo phức hợp với protein. Trong dung dịch mang tính acid khi chưa kết nối với protein thì thuốc nhuộm ở dạng màu đỏ và khi kết hợp với protein thì thuốc nhuộm chuyển sang dạng màu xanh dương và hấp thụ cực đại ở bước sóng 595nm. Tiến hành đo mẫu bằng máy đo quang (Máy quang phổ UV-VIS, model: UVS-2800, hãng sản xuất: LABOMES – Mỹ), ở bước sóng 595nm. Phương trình đường chuẩn thu được có dạng $y=0,003x + 0,0024$ ($R^2 = 0,9984$), trong đó: y (Abs): Độ hấp thụ ở bước sóng 595nm; x (Conc): $\mu\text{g/L}$. Hút 1ml mẫu dịch đậu định mức thành 100ml bằng nước cất. Tiến hành cho tất cả các tỉ lệ khảo sát đậu: nước (1:3, 1:4, 1:5, 1:6, 1:7 w/w).

Chuẩn bị ống nghiệm đo protein hòa tan như sau: mỗi ống nghiệm gồm 0,8 ml nước cất, 0,2 ml mẫu, 5 ml thuốc thử Bradford. Tiến hành đo mẫu bằng máy đo quang (UV-VIS, model: Genesys 10S UV-Vis, 6-/1-cell), ở bước sóng 595 nm, ghi lại giá trị độ hấp thụ (Abs). Mỗi tỉ lệ khảo sát đậu: nước được đo lặp lại 3

lần, sau đó lấy giá trị trung bình. Do phản ứng này là phản ứng màu, nên trong quá trình chuẩn bị mẫu, các ống nghiệm phải được kín, không tiếp xúc với ánh sáng để tránh gây ra phản ứng màu.

$$\text{Công thức tính } C_x: C_x = \frac{Abs-0,0024}{0,003} \quad (8)$$

Hàm lượng protein hòa tan được tính theo công thức:

$$\text{mg/ml} = C_x \times \frac{V_{do}}{V_{xd1}} \times \frac{V_{xd2}}{V_{dm}} \quad (9)$$

Trong đó: V_{do} : Thể tích mẫu đo bỏ vào ống nghiệm (ml); V_{xd1} : Tổng thể tích có trong ống nghiệm (ml); V_{xd2} : Thể tích mẫu đem đi pha loãng định mức (ml); V_{dm} : Thể tích định mức (ml).

vii. Phương pháp xác định hàm lượng saponin

Hàm lượng saponin được đo theo phương pháp của Gao Shanlin (2001) [20]. Nguyên tắc của phương pháp này dựa trên sự thay đổi bước sóng hấp thụ cực đại của dung dịch vanillin acid acetic với thuốc thử acid perchloric (HClO_4) khi tạo phức hợp với saponin. Tiến hành đo mẫu bằng máy đo quang (Máy quang phổ UV-VIS, model: UVS-2800, hãng sản xuất: LABOMES – Mỹ), ở bước sóng 550nm. Phương trình đường chuẩn có dạng $y=0,0167x + 0,0017$ ($R^2 = 0,9960$), trong đó: y (Abs): Độ hấp thụ ở bước sóng 550nm; x (Conc): $\mu\text{g/L}$.

Hút 1 ml mẫu dịch đậu định mức thành 100 ml bằng nước cất. Tiến hành cho tất cả các tỉ lệ khảo sát đậu: nước (1:3, 1:4, 1:5, 1:6, 1:7 w/w). Hút 0,2 ml mẫu đã định mức vào mỗi ống nghiệm. Sau đó bổ sung thêm vào mỗi ống nghiệm là 0,2 ml dung dịch vanillin acid acetic 5%; cuối cùng là 1,2 ml thuốc thử acid perchloric (HClO_4). Ở các ống nghiệm trong bể điều nhiệt ở nhiệt độ 70°C , trong thời gian là 15 phút. Sau đó làm nguội ở nhiệt độ phòng trong thời gian là 2 phút. Sau đó thêm ethyl acetate vào sao cho mỗi ống nghiệm có tổng thể tích là 5 ml. Tiến hành đo mẫu bằng máy đo quang (Máy quang phổ UV-VIS, model: UVS-2800, hãng sản xuất: LABOMES – Mỹ), ở bước sóng 550 nm. Mỗi tỉ lệ khảo sát đậu: nước được đo lặp lại 3 lần, sau đó lấy giá trị trung bình. Do phản ứng này là phản ứng màu, nên trong quá trình chuẩn bị mẫu, các ống nghiệm phải được kín, không tiếp xúc với ánh sáng để tránh gây ra phản ứng màu. Ở mẫu trắng; 0,2 ml mẫu được thay thế bằng 0,2 ml acid acetic 10%.

$$\text{Công thức tính } C_x: C_x = \frac{Abs - 0,0017}{0,0167} \quad (10)$$

Hàm lượng saponin được tính theo công thức:

$$\text{mg/ml} = C_x \times \frac{V_{do}}{V_{xd1}} \times \frac{V_{xd2}}{V_{dm}} \quad (11)$$

Trong đó: V_{do} : Thể tích mẫu đo bỏ vào ống nghiệm (ml); V_{xd1} : Tổng thể tích có trong ống nghiệm (ml); V_{xd2} : Thể tích mẫu đem đi pha loãng định mức (ml); V_{dm} : Thể tích định mức (ml).

viii. Phương pháp đo khả năng giữ nước (Water Holding Capacity, WHC)

Phương pháp đo khả năng giữ nước (Water Holding Capacity, WHC): Thực hiện theo phương pháp của Yao Lu và cộng sự (2020), có hiệu chỉnh. Các nhũ tương chứa trong ống ly tâm 10 ml và cân (W_0). Các mẫu được ly tâm ở 6.000 vòng/phút và 25°C trong 30 phút. Nước thoát ra được loại bỏ, và khối lượng của các gel còn lại (với ống ly tâm) được cân và ghi lại là W . WHC (%) của gel nhũ tương được tính theo công thức dưới [21]:

$$\text{WHC (\%)} = \frac{(W_0 - W)}{W_0} \times 100 \quad (12)$$

ix. Phương pháp đo độ nhớt của Mayonnaise (Viscosity, η)

Do CF ảnh hưởng đáng kể độ nhớt nên sử dụng 2 nhớt kế khác nhau. Mẫu đối chứng được đo bằng nhớt kế Brookfield DV-E Viscometer với đầu dò 63. Các mẫu CT1, CT2, CT3, CT4, CT5 được đo bằng nhớt kế Brookfield DV – III Ultra, sử dụng đầu dò 03. Các mẫu mayonnaise được chuẩn bị trong becher 250 ml và đo ở nhiệt độ phòng $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Giá trị độ nhớt được ghi nhận tại thời điểm 10 giây kể từ lúc bắt đầu đo.

x. Phương pháp đo khả năng tạo nhũ (Emulsifying Capacity)

Thực hiện theo phương pháp của Rahmati và cộng sự (2018), có hiệu chỉnh. Cho mayonnaise vào ống nghiệm và đo chiều cao của từng ống, sau đó thực hiện ly tâm hệ nhũ 3000 vòng/phút trong 2 phút. Khả năng tạo nhũ được tính bằng công thức [22]:

$$\text{EC} = \frac{\text{Chiều cao hệ nhũ tương sau ly tâm}}{\text{Chiều cao hỗn hợp ban đầu}} \times 100 \quad (13)$$

xi. Phương pháp đo độ bền nhũ (Emulsifying Stability)

Thực hiện theo phương pháp của Rahmati và cộng sự (2018), có hiệu chỉnh. Độ ổn định của nhũ tương (ES) đối với nhiệt độ cao, được xác định trong các nhũ tương được gia nhiệt ở 80°C trong 30 phút, và ly tâm ở 3000 vòng/phút trong 2 phút. ES được tính theo công thức sau [22]:

$$ES = \frac{\text{Chiều cao nhũ tương cuối cùng}}{\text{Chiều cao hỗn hợp ban đầu}} \times 100 \quad (14)$$

d. Phương pháp khảo sát ảnh hưởng của nguyên liệu đến hạn sử dụng

Xác định hạn sử dụng theo phương pháp Q₁₀: Q₁₀ là tốc độ tăng của phản ứng khi nhiệt độ tăng thêm 10°C (18 °F). Labuza đã phát triển phương trình (15) cho tần suất thử nghiệm:

$$f_2 = f_1 \times Q_{10}^{\Delta/10} \quad (15)$$

Trong đó f₁ là thời gian giữa các lần thử nghiệm ở nhiệt độ cao hơn; f₂ ở nhiệt độ thấp hơn; "delta" là sự khác biệt về °C giữa hai phép thử; $Q_{10} = \frac{\text{Thời gian lưu trữ ở } T^\circ}{\text{Thời gian lưu trữ ở } T^\circ + 10^\circ\text{C}}$ [23].

Các mẫu mayonnaise (sử dụng 3% CF 300) không có sử dụng R10 và có sử dụng R10 (0,035% w/w) được lưu trong ống nghiệm thủy tinh có nắp, duy trì mẫu bảo quản trong 2 tủ lão hóa tương ứng với 2 mức nhiệt độ là 40°C và 50°C:

1) Tủ Memmert (HCP 105 Humidity Chamber, Mỹ) ở nhiệt độ 40°C với độ ẩm 90%RH;

2) Tủ Shel Lab (FDA - S/N 04151404, Mỹ) ở nhiệt độ 50°C với độ ẩm 90 %RH.

Định kỳ sau mỗi ngày (24 giờ) mẫu được lấy để đánh giá mức độ chất béo bị oxy hóa thông qua xác định chỉ số peroxide (PV).

Phương pháp AOAC (2000) xác định chỉ số peroxyde: cân 5,00±0,05 g mẫu cho vào erlen có nút thủy tinh 250 ml. Thêm 30 ml CH₃COOH-CHCl₃ và lắc đều để hòa tan. Thêm 0,5 ml dung dịch KI bão hòa, để yên và thỉnh thoảng lắc trong 1 phút, và thêm 30 ml H₂O. Chuẩn độ từ từ bằng Na₂S₂O₃ 0,1M và lắc mạnh cho đến khi chuẩn độ màu vàng. Thêm 0,5 ml hồ tinh bột 1%, lắc mạnh giải phóng hết I₂ ra khỏi lớp CHCl₃, cho đến khi màu xanh biến mất. Nếu sử dụng <0,5 ml Na₂S₂O₃ 0,1M, lặp lại phép xác định bằng Na₂S₂O₃ 0,01M.

Tiến hành xác định mẫu trắng (phải ≤ 0,1 ml Na₂S₂O₃ 0,1M). Trừ phần chuẩn độ phần mẫu thử.

Giá trị peroxyde (peroxyde tương đương mili / kg dầu hoặc chất béo) = S x M x 1000 / g mẫu (16)

Trong đó S = ml Na₂S₂O₃ (mẫu trắng đã hiệu chỉnh) và M = nồng độ mol của dung dịch Na₂S₂O₃.

e. Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

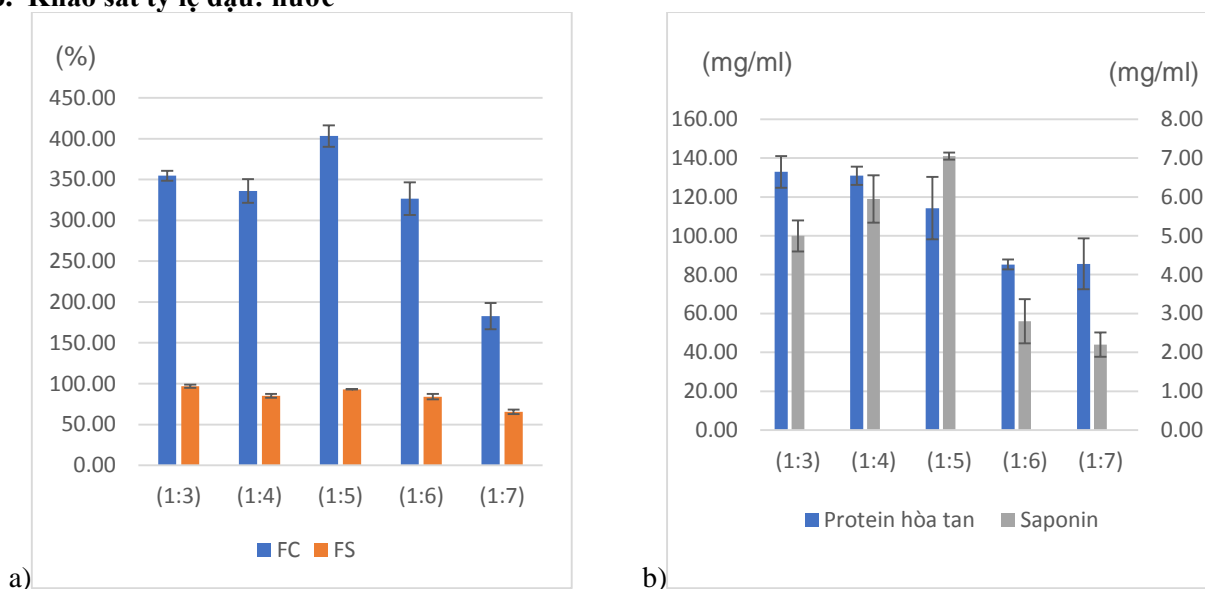
Các thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên lặp lại 3 lần. Phương pháp phân tích phương sai (ANOVA), sự khác biệt giữa các nghiệm thức LSD bằng phần mềm xử lý số liệu Statgraphics, khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức α = 0,05.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

a. Tính chất và thành phần của nguyên liệu

Hạt đậu ván có kích thước trung bình: chiều dài (10,50±0,90) mm, chiều ngang (7,62±0,46) mm, chiều dày (5,42±0,79) mm. Khối lượng trung bình 100 hạt đậu ván là (28,2±2,48) g. Thành phần dinh dưỡng của đậu ván xác định được như sau: hàm lượng (theo % wt.) độ ẩm 9,77±0,11%, protein tổng 24,61±17,43; chất béo: 15,58±0,72 và tro toàn phần 3,33±0,20.

b. Khảo sát tỷ lệ đậu: nước



Hình 1 Biểu đồ thể hiện (a) giá trị % FC, FS; (b) hàm lượng protein hòa tan, saponin xác định được ở các mức tỷ lệ đậu: nước khác nhau

Kết quả cho thấy khả năng tạo bọt (FC) của tỷ lệ 1:5 đạt giá trị cao nhất (403,33%) và có sự khác biệt. Bên cạnh đó độ bền bọt (FS) đạt giá trị cao nhất (96,80% và 93,12%) tại tỷ lệ 1:3 và 1:5 nhưng không có sự khác biệt có ý nghĩa giữa hai tỷ lệ này. Kết quả này có thể lý giải là do có liên quan đến độ nhớt, hàm lượng protein hòa tan, saponin của dịch đậu và khả năng giữ nước cho protein. Protein trong dịch đậu có đặc tính giữ nước tốt, khả năng tạo bọt sẽ cao hơn, bọt bền và không bị tách nước, từ đó giúp tăng độ ổn định bọt. Ngoài ra theo tác giả Damodaran (2005), có hai quá trình vĩ mô góp phần gây mất ổn định bọt: thoát nước lỏng và làm chín Ostwald hoặc mất cân bằng khí, vì protein được hấp phụ vào màng ranh giới không khí-chất lỏng, các đặc tính hóa lý và nhớt của màng protein có thể làm giảm tốc độ thoát chất lỏng và giảm sự mất cân đối khí, và do đó ổn định bọt [24].

Protein lòng trắng trứng là chất tạo bọt tốt vì chúng chứa 40 loại protein khác nhau trong đó điển hình là Ovalbumin và Conalbumin. Những protein này không được tìm thấy trong protein đậu. Do đó khả năng tạo bọt và độ bền bọt của đậu ván có thể chịu ảnh hưởng bởi hàm lượng protein hòa tan trong dịch đậu. Độ hòa tan protein bị ảnh hưởng bởi các yếu tố môi trường như pH, nhiệt độ, cường độ ion và cả phương pháp nấu [25]. Để protein có đặc tính tạo bọt vượt trội, thì phải có hàm lượng cao protein hòa tan trong pha lỏng cũng như khả năng nhanh chóng tạo thành màng bao quanh các bong bóng khí [26]. Do đó phương pháp nấu đậu để trích ly protein hòa tan cũng rất quan trọng. Vì vậy, việc xay thô đậu trước khi nấu, sẽ làm phá vỡ sơ bộ thành tế bào của hạt đậu, giảm kích thước hạt đậu, việc trích ly protein hòa tan và saponin có trong hạt đậu sẽ dễ dàng và hiệu quả hơn.

Khi hạt đậu được ngâm và nấu trong nước ở nhiệt độ cao, các hợp chất dinh dưỡng không bền vững sẽ bị biến chất, các hợp chất bền với nhiệt sẽ còn tồn đọng trong dịch đậu sau khi nấu, bao gồm: saponin, phenolic và oligosacarit [27]. Cấu trúc hóa học saponin được gọi là triterpene glycoside, trong đó có chứa các aglycones không phân cực kết hợp với một hoặc nhiều chuỗi đường [28]. Do sự hiện diện của một aglycone hòa tan lipid và chuỗi đường hòa tan trong nước nên saponin có tính chất lưỡng tính, được xem là chất hoạt động bề mặt không ion có tính chất tạo bọt và tạo nhũ cho aquafaba [29]. Saponin hình thành các mixen trong dung dịch nước, kích thước và cấu trúc của chúng phụ thuộc vào loại saponin [30]. Trong quá trình tạo nhũ hoặc tạo bọt, saponin hấp thụ vào giao diện dầu/nước hoặc không khí/nước, giảm năng lượng bề mặt và tạo ra các giọt bong bóng nhỏ hơn, phân tán rộng hơn. Sau khi hình thành bong bóng, các chất hoạt động bề mặt tạo ra một lớp phủ bong bóng, do đó giúp các hạt phân tán đều trong dung dịch, ổn định cấu trúc [31]. Theo Mitra và Dungan (1997), saponin bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ, nồng độ muối, môi trường nước nấu và ngâm đậu. Hàm lượng saponin hay nói cách khác là kích thước của các mixen saponin tăng mạnh theo nhiệt độ nhất định nhưng nó ít phụ thuộc vào nồng độ muối và pH, giảm đáng kể khi tăng nồng

độ muối [31]. Do đó việc nấu nước đậu ở nhiệt độ cao trong thời gian dài; với pH của nước bình thường không cần hiệu chỉnh (pH 6,55) sẽ giúp cho việc trích ly saponin hiệu quả nhất. Hơn nữa, dịch nấu đậu còn cung cấp nhiều lượng các dinh dưỡng, tỉ lệ gây dị ứng thấp, cùng với sự sản xuất bền vững, giá thấp và khối lượng sản xuất cao, nên các ngành công nghiệp đã dần ủng hộ việc sử dụng protein từ cây họ đậu [32]. Với tính chất công nghệ của aquafaba như vậy, nên nó có tiềm năng thay thế trứng trong sản xuất mayonnaise.

Tuy nhiên, theo kết quả từ hình 1 cho thấy ở tỷ lệ 1:5 có FC, FS, hàm lượng saponin (7,05 mg/ml) cao nhất nhưng lại có hàm lượng protein hòa tan thấp (114,27 mg/ml). Như vậy có thể giải thích rằng khả năng tạo bọt của dịch đậu chủ yếu nhờ vào hàm lượng saponin, không phải do protein như protein của bột trứng. Vì vậy trong nghiên cứu này, với tỉ lệ đậu: nước là 1:5 đã trích ly hiệu quả hàm lượng saponin cao nhất, FC và FS tốt nhất so với các tỉ lệ đậu:nước còn lại. Vậy tỉ lệ đậu: nước = 1:5 là tỷ lệ thích hợp để cải thiện tính chất tạo bọt cũng như có lợi ích về mặt kinh tế trong sản xuất công nghiệp. Nồng độ chất khô hòa tan trong dịch aquafaba ở tỷ lệ 1: 5 xác định được là $(3,0 \pm 0,0) ^\circ\text{Bx}$.

c. Ảnh hưởng của biện pháp xử lý đồng hóa đến độ nhớt, khả năng giữ nước- béo của dịch đậu

Trong khảo sát này chỉ sử dụng công thức ứng với hàm lượng 2% CF 300 FG để xác định được thiết bị đánh mayonnaise thích hợp. Kết quả khảo sát như trình bày ở bảng 2.

Bảng 2 Ảnh hưởng của biện pháp xử lý đồng hóa đến độ nhớt và khả năng giữ nước – béo của dịch đậu

Tên phương pháp (PP)	η (cP)	WHC (%)
PP 1: Dùng Máy đánh trứng	1152,00 ^a ±13,06	36,70 ^b ±0,46
PP 2: Máy xay sinh tố	1072,00 ^b ±23,55	40,68 ^a ±2,43
PP 3: Máy đồng hóa	1099,25 ^b ±42,91	42,37 ^a ±2,22

Bảng thể hiện giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn, các chữ cái a, b, c, d khác nhau biểu thị sự khác biệt theo cột với mức ý nghĩa thống kê P-value <0,05

Theo Wu và cộng sự (2009), khả năng giữ nước (WHC) đề cập đến khả năng cố định độ ẩm của các mẫu thử nghiệm thông qua lực mao dẫn, phần lớn phụ thuộc vào kích thước lỗ [21]. Kết quả nghiên cứu cho thấy sự khác biệt về WHC giữa 3 phương pháp. WHC thấp nhất (36,70^b±0,46) tương ứng với PP1, trong khi giá trị WHC nhận được từ PP2 và PP3 không có sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê. Đáng ghi nhận là với cùng hàm lượng CF 300 FG 2% thì PP1 cho giá trị độ nhớt thấp nhất (1152,00^a±13,06). Từ hai kết quả trên cho thấy PP1 là phương pháp đánh mayonnaise hiệu quả nên được chọn để thực hiện các nghiên cứu tiếp theo.

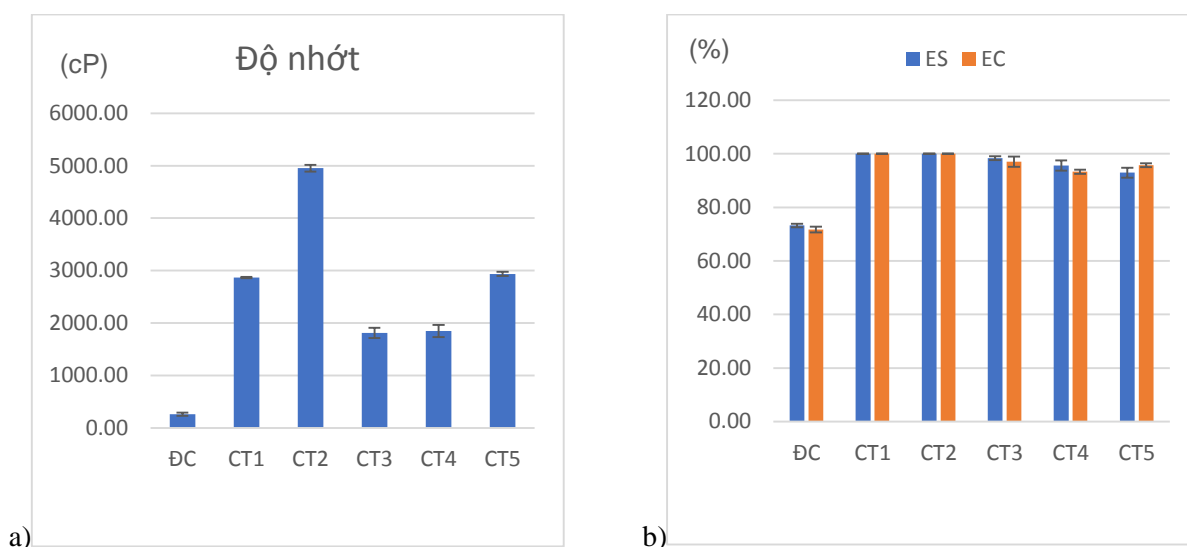
d. Xác định độ nhớt (Viscosity), khả năng nhũ hóa (Emulsifying Capacity) và độ bền nhũ (Emulsifying Stability)

Aquafaba đậu ván hoạt động nhờ protein bị biến tính, các hợp chất carbohydrate hòa tan, phenolic [33] ngoài ra còn nhờ sự xuất hiện của saponin [29]. Do sự hiện diện của một aglycone hòa tan lipid và chuỗi đường hòa tan trong nước, do đó saponin có tính chất lưỡng tính, là chất hoạt động bề mặt không ion có tính chất tạo nhũ cho aquafaba và ổn định được nhũ tương cho mayonnaise [29].

Citrus fiber chủ yếu được cấu tạo từ cacbohydrat với thành phần như sau: pectin (42,25%) và hemicellulose (khoảng 10,06%). Hai thành phần này góp làm làm tăng độ nhớt [13] và ổn định cấu trúc cho mayonnaise [34].

Chính nhờ sự hiện diện của các thành phần này nên mayonnaise có độ nhớt và hệ nhũ tương tương ứng và có thể thay thế được cho lòng đỏ trứng. Và độ nhớt và độ bền nhũ cũng là yếu tố quyết định cho khả năng tạo cấu trúc của mayonnaise. Đối với sở thích của người tiêu dùng về hương vị, kết cấu và hình thức cũng khác nhau đáng kể và phụ thuộc nhiều vào quốc gia và khu vực. Việc hướng tới cấu trúc của sản phẩm sẽ là tiêu chí được lựa chọn cho hướng nghiên cứu này, nó phù hợp với các đặc tính và hoạt động của thành phần lòng đỏ trứng trong mayonnaise truyền thống.

Kết quả trình bày ở hình 2 cho thấy, độ nhớt cao nhất ở CT2 và thấp nhất ở mẫu ĐC. Sự khác biệt về hàm lượng của hai loại CF 300 FG và CF 100 M40 trong mỗi công thức dẫn đến độ nhớt của các công thức khác nhau. Khi sử dụng CF 300 FG cho CT1, CT2, CT5 giá trị độ nhớt xác định được cao khác biệt so với mẫu khi sử dụng CF 100 M40 ở CT3 và CT4. Mẫu ĐC có độ nhớt thấp nhất do không sử dụng CF.



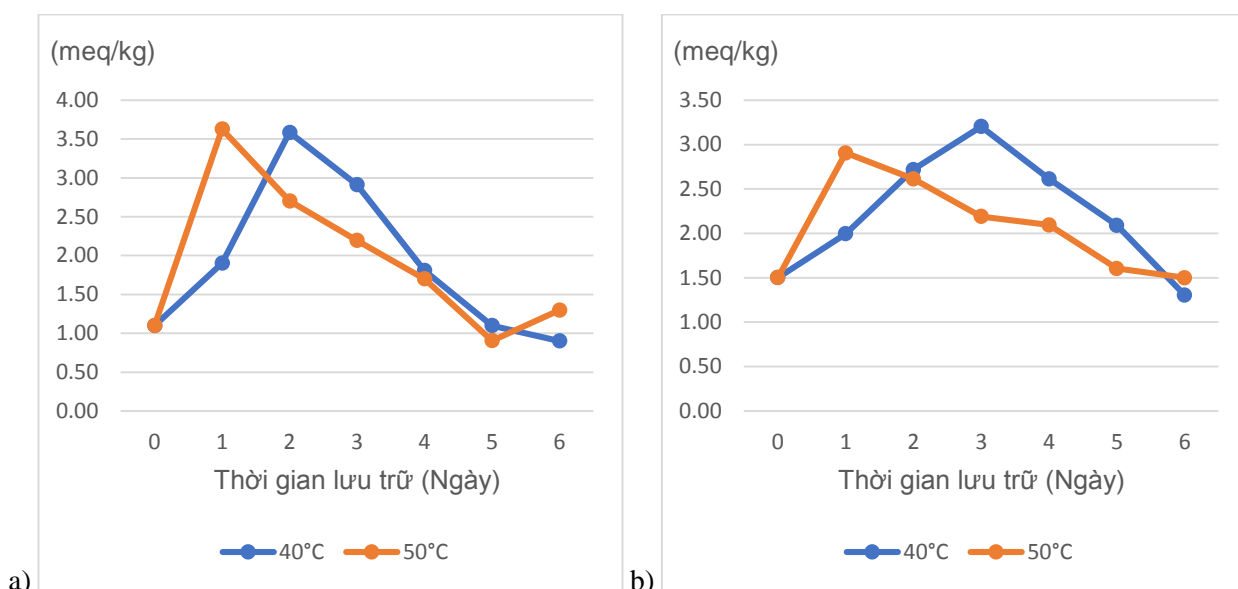
Hình 2 Biểu đồ thể hiện giá trị độ nhớt (a) và giá trị ES, EC; (b) ở các công thức khảo sát

Rahmati và cộng sự (2018) cho rằng xanthan gum có thể làm tăng độ nhớt của mayonnaise [35]. CF 300 FG (đồng sản xuất với 15% xanthan gum) nên việc bổ sung xanthan gum giúp tăng độ nhớt của mayonnaise so với dòng CF 100 M40 (100% Citrus Fiber). Kết quả này cũng phù hợp với công bố của Mozafari và cộng sự (2017) rằng độ nhớt của mayonnaise được tăng lên khi tăng hàm lượng xanthan gum [35].

Khả năng tạo nhũ tương được định nghĩa là khả năng của nhũ tương giữ lại hệ thống của nó sau khi chịu tác động của lực ly tâm [22]. Trong nghiên cứu trước đây, Wallecan và cộng sự (2015) đã thừa nhận rằng CF có khả năng nhũ hóa cao và tạo tính chất rất ổn định [36]. Kết quả ở khảo sát này cho thấy mẫu ĐC cho kết quả ES, EC thấp nhất và có sự khác biệt nhất so với mẫu khi có sử dụng CF, điều này cho thấy CF ảnh hưởng rất lớn và giúp làm tăng khả năng tạo nhũ tương cho mayonnaise. Khi sử dụng CF 300 FG 3 % và 4% thì mayonnaise có ES và EC cực đại (100%). Chỉ số EC và ES trình bày ở hình 2 cho thấy CF 300 FG có khả năng nhũ hóa và độ bền nhũ cao hơn CF 100 M40. Giải thích điều này là do sự có mặt của xanthan gum trong CF 300 FG và cấu trúc đặc biệt của xanthan gum đã tạo ra khả năng giữ nước tốt hơn so với CF 100 M40 (100% Citrus Fiber). Bên cạnh đó, theo Rahmati và cộng sự (2018) cho rằng xanthan gum có thể làm tăng độ nhớt của dung dịch và phát triển một mạng lưới hạn chế chuyển động của các giọt dầu dẫn đến làm tăng rõ rệt khả năng tạo nhũ tương [22]. Do đó, nếu càng giảm CF 300 FG thay bằng CF 100 M40 như CT5 thì khả năng tạo nhũ tương nhận được thấp nhất là hợp lý. Tóm lại, có thể kết luận CF 300 FG là một chất ổn định tuyệt vời cho hệ nhũ tương mayonnaise nước trong dầu và các sản phẩm dạng sốt ít béo khác.

e. Dự đoán hạn sử dụng

Quá trình oxy hóa chất béo của mayonnaise dẫn đến sự suy giảm hương vị, mùi thơm, màu sắc, kết cấu và làm mất đi các lipid không bão hòa đa có lợi. Bên cạnh đó, quá trình ôi hóa sẽ hình thành của các hợp chất thứ cấp và tăng khả năng gây độc hại đối với sức khỏe của người tiêu dùng [37]. Một trong những cách tiếp cận phổ biến nhất để tránh hoặc trì hoãn quá trình oxy hóa lipid là kết hợp các chất chống oxy hóa [38]. Thông thường, các chất chống oxy hóa tổng hợp như BHT, BHA, TBHQ và propyl gallate (PG) đã được sử dụng để kiểm soát quá trình oxy hóa chất béo và tiết kiệm hơn các chất tự nhiên [39]. Tuy nhiên, những chất chống oxy hóa này lại có những tác động tiêu cực đến sức khỏe con người [37, 39]. Một số nghiên cứu đã được tiến hành trên các loại thảo mộc và gia vị có chứa các hợp chất chống oxy hóa [40]. Cây hương thảo (*Rosmarinus officinalis L.*) đã được trồng từ lâu đời nhờ khả năng chống oxy hóa và kháng khuẩn mạnh của chúng. Hơn nữa, hương thảo có một số hoạt động có lợi như chống viêm, chống co thắt, bảo vệ gan, bảo vệ thần kinh, giảm đường huyết và chống béo phì [41]. Do đó, chất bảo quản tự nhiên R10 chiết xuất từ hương thảo sẽ được sử dụng trong nghiên cứu này.



Hình 3 Sự thay đổi PV của mayonnaise không sử dụng R10 (a) và có sử dụng R10 (b) theo thời gian bảo quản

Giá trị peroxide (PV) là một chỉ số dùng để theo dõi giai đoạn chính của quá trình oxy hóa chất béo và đo nồng độ peroxyde và hydroperoxyde. Các thay đổi chỉ số PV được thể hiện trong hình 3. Sørensen và cộng sự (2010) cho rằng: lúc đầu PV tăng, sau đó theo xu hướng giảm dần và lại bắt đầu tăng. Xu hướng giảm trong PV là do sự phân hủy chất béo, hydroperoxyde thành các mảnh thứ cấp và xu hướng tăng thứ hai được cho là làm gia tăng tốc độ oxy hóa trong suốt thời gian bảo quản [41]. Bên cạnh đó, kết quả của PV phụ thuộc vào lượng oxy, sự hiện diện của ánh sáng và số lượng liên kết đôi trong chất nền [42] dẫn đến sự khác nhau về PV của 2 mẫu mayonnaise ở ngày 0.

Wills và Cheong (1979) nhận định rằng giá trị PV tối đa xảy ra trước khi bắt đầu ôi thiu, nên phép đo giá trị PV có thể được sử dụng như một chỉ số về thời gian lưu trữ tiềm năng trong các mẫu mayonnaise không ôi thiu. Giá trị PV tăng lên sẽ chỉ ra rằng mayonnaise vẫn có thời hạn sử dụng tiềm năng đáng kể trong khi giá trị PV giảm sẽ cho thấy rằng sự ôi thiu sẽ xảy ra trong một thời gian ngắn [43].

Kết quả thí nghiệm cho thấy các mẫu mayonnaise có giá trị PV tăng cao trước khi bắt đầu ôi thiu. Thời hạn xuất hiện mùi vị ôi và mùi dầu của mẫu mayonnaise không sử dụng chất bảo quản (M0) là 3 ngày ở nhiệt độ 40°C và 2 ngày ở nhiệt độ 50°C. Trong khi đó, thời hạn xuất hiện hương vị ôi và mùi dầu của mẫu mayonnaise có bổ sung R10 (M1) là 4 ngày ở 40°C và 2 ngày ở 50°C. Giá trị Q_{10} được tính theo công thức sau:

$$Q_{10-M0} = \frac{3}{2} = 1,50 \text{ và } Q_{10-M1} = \frac{4}{2} = 2,00$$

Thời gian bảo quản mayonnaise ở nhiệt độ 10°C (nhiệt độ ngăn mát tủ lạnh) sẽ là:

$$f_{2-M0} = f_{1-M0} \times Q_{10-M0}^{\frac{\Delta}{10}} = 3 \times 1,50^{\frac{40-10}{10}} = 10,13 \text{ ngày}$$

$$f_{2-M1} = f_{1-M1} \times Q_{10-M0}^{\frac{\Delta}{10}} = 4 \times 2^{\frac{40-10}{10}} = 32,00 \text{ ngày}$$

Kết quả dự đoán cho thấy, mẫu mayonnaise có sử dụng chất bảo quản tự nhiên R10 có thời gian bảo quản dài hơn 3,16 lần so với mẫu mayonnaise không sử dụng chất bảo quản.

4. KẾT LUẬN

Trong những năm gần đây, ngành công nghiệp chế biến thực phẩm nói chung đã có những tiến bộ đáng kể trong việc tạo ra các sản phẩm thay thế trứng có nguồn gốc từ thực vật nhằm tích hợp các mục tiêu về sức khỏe con người, nhu cầu dinh dưỡng và giảm gánh nặng cho ngành chăn nuôi. CF có vai trò quan trọng trong việc tạo ra cấu trúc cho sản phẩm mayonnaise chay tương đương với hệ nhũ tương của mayonnaise truyền thống. Kết quả có thể được áp dụng để phát triển các loại sốt chất lượng tốt và đạt chỉ tiêu để thay thế trứng là do hệ nhũ tương được hình thành có một mạng lưới ngăn các giọt nước không kết tụ và kết

đính lại giúp cho mayonnaise có khả năng giữ nước tốt và độ nhớt ổn định. Nghiên cứu tiếp theo cần thực hiện đánh giá cảm quan trên đối tượng người tiêu dùng nói chung, đặc biệt là đối tượng ăn chay.

LỜI CẢM ƠN

Cảm ơn Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ kinh phí cho đề tài nghiên cứu khoa học sinh viên mã số 21/1SHTPSV13, đồng cảm ơn Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm đã tạo mọi điều kiện thuận lợi về trang thiết bị để chúng tôi hoàn thành nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Mirzanajafi-Zanjani, M., M. Yousefi, and A. Ehsani, "Challenges and approaches for production of a healthy and functional mayonnaise sauce", *Food science & nutrition*, Vol. 7, No. 8, pp. 2471-2484, 2019.
- [2] Laca, A., M. Sáenz, B. Paredes, and M. Díaz, "Rheological properties, stability and sensory evaluation of low-cholesterol mayonnaises prepared using egg yolk granules as emulsifying agent", *Journal of Food Engineering*, Vol. 97, No. 2, pp. 243-252, 2010.
- [3] McClements, D.J. and K. Demetriades, "An integrated approach to the development of reduced-fat food emulsions", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Vol. 38, No. 6, pp. 511-536, 1998.
- [4] Shilling, M., L. Matt, E. Rubin, M.P. Visitacion, N.A. Haller, S.F. Grey, and C.J. Woolverton, "Antimicrobial effects of virgin coconut oil and its medium-chain fatty acids on *Clostridium difficile*", *Journal of medicinal food*, Vol. 16, No. 12, pp. 1079-1085, 2013.
- [5] Intahphuak, S., P. Khonsung, and A. Panthong, "Anti-inflammatory, analgesic, and antipyretic activities of virgin coconut oil", *Pharmaceutical biology*, Vol. 48, No. 2, pp. 151-157, 2010.
- [6] Marina, A., Y.C. Man, and I. Amin, "Virgin coconut oil: emerging functional food oil", *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 20, No. 10, pp. 481-487, 2009.
- [7] Muhialdin, B.J., L.L. Ying, A.-E. Farouk, and A.S.M. Hussin, "Valorisation of Virgin Coconut Oil Application in Mayonnaise Production as Functional Ingredient", *Journal of Food and Nutrition Research*, Vol. 7, No. 1, pp. 65-70, 2019.
- [8] Mustafa, R., Y. He, Y.Y. Shim, and M.J. Reaney, "Aquafaba, wastewater from chickpea canning, functions as an egg replacer in sponge cake", *International journal of food science & technology*, Vol. 53, No. 10, pp. 2247-2255, 2018.
- [9] Ma, Z., J.I. Boye, and B.K. Simpson, "Preparation of salad dressing emulsions using lentil, chickpea and pea protein isolates: A response surface methodology study", *Journal of Food Quality*, Vol 39, No. 4, pp. 274-291, 2016.
- [10] Nguyen, T.M.N. and G.B. Tran, Evaluation of Textural and Microstructural Properties of Vegan Aquafaba Whipped Cream from Chickpeas, *Chemical Engineering Transactions*, Vol. 83, pp. 421-426, 2021.
- [11] Nguyen, T.M.N., T.P. Nguyen, G.B. Tran, and P.T.Q. Le, "Effect of processing methods on foam properties and application of lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) aquafaba in eggless cupcakes", *Journal of Food Processing and Preservation*, Vol. 44, No. 11, pp. e14886, 2020.
- [12] Willats, W.G., J.P. Knox, and J.D. Mikkelsen, "Pectin: new insights into an old polymer are starting to gel", *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 17, No. 3, pp. 97-104, 2006.
- [13] Lundberg, B., X. Pan, A. White, H. Chau, and A. Hotchkiss, "Rheology and composition of citrus fiber", *Journal of Food Engineering*, Vol. 125, pp. 97-104, 2014.

- [14] Hamblin, M.R., "Shining light on the head: photobiomodulation for brain disorders", *BBA clinical*, 6, pp. 113-124, 2016.
- [15] Bi, C.H., Z.M. Yan, P.L. Wang, A. Alkhatib, J.Y. Zhu, H.C. Zou, D.Y. Sun, X.D. Zhu, F. Gao, and W.T. Shi, "Effect of high pressure homogenization treatment on the rheological properties of citrus peel fiber/corn oil emulsion", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 100, No. 9, pp. 3658-3665, 2020.
- [16] Morales-Aizpurúa, I.C. and A. Tenuta-Filho, "Oxidation of cholesterol in mayonnaise during storage", *Food chemistry*, Vol. 89, No. 4, pp. 611-615, 2005.
- [17] Xie, Y. and N. Hettiarachchy, "Effect of xanthan gum on enhancing the foaming properties of soy protein isolate", *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Vol. 75, No. 6, pp. 729-732, 1998.
- [18] Inyang, U. and A. Iduh, "Influence of pH and salt concentration on protein solubility, emulsifying and foaming properties of sesame protein concentrate", *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Vol. 73, No. 12, pp. 1663-1667, 1996.
- [19] Bradford, M.M., "A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding", *Analytical biochemistry*, Vol. 72, No. 1-2, pp. 248-254, 1976.
- [20] Gao, S. and H. Wang, "The technique on extraction and content determination of saponin from *Monardica grosvenori*", *Natural Product Research and Development*, Vol 13, No. 2, pp. 36-40, 2001.
- [21] Lu, Y., L. Mao, H. Zheng, H. Chen, and Y. Gao, "Characterization of β -carotene loaded emulsion gels containing denatured and native whey protein", *Food Hydrocolloids*, Vol 102, pp. 105600, 2020.
- [22] Rahmati, N.F., A. Koocheki, M. Varidi, and R. Kadkhodae, "Thermodynamic compatibility and interactions between Speckled Sugar bean protein and xanthan gum for production of multilayer O/W emulsion", *Journal of food science and technology*, Vol. 55, No. 3, pp. 1143-1153, 2018.
- [23] Sewald, M. and J. DeVries, "Food product shelf life", *Medallion Laboratories Analytical Progress*, pp. 1-10, 2003.
- [24] Damodaran, S., "Protein stabilization of emulsions and foams", *Journal of Food Science*, Vol. 70, No. 3, pp. R54-R66, 2005.
- [25] Bolontrade, A.J., A.A. Scilingo, and M.C. Añón, "Amaranth proteins foaming properties: adsorption kinetics and foam formation—part 1", *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 105, pp. 319-327, 2013.
- [26] Kinsella, J.E., "Functional properties of proteins: possible relationships between structure and function in foams", *Food Chemistry*, Vol. 7, No. 4, pp. 273-288, 1981.
- [27] Serventi, L., S. Wang, J. Zhu, S. Liu, and F. Fei, "Cooking water of yellow soybeans as emulsifier in gluten-free crackers", *European Food Research and Technology*, Vol. 244, No. 12, pp. 2141-2148, 2018.
- [28] Rochfort, S., V. Ezernieks, N. Neumann, and J. Panozzo, "Pulses for human health: changes in isoflavone and saponin content with preparation and cooking", *Australian Journal of Chemistry*, Vol. 64, No. 6, pp. 790-797, 2011.
- [29] Wang, Z.W., M.Y. Gu, and G.Z. Li, "Surface properties of gleditsia saponin and synergisms of its binary system", *Journal of dispersion science and technology*, Vol 26, No. 3, pp. 341-347, 2005.
- [30] Oakenfull, D., "Aggregation of saponins and bile acids in aqueous solution", *Australian journal of chemistry*, Vol. 39, No. 10, pp. 1671-1683, 1986.
- [31] Mitra, S. and S.R. Dungan, "Micellar properties of Quillaja saponin. 1. Effects of temperature, salt, and pH on solution properties", *Journal of agricultural and food chemistry*, Vol. 45, No. 5, pp. 1587-1595, 1997.

- [32] Gumus, C.E., E.A. Decker, and D.J. McClements, "Formation and stability of ω -3 oil emulsion-based delivery systems using plant proteins as emulsifiers: Lentil, pea, and faba bean proteins", *Food Biophysics*, Vol. 12, No. 2, pp. 186-197, 2017.
- [33] Damian, J.J., S. Huo, and L. Serventi, "Phytochemical content and emulsifying ability of pulses cooking water", *European Food Research and Technology*, Vol. 244, No. 9, pp. 1647-1655, 2018.
- [34] Grossman, M.R., "Genetic technology and food security: a view from the United States", in *Genetic Technology and Food Safety*, 2016, Springer, pp. 289-332.
- [35] Mozafari, H., E. Hosseini, M. Hojjatoleslami, G.H. Mohebbi, and N. Jannati, "Optimization low-fat and low cholesterol mayonnaise production by central composite design", *Journal of food science and technology*, Vol. 54, No. 3, pp. 591-600, 2017.
- [36] Qi, J.-r., L.-w. Song, W.-q. Zeng, and J.-s. Liao, "Citrus fiber for the stabilization of O/W emulsion through combination of Pickering effect and fiber-based network", *Food Chemistry*, Vol. 343, pp. 128523, 2021.
- [37] Kwon, H., J.H. Ko, and H.-S. Shin, "Evaluation of antioxidant activity and oxidative stability of spice-added mayonnaise", *Food science and biotechnology*, Vol. 24, No. 4, pp. 1285-1292, 2015.
- [38] Kishk, Y. and H.E. Elsheshetawy, "Effect of ginger powder on the mayonnaise oxidative stability, rheological measurements, and sensory characteristics", *Annals of Agricultural Sciences*, Vol. 58, No. 2, pp. 213-220, 2013.
- [39] Li, C.-Y., H.-W. Kim, H. Li, D.-C. Lee, and H.-I. Rhee, "Antioxidative effect of purple corn extracts during storage of mayonnaise", *Food chemistry*, Vol. 152, pp. 592-596, 2014.
- [40] Seppanen, C.M., Q. Song, and A. Saari Csallany, "The antioxidant functions of tocopherol and tocotrienol homologues in oils, fats, and food systems", *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Vol. 87, No. 5, pp. 469-481, 2010.
- [41] Alizadeh, L., K. Abdolmaleki, K. Nayebzadeh, and R. Shahin, "Effects of tocopherol, rosemary essential oil and *Ferulago angulata* extract on oxidative stability of mayonnaise during its shelf life: A comparative study", *Food chemistry*, Vol. 285, pp. 46-52, 2019.
- [42] Sikorski, Z.Z. and A. Kolakowska, *Chemical and functional properties of food lipids*: CRC press, 2010.
- [43] Wills, R. and C. Cheong, "Use of peroxide value and carbonyl value to determine the onset of rancidity in mayonnaise", *Food Chemistry*, Vol. 4, No. 4, pp. 259-261, 1979.

Ngày nhận bài: 21/05/2021

Ngày chấp nhận đăng: 07/09/2021