

KHẢO SÁT CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN TÍNH ỔN ĐỊNH CỦA HỆ NHŨ TƯƠNG SỮA DỪA ĐÓNG LON

Phạm Thị Hồng Thu¹, Nguyễn Trường Giang², Kha Chấn Tuyền³

^{1 2 3}Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh

³khachantuyen@hcmuaf.edu.vn

Ngày nhận bài: 02/05/2019, Ngày duyệt đăng: 07/09/2019

Tóm tắt

Mục tiêu của nghiên cứu nhằm xác định chế độ đồng hóa, nồng độ hỗn hợp chất nhũ hóa sucrose ester và chất ổn định CMC và chế độ tiệt trùng đến tính ổn định của hệ nhũ tương sữa dừa. Sữa dừa được đồng hóa ở các tốc độ (0, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000 vòng/phút) và thời gian (1, 3, 5, 7 phút) khác nhau. Hệ nhũ tương sữa dừa được ổn định bằng sucrose ester (0; 0,05; 0,1; 0,15 và 0,2%) và CMC (0; 0,4; 0,6; 0,8 và 1%). Sữa dừa đóng lon được tính toán chế độ tiệt trùng và thẩm tra sao cho đạt được giá trị tiệt trùng thương mại. Kết quả nghiên cứu cho thấy hệ nhũ tương sữa dừa ổn định (độ tách pha, kích thước và phân bố hạt) khi đồng hóa ở tốc độ 10.000 vòng/phút trong thời gian 3 phút. Sử dụng chất ổn định CMC 1% kết hợp với chất nhũ hóa sucrose ester 0,15% giúp cải thiện đáng kể tính ổn định của hệ nhũ tương. Chế độ tiệt trùng 121°C trong 31 phút đã được tính toán và thẩm tra đảm bảo an toàn về mặt vi sinh và peroxit, sản phẩm sữa dừa đóng lon có độ trắng và giá trị cảm quan cao.

Từ khóa: sucrose ester, CMC, tiệt trùng, hệ nhũ tương sữa dừa

Effects of several factors on stability of canned coconut milk emulsion

Abstract

The research aimed to determine the most suitable conditions of homogenization, the concentration of emulsifier sucrose ester and stabilizer CMC, and sterilization conditions for high stability of coconut milk emulsion. The emulsion was homogenized at different high speeds (0, 8000, 9000, 10000, 11000 and 12000 rpm) and times (1, 3, 5 and 7 minutes). Different concentrations of sucrose ester (0, 0.05, 0.1, 0.15 and 0.2%) and CMC (0, 0.4, 0.6, 0.8 and 1%) were studied to stabilize the emulsion. The sterilization conditions for canned coconut milk were also calculated in order to achieve the commercial sterility. The results indicated that the high stability of coconut milk in terms of separation index, particle size mean and particle distribution was obtained as homogenized at the speed of 10000 rpm for 3 minutes. The concentration of sucrose ester (0.15%) and CMC (1%) was found to be the most suitable for the emulsion stabilization. Sterilization at 121°C for 31 minutes was validated and confirmed for the high stability of canned coconut milk in terms of micro-organism and peroxide value. The resultant product had high whiteness index and sensorial characteristics.

Keywords: sucrose ester, CMC, sterilization, coconut milk emulsion

1. Đặt vấn đề

Sữa dừa hay nước cốt dừa là hệ nhũ tương (dầu trong nước) tự nhiên được trích ly (bằng phương pháp ép) từ phần cơm dừa có hoặc không có thêm nước. Theo CODEX STAN 240 (2003), các sản phẩm dừa (ở dạng lỏng) được chia thành 4 loại: sữa dừa uống (hàm lượng béo 5%), sữa dừa (hàm lượng béo 10%), cốt dừa (hàm lượng béo 20%) và cốt dừa cô đặc (hàm lượng béo 30). Sữa dừa là thành phần nguyên liệu quan trọng trong các bữa ăn của người dân châu Á cũng như trên thế giới, bởi vì sữa dừa có hương vị đặc trưng, trong đó Trung Quốc là một thị trường lớn và tiềm năng, theo ước tính khoảng 25% sữa dừa được trên thế giới được tiêu thụ ở Trung Quốc (Tipvarakarnkoon và cộng sự, 2010).

Hệ nhũ tương sữa dừa thường không ổn định, bị tách lớp sau 5 đến 10 giờ ở điều kiện môi trường, làm giảm đáng kể giá trị cảm quan nói riêng và chất lượng của sản phẩm nói chung. Nhiều yếu tố ảnh hưởng đến sự ổn định của hệ nhũ được nghiên cứu như hàm lượng chất béo, loại và lượng chất nhũ hoá, chất ổn định, áp suất và thời gian đồng nhất (Phungamngoen và cộng sự, 2004). Khi những hạt béo chuyển động va chạm và kết hợp lại với nhau thành những mảng có kích thước lớn, hoặc do sự mất ổn định về hàm lượng và chất lượng protein trong sữa dừa nên không đủ để ổn định các hạt chất béo (Tansakul và cộng sự, 2006). Theo Lê Văn Việt Mẫn (2011), đồng hóa là một phương pháp tối ưu để giải quyết ổn định các hạt chất béo, trong đó phương pháp đồng hóa tốc độ cao là đơn giản nhất và chi phí đầu tư thấp. Một số nghiên cứu gần đây về hệ nhũ tương dầu trong nước cho thấy đồng hóa kết hợp sử dụng chất ổn định và chất nhũ hóa giúp tăng tính ổn định của hệ nhũ tương do làm

giảm sức căng bề mặt và hạn chế sự kết hợp của các hạt béo do chuyển động va chạm. Ariyaprakai và cộng sự (2013), đã nghiên cứu so sánh hiệu quả ổn định hệ nhũ tương của sữa dừa bổ sung chất nhũ hóa Tween 60 và sucrose ester cho thấy sucrose ester có khả năng ổn định hệ nhũ tương sữa dừa tốt hơn so với Tween 60 ở các nhiệt độ khác nhau.

Sữa dừa có pH là 6,1 thuộc nhóm sản phẩm có độ axit thấp, theo quy định của FDA (Cơ quan thực phẩm và dược phẩm Mỹ) nhóm sản phẩm này cần được xử lý ở nhiệt độ lớn hơn 100°C (tiệt trùng), nhằm tiêu diệt cả bào tử của vi sinh vật, góp phần bảo quản sữa dừa trong thời gian dài. Phương pháp Ball là một trong những phương pháp tính toán chế độ tiệt trùng thực tế được sử dụng phổ biến, thông qua việc sử dụng các thông số của quá trình thâm nhập nhiệt nhằm xác định thời gian cần thiết để đạt được giá trị tiệt trùng F.

Vì thế, mục tiêu của nghiên cứu là xác định nồng độ hỗn hợp chất nhũ hoá sucrose ester và chất ổn định CMC (Carboxy Methyl Cellulose), chế độ đồng hóa tốc độ cao và chế độ tiệt trùng đến tính ổn định của hệ nhũ tương sữa dừa đóng lon. Nhằm đáp ứng được yêu cầu thị trường trong nước và đặc biệt là xuất khẩu, quy trình công nghệ chế biến sản phẩm sữa dừa cần phải hoàn thiện, cụ thể là các thông số quan trọng trong quy trình sản xuất cần được nghiên cứu.

2. Vật liệu và phương pháp

2.1. Nguyên vật liệu

Dừa khô được mua ở chợ Đầu mối Nông sản Thủ Đức, thành phố Hồ Chí Minh. Sucrose ester (DK Ester-F160) và CMC được cung cấp bởi công ty cổ phần Dai-ichi Kogyo Seiyaku, Nhật Bản. DK Ester-F160 sử dụng như chất nhũ hóa, có

chỉ số HLB khoảng 15-16. Giá trị dinh dưỡng trong 100g sữa dừa thành phẩm sử dụng trong nghiên cứu này có hàm lượng carbohydrate, protein và chất béo lần lượt là 3,62, 1,73 và 17,8%.

Các thiết bị chính sử dụng trong nghiên cứu bao gồm thiết bị đồng hóa tốc độ cao (IKA Works GmbH và Co. KG, Đức), máy ghép nắp lon (SCIM, Pháp), nồi tiệt trùng (Wisd Laboratory instruments, Đức) có gắn đầu đo nhiệt độ tâm sản phẩm, kính hiển vi (LW Scientific, Mỹ), máy đo màu (Minolta Chroma Meter CR – 400, Nhật), máy đo kích thước và phân bố hạt Malvern Mastersizer 3000 (Anh).

2.2. Chuẩn bị hệ nhũ tương và sữa dừa đóng lon

Dừa sau khi thu mua về tiến hành lột vỏ, bóc đôi và tách lấy phần cơm dừa. Cơm dừa sau khi chần ở nhiệt độ 80°C trong 10 phút, làm nguội, xay và ép lấy sữa dừa. Sau đó, tiến hành phối chế để sữa dừa thu được có hàm lượng béo 17%, tiến hành bổ sung chất nhũ hóa sucrose ester, chất ổn định CMC. Hỗn hợp được đồng hóa ở tốc độ cao nhằm ổn định hệ nhũ tương. Sau khi đồng hóa, nhũ tương sữa dừa được rót nóng (70 – 80°C) vào lon 307 (Φ 83) với khối lượng mỗi lon là 165g. Tiếp đến, lon chứa sữa dừa được ghép mí. Sau cùng, sản phẩm được tiệt trùng và làm nguội.

2.3. Ảnh hưởng của tốc độ và thời gian đồng hoá đến tính ổn định của hệ nhũ tương

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên một yếu tố (tốc độ đồng hóa) với 3 lần lặp lại. Tốc độ đồng hóa được khảo sát là 0 (đối chứng), 8.000, 9.000, 10.000, 11.000 và 12.000 (vòng/phút).

Sau khi xác định được tốc độ đồng hóa, thời gian đồng hóa được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên một yếu tố, với các mức thời

gian 0 phút (đối chứng), 1, 3, 5 và 7 phút.

Mẫu sữa dừa sau khi đồng hóa và tiệt trùng, được theo dõi độ lắng (%) trong 7 ngày, kích thước của hạt béo ($d_{4,3}$) và quan sát hạt béo dưới kính hiển vi ở độ phóng đại 400 lần (Tangsuphoom và Coupland, 2008).

2.4. Ảnh hưởng của chất ổn định và chất nhũ hóa đến tính ổn định của hệ nhũ tương

Thí nghiệm một yếu tố với 3 lần lặp lại được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên. Yếu tố thí nghiệm chất ổn định là nồng độ CMC (carboxyl methyl cellulose), với các mức 0; 0,4; 0,6; 0,8; và 1%. Chất nhũ hóa sucrose ester với các mức 0; 0,05; 0,1; 0,15 và 0,2%.

Mẫu sữa dừa sau khi đồng hoá và tiệt trùng, được theo dõi độ lắng (%) trong 7 ngày, kích thước của hạt béo ($d_{4,3}$) và quan sát hạt béo dưới kính hiển vi ở độ phóng đại 400 lần (Tangsuphoom và Coupland, 2008).

2.5. Ảnh hưởng của chế độ tiệt trùng đến chất lượng sản phẩm sữa dừa đóng hộp

2.5.1. Tính toán giá trị tiệt trùng

Tính toán chế độ tiệt trùng sản phẩm sữa dừa bằng phương pháp công thức Ball (Stoforos, 2010). Tính toán thời gian tiệt trùng cần thiết trên 2 mức nhiệt độ tiệt trùng phổ biến là 121°C và 116°C để đạt giá trị tiệt trùng $F_0(5 \text{ phút})$. Theo dõi nhiệt độ ban đầu $T_0(°C)$, thời gian nâng nhiệt t_c (phút), nhiệt độ nồi tiệt trùng $T_R(°C)$, khác biệt giữa nhiệt độ tâm sản phẩm so với nhiệt độ nồi tiệt trùng ($T_R - T$) được ghi nhận và tính toán ở các khoảng thời gian khác nhau. Cảm đầu dò nhiệt độ tâm vào lon sản phẩm sao cho cảm biến nhiệt nằm cách đáy 1/3 chiều cao lon (truyền nhiệt đối lưu) và tiến hành tiệt trùng. Theo dõi diễn tiến nhiệt độ nồi tiệt trùng và tâm sản phẩm sau mỗi 2 phút. Kiểm tra chế độ tiệt trùng vừa tính và so sánh $F_{thực}$ tế tính được

với $F_0 = 5$ phút (Phungamngoen và cộng sự, 2004). Nếu $F_{thực\ tế} \geq F_0$ thì chế độ tiệt trùng đạt.

Sử dụng các thông số của quá trình thâm nhập nhiệt. Thiết kế quá trình xử lý nhiệt là việc xác định thời gian cần thiết để đạt được giá trị tiệt trùng nhất định F_0 . Đánh giá quá trình xử lý nhiệt là việc xác định sự đạt được giá trị tiệt trùng (hiệu quả tiệt trùng) qua quá trình xử lý. Ball đưa ra công thức tính giá trị tiệt trùng cho các tình huống mới bằng cách sử dụng các giá trị f và j được lấy từ thí nghiệm thực tế của các sản phẩm khác nhau. Trong suốt thời gian nâng nhiệt t_c , tốc độ tiêu diệt vi sinh vật luôn luôn thay đổi. Ball đề nghị thay thế điều này với một đường cong duy trì tại thời gian bắt đầu của thời gian nâng nhiệt là 58%. Nếu sử dụng thời gian xử lý Ball, phương trình đường cong xử lý nhiệt trở thành:

$$\log(T_R - T_B) = \log[j_h^*(T_R - T_0)] - t_B/f_h$$

Đặt $g = T_R - T_B$ là sự khác nhau giữa nhiệt độ tối đa của sản phẩm và nhiệt độ môi trường xử lý nhiệt thì phương trình (2):

$$\log(g) = \log[j_h^*(T_R - T_0)] - t_B/f_h$$

Vậy thời gian xử lý nhiệt Ball cần thiết:

$$t_B = f_h \{ \log[j_h^*(T_R - T_0)] - \log(g) \}$$

2.5.2. Đánh giá chế độ tiệt trùng

So sánh 2 chế độ tiệt trùng ở 116°C và 121°C dựa vào các chỉ tiêu nhằm xác định chế độ tiệt trùng phù hợp nhất với sản phẩm sữa dứa đóng lon. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên 1 yếu tố với 3 lần lặp lại. Yếu tố thí nghiệm là chế độ tiệt trùng. Thí nghiệm gồm 2 nghiệm thức: 116°C và 121°C theo thời gian giữ nhiệt của nồi tiệt trùng được tính toán. Chỉ tiêu theo dõi là độ trắng, điểm cảm quan, chỉ số peroxít (PV) và chỉ tiêu vi sinh.

2.6. Phân tích các chỉ tiêu

2.6.1. Hàm lượng chất béo

Xác định hàm lượng béo trong nguyên liệu và sữa dứa đóng lon theo TCVN 6688-3: 2007 (ISO 8262-3:2005). Chỉ tiêu này được xác định nhằm chuẩn hoá hàm lượng béo trong thành phẩm sữa dứa đóng lon.

2.6.2. Độ tách pha

Độ tách pha (độ lắng) của các mẫu được xác định dựa trên sự khác biệt về tỷ trọng giữa các thành phần trong hệ nhũ tương, các thành phần có tỷ trọng thấp như chất béo có xu hướng phân tách thành lớp kem ở phía trên và lớp nước sữa có tỷ trọng lớn hơn ở phía dưới. Độ tách pha được xác định nhằm đánh giá tính ổn định của hệ nhũ tương sữa dứa.

Theo dõi quá trình tách lớp của hệ nhũ bằng cách cho 20 ml sữa dứa vào ống nghiệm có nắp đậy và quan sát trong vòng 7 ngày ở 30°C trong bể kiểm soát nhiệt. Độ tách pha được tính bằng độ tách pha ($CI = 100 * H_S/H_E$). Trong đó, H_E là tổng chiều cao của hệ nhũ và H_S là chiều cao của lớp nước sữa (Tangsuphoom và Coupland, 2008).

2.6.3. Kích thước và phân bố hạt

Để đánh giá tính ổn định của hệ nhũ tương khi nghiên cứu hiệu quả của chất nhũ hoá và chất ổn định, kích thước và phân bố hạt của hệ nhũ tương sữa dứa được xác định bằng máy phân tán kích thước hạt lazer (Mastersizer 3000, Malvern Instruments Ltd., UK). Sữa dứa được cho vào phễu tiếp liệu tỷ lệ khoảng 15% và khuấy 1000 vòng/phút. Độ hấp thụ hiệu quả là 0,01 và chỉ số khúc xạ của dầu dứa và nước lần lượt là 1,45 và 1,33.

Mẫu tán xạ dùng để tính kích thước hạt là dựa trên các giọt bởi các chỉ số khúc xạ tương đối 1,09 (Tangsuphoom và Coupland, 2008; Seo và cộng sự, 2018).

Kích thước hạt được báo cáo bằng đường kính trung bình thể tích, trọng lượng:

$$d_{4,3} = \frac{\sum n_i d_i^4}{\sum n_i d_i^3}$$

n_i là số giọt, d_i là đường kính giọt

2.6.4. Quan sát hạt béo dưới kính hiển vi

Quan sát hạt béo dưới kính hiển vi được thực hiện bằng cách nhỏ một giọt dung dịch sữa dừa lên lam kính, sau đó đặt lamên lên trên và tiến hành quan sát dưới kính hiển vi quang (OMNI VID, LW Scientific 865, Mỹ) với độ phóng đại 400 lần.

2.6.5. Độ trắng

Độ trắng của sữa dừa đóng lon được xác định bằng máy đo màu Minolta Chroma Meter CR-400 nhằm đánh giá hiệu quả của quá trình xử lý nhiệt. Sản phẩm sau tiệt trùng phải có độ trắng cao. Độ trắng được xác định theo công thức (Caivano và Buera, 2012):

$$WI \text{ (White Index)} = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2}$$

2.6.6. Đánh giá cảm quan cho điểm thị hiếu

Theo Hà Duyên Tư (2000), phép thử cho điểm thị hiếu nhằm xác định mức độ ưa thích của các cảm quan viên về các chỉ tiêu mùi, vị, màu sắc và trạng thái của các mẫu thử. Phép thử cho điểm thị hiếu được đánh giá nhằm xác định mức độ ưa thích của mẫu sữa dừa đóng lon khi xử lý ở các chế độ tiệt trùng khác nhau. Người thử sẽ được mời nếm thử sản phẩm và đánh giá mức độ ưa thích, hài lòng của mình bằng thang điểm đã được định nghĩa trước thông qua các thuật ngữ mô tả cấp độ hài lòng, ưa thích. Phép thử cho điểm thị hiếu được đánh giá dựa trên thang điểm 7.

2.6.7. Chỉ số peroxit

Chỉ số peroxit (PV) được xác định theo TCVN 6121: 2010 (ISO 3960: 2007).

Chỉ số PV được xác định nhằm đánh giá mức độ oxy hóa của sản phẩm sữa dừa đóng lon.

2.6.8. Chỉ tiêu vi sinh vật

Các chỉ tiêu vi sinh vật được tiến hành kiểm tra tại công ty trách nhiệm hữu hạn Eurofins Sắc ký Hải Đăng, thành phố Hồ Chí Minh. Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp kiểm tra tương ứng bao gồm tổng số vi sinh vật hiếu khí (ISO 4833-1: 2013), tổng số vi sinh vật kỵ khí (ISO 1523: 2003) và tổng số vi sinh vật kỵ khí sinh H₂S (ISO 15213: 2003). Chỉ tiêu vi sinh được đánh giá nhằm xác định hiệu quả vi sinh của thành phẩm sữa dừa đóng lon.

2.7. Phân tích thống kê

Tất cả các thí nghiệm của nghiên cứu đều được lặp lại 3 lần. Kết quả được trình bày dưới dạng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn, được xác định bằng phần mềm Excel. Sự khác nhau giữa các nghiệm thức được xác định bằng ANOVA với độ tin cậy 95% (hay $p < 0,05$), sử dụng phần mềm JMP phiên bản 10.

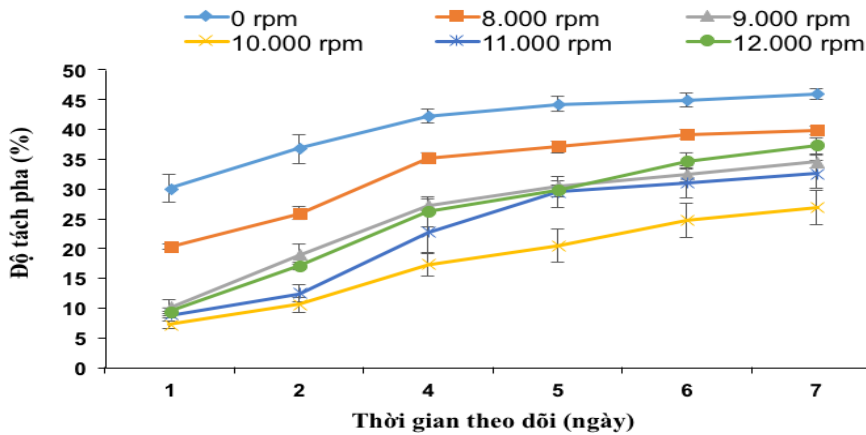
3. Kết quả và thảo luận

3.1 Ảnh hưởng của tốc độ đồng hóa đến sự ổn định của hệ nhũ tương

Hệ nhũ tương sữa dừa sẽ nhanh chóng phân lớp sau khoảng 5 đến 10 giờ do chuyển động va chạm và kết hợp của các hạt cầu béo, hình thành hạt kích thước lớn hơn, hiện tượng này làm giảm đáng kể giá trị cảm quan và chất lượng của sản phẩm. Do đó, sự tách pha của sữa dừa là một trong các chỉ tiêu quan trọng để xác định tính ổn định của hệ nhũ tương. Tốc độ đồng hóa ảnh hưởng đến sự tách pha của sữa dừa (Hình 1). Khi tăng tốc độ đồng hóa thì sự nổi vẩn của sữa dừa có xu hướng giảm, sau đó gia tăng. Sau một ngày theo dõi, dữ liệu ghi nhận được tách pha có giá trị cao nhất là 29,9% khi mẫu không

đồng hóa (đôi chứng) và thấp nhất 7,1% ở tốc độ đồng hóa 10.000 vòng/phút, có sự khác biệt ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$). Khi tăng tốc độ đồng hóa lên 8.000; 9.000 và 10.000 vòng/phút, sự tách pha có xu hướng giảm và được ghi nhận lần lượt

là 20,1%; 10,1%; 7,1%. Tuy nhiên, tiếp tục tăng tốc độ đồng hóa lên 11.000 và 12.000 vòng/phút thì nổi váng lại có xu hướng tăng trở lại với các giá trị lần lượt là 8,8% và 9,3%.

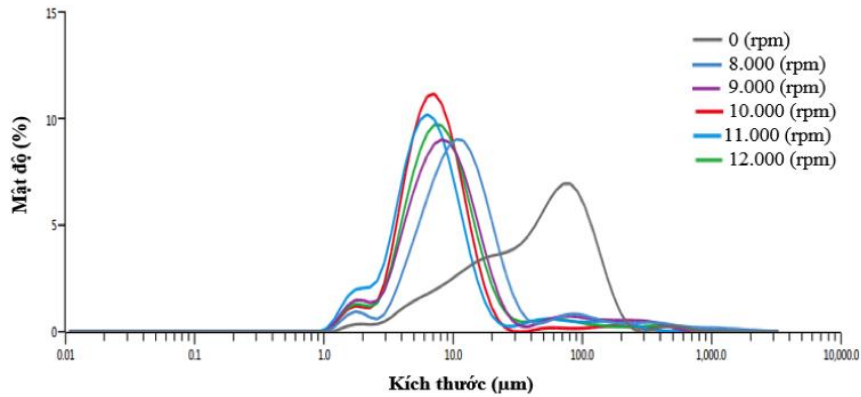


Hình 1. Ảnh hưởng của tốc độ đồng hoá đến độ tách pha của sữa dừa theo thời gian

Sự tách pha của sữa dừa có xu hướng tăng theo thời gian bảo quản. Sau thời gian theo dõi 7 ngày, mẫu sữa dừa bị tách pha thấp nhất là khi đồng hóa với tốc độ 10.000 vòng/phút là 26,8% và cao nhất ở nghiệm thức đôi chứng là 45,8% ($p < 0,05$). Đối với mẫu được đồng hóa ở tốc độ 8.000; 9.000 và 10.000 vòng/phút có giá trị tách pha tương ứng là 39,7%; 34,4% và 26,8%. Tương tự ở tốc độ 11.000 và 12.000 vòng/phút với nổi váng sau 7 ngày quan sát lần lượt là 32,4% và 37,2%.

Kết quả ảnh hưởng của tốc độ đồng hóa đến sự tách pha của hệ nhũ tương sữa dừa có thể giải thích là do đồng hóa ở tốc độ cao tạo dòng chảy hỗn loạn trong dung dịch và đồng thời lực phá vỡ cũng được sinh ra trong quá trình chuyển động của dòng chảy. Các dòng chảy rối (hỗn loạn) giúp phân tán các hạt béo trong pha liên tục được tốt hơn (Lakhotia và cộng sự,

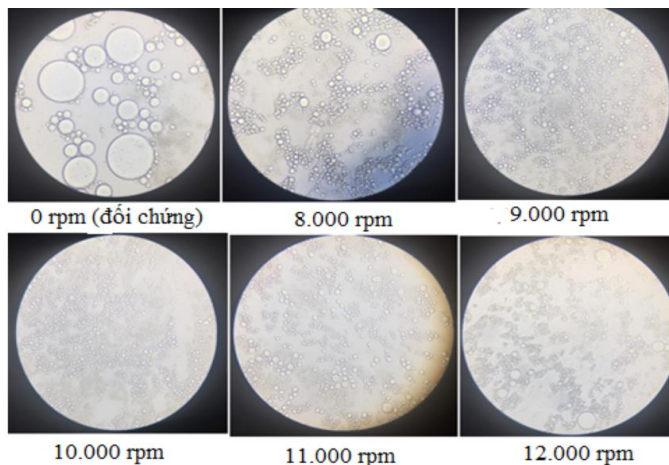
1992), lực phá vỡ tác động lên bề mặt và khi lớn hơn sức căng bề mặt của hạt béo làm chúng phân tán thành các hạt có kích thước nhỏ hơn. Tuy nhiên, hạt béo càng nhỏ thì diện tích bề mặt càng lớn, nếu không có đủ chất nhũ hóa để bao phủ hoàn toàn bề mặt hạt mới được hình thành, làm tăng sức căng bề mặt thì các hạt mới có xu hướng kết hợp với nhau do chuyển động va chạm vào nhau (Jafari và cộng sự, 2008). Sau khi các hạt béo kết hợp lại với nhau tạo thành các hạt có kích thước lớn hơn, chúng có xu hướng di chuyển lên phía trên và tạo nên lớp “kem” cho dung dịch, hạt béo có kích thước lớn có xu hướng di chuyển lên trên nhanh hơn các hạt nhỏ (McClements, 2015). Ảnh hưởng của tốc độ đồng hoá đến phân bố kích thước hạt béo (Hình 2), và kích thước hạt béo quan sát dưới kính hiển vi (Hình 3).



Hình 2. Ảnh hưởng của tốc độ đồng hoá đến phân bố kích thước hạt béo sau một ngày

Kết quả phân bố kích thước hạt béo thể hiện ở Hình 2, tốc độ đồng hóa có ảnh hưởng đến kích thước hạt béo ở độ tin cậy 95%. Kích thước hạt béo trung bình dao động trong khoảng 15,82 - 59,35 μm . Trong đó, mẫu không đồng hóa cho kích thước hạt béo cao nhất và kích thước hạt nhỏ nhất khi đồng hóa với tốc độ 10.000 vòng/phút với các giá trị ghi nhận lần lượt là 59,35 μm và 15,82 μm . Cụ thể, khi tăng tốc độ đồng hóa

kích thước hạt béo có xu hướng giảm với các giá trị ghi nhận là 37,94 μm ; 26,74 μm ; 15,82 μm ở các tốc độ lần lượt là 8.000, 9.000 và 10.000 vòng/phút. Tuy nhiên, kích thước hạt béo chỉ giảm đến giới hạn nhất định. Sau đó, khi tiếp tục tăng tốc độ đồng hóa kích thước hạt lại có xu hướng gia tăng trở lại. Ngoài ra, khi quan sát dưới kính hiển vi quang học cũng cho kết quả tương tự và được thể hiện ở Hình 3.



Hình 3. Ảnh hưởng của tốc độ đồng hoá đến kích thước hạt béo quan sát dưới kính hiển vi sau một ngày theo dõi ở độ phóng đại 400 lần

Kết quả ở Hình 3 cho thấy, ở mẫu đối chứng kích thước của hạt béo không đồng

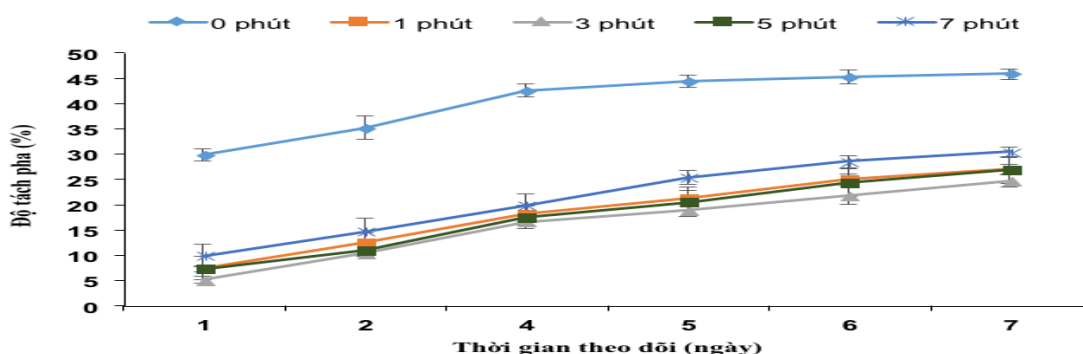
đều với nhau, hạt béo có kích thước rất lớn và phân bố khá nhiều. Đối với mẫu đồng

hóa với các tốc độ 8.000; 9.000; 10.000 vòng/phút, kích thước của hạt béo quan sát được giảm đáng kể. Nhưng khi tiếp tục tăng tốc độ lên 11.000 và 12.000 vòng/phút thì kích thước hạt béo và sự phân bố của các hạt béo lớn có xu hướng tăng. Như vậy, khi đồng hóa với tốc độ 10.000 vòng cho sự tách pha và kích thước hạt béo với giá trị thấp nhất, đồng thời kết quả khi quan sát trên kính hiển vi cũng cho thấy các hạt béo nhỏ và tương đối đồng đều với nhau nên tốc độ 10.000 vòng/phút được chọn làm yếu tố cố định cho các thí nghiệm tiếp theo.

3.2. Ảnh hưởng của thời gian đồng hóa đến tính ổn định của hệ nhũ tương

Sau khi lựa chọn được tốc độ đồng hóa thích hợp, nghiên cứu tiến hành khảo sát ảnh hưởng của thời gian đồng hóa (0, 1, 3, 5 và 7 phút) đến tính ổn định của hệ nhũ tương (sự tách pha, kích thước của hạt béo

và quan sát hạt béo dưới kính hiển vi), lần lượt được thể hiện ở Hình 4, Hình 5 và Hình 6. Kết quả Hình 4 cho thấy thời gian đồng hóa ảnh hưởng đến sự tách pha sữa dừa ($p < 0,05$). Khi tăng thời gian đồng hóa thì nổi váng của sữa dừa có xu hướng giảm đến một giá trị nhất định rồi gia tăng trở lại. Sau một ngày theo dõi, dữ liệu ghi nhận nổi váng dao động trong khoảng 5,2 – 29,9% với giá trị cao nhất là 29,9% và thấp nhất 5,2% ở thời gian đồng hóa lần lượt là 0 phút (đối chứng) và 3 phút, có sự khác biệt ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$). Cụ thể, khi bắt đầu tăng thời gian đồng hóa lên 1 phút và 3 phút nổi váng có xu hướng giảm và ghi nhận được lần lượt là 7,6%; 5,2%. Tuy nhiên, tiếp tục tăng thời gian lên 5 phút và 7 phút thì nổi váng lại có xu hướng tăng trở lại với các giá trị là 7,4% và 10,0%.



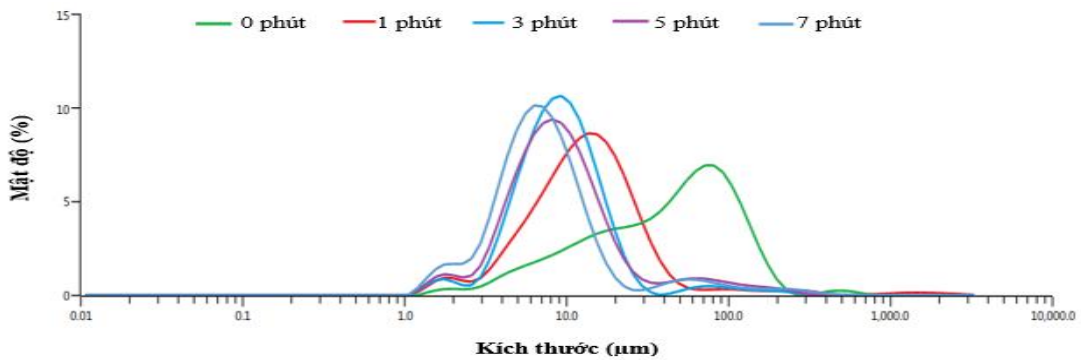
Hình 4. Ảnh hưởng của thời gian đồng hóa đến độ tách pha sữa dừa theo thời gian

Qua 7 ngày, độ tách pha của sữa dừa có xu hướng tăng theo thời gian theo dõi. Độ tách pha có giá trị cao nhất ở mẫu đối chứng (thời gian 0 phút) đạt 45,9% và thấp nhất ở thời gian 3 phút với giá trị 24,7%, có sự khác biệt ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$). Mẫu đồng hóa ở thời gian 3 phút có độ tách pha thấp nhất (24,7%) sau thời

gian bảo quản 7 ngày, kể đến là thời gian 5 phút (26,9%), thời gian 1 phút (27,1%) và thời gian 7 phút (30,5%). Hiện tượng này hoàn toàn phù hợp với giải thích của McClements, (2015); Jafari và cộng sự (2008). Vì thế, khi kéo dài thời gian đồng hóa lên 5 phút và 7 phút thì sự tách pha xu hướng gia tăng trở lại.

Để làm sáng tỏ được ảnh hưởng của kích thước hạt béo đến nổi váng, nghiên cứu đã tiến hành thực hiện đo kích thước hạt béo và sự phân bố hạt béo (Hình 5). Qua kết quả quan sát cho thấy, thời gian đồng hóa có ảnh hưởng đến kích thước hạt béo. Kích thước hạt béo trung bình dao động trong khoảng 14,73– 59,35 μm . Trong đó, mẫu đối chứng (0 phút) cho kích thước hạt béo lớn nhất và nhỏ nhất khi đồng hóa với thời gian 3 phút có giá trị ghi nhận lần lượt

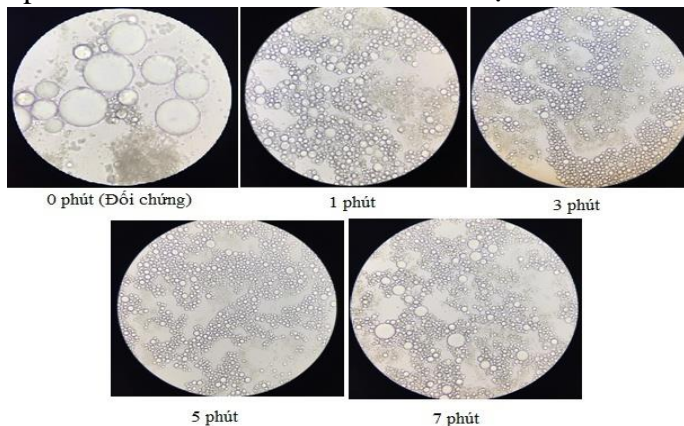
là 59,35 μm và 14,73 μm , có sự khác biệt ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$). Cụ thể, khi tăng thời gian đồng hóa kích thước hạt béo có xu hướng giảm với các giá trị ghi nhận là 21,05 μm và 14,73 μm ở các thời gian lần lượt là 1 phút và 3 phút. Tuy nhiên, khi tiếp tục kéo dài thời gian đồng hóa kích thước hạt béo lại có xu hướng gia tăng, thời gian 5 phút và 7 phút kích thước hạt béo bắt đầu tăng với các giá trị lần lượt là 15,83 μm và 16,32 μm .



Hình 5. Ảnh hưởng của thời gian đồng hóa đến phân bố kích thước hạt béo sau một ngày

Khi quan sát phân bố kích thước của hạt béo dưới kính hiển vi (Hình 6) cũng cho kết quả tương tự, khi đồng hóa 0 phút kích thước của hạt béo không đồng đều với nhau, hạt béo kích thước lớn phân bố khá nhiều. Đối

với mẫu đồng hóa ở 1 phút, 3 phút và 5 phút kích thước của hạt béo quan sát được giảm đáng kể. Nhưng khi tiếp tục tăng thời gian lên 7 phút, kích thước hạt béo và sự phân bố của các hạt béo lớn có xu hướng tăng.



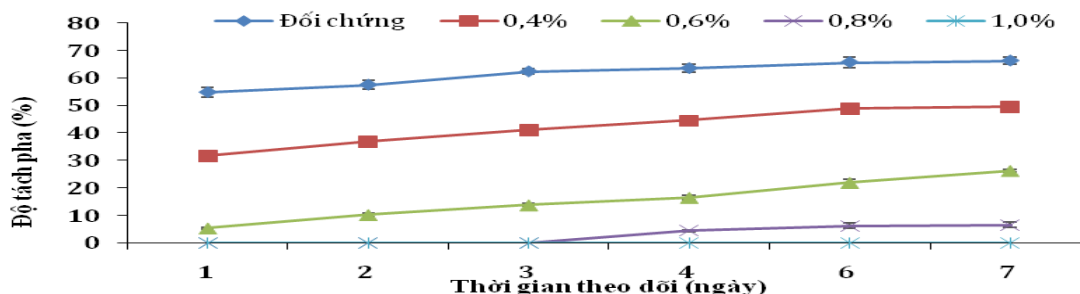
Hình 6. Ảnh hưởng của thời gian đồng hóa đến phân bố kích thước hạt béo quan sát dưới kính hiển vi sau một ngày theo dõi (x400 lần).

Tóm lại, các kết quả độ tách pha, kích thước hạt béo và quan sát trên kính hiển vi cho thấy khi đồng hóa với thời gian 3 phút cho kết quả tốt nhất nên được chọn làm yếu tố cố định cho các thí nghiệm tiếp theo.

3.3. Ảnh hưởng của CMC đến tính ổn định của hệ nhũ tương

Nghiên cứu đã tiến hành khảo sát nồng độ CMC thích hợp để giảm độ tách pha nhằm tăng tính ổn định cho hệ nhũ tương của sữa dừa. Kết quả về sự nổi váng được thể hiện ở Hình 7. Kết quả cho thấy nồng độ CMC có ảnh hưởng đến sự nổi váng của sữa dừa ($p < 0,05$). Nhìn chung, nồng độ CMC tỷ lệ nghịch với sự tách pha; độ tách pha lớn nhất khi nồng độ CMC 0% và thấp

nhất ở nồng độ 1% ($p < 0,05$). Trong thời gian theo dõi 7 ngày đều ghi nhận được hiện tượng tách pha ở các nghiệm thức 0%; 0,4% và 0,6% tăng dần theo thời gian với độ tách pha sau một ngày theo dõi lần lượt là 54,9%; 31,7%; 5,4% và độ tách pha sau 7 ngày theo dõi lần lượt là 66,3%; 49,6%; 25,3%. Tuy nhiên, trong 3 ngày theo dõi đầu tiên không ghi nhận được hiện tượng tách pha ở các nghiệm thức 0,8% và 1% nhưng đến ngày theo dõi thứ 4 ở nghiệm thức 0,8% bắt đầu xuất hiện tách pha với giá trị ghi nhận được là 4,4% và tăng dần theo thời gian với độ tách pha ở ngày thứ 7 là 6,5%. Sau 7 ngày theo dõi vẫn chưa ghi nhận được hiện tượng tách pha ở nghiệm thức 1%.



Hình 7. Ảnh hưởng của nồng độ CMC đến độ tách pha nhũ tương sau 7 ngày

Theo McKenna (2003) đã giải thích hiện tượng trên là do CMC là một chất ổn định có bản chất ưa nước, là polysaccharide có khả năng làm dày thường được gọi là chất nhũ hóa thứ cấp, khi tan vào trong nước các phân tử này liên kết với nhau tạo thành mạng không gian ba chiều liên tục giữ được hạt thuộc pha phân tán (hạt béo) giữa các mắt lưới. Đồng thời, CMC làm tăng độ nhớt cho pha liên tục, từ đó làm chậm quá trình chuyển động và va chạm của các hạt béo trong pha liên tục

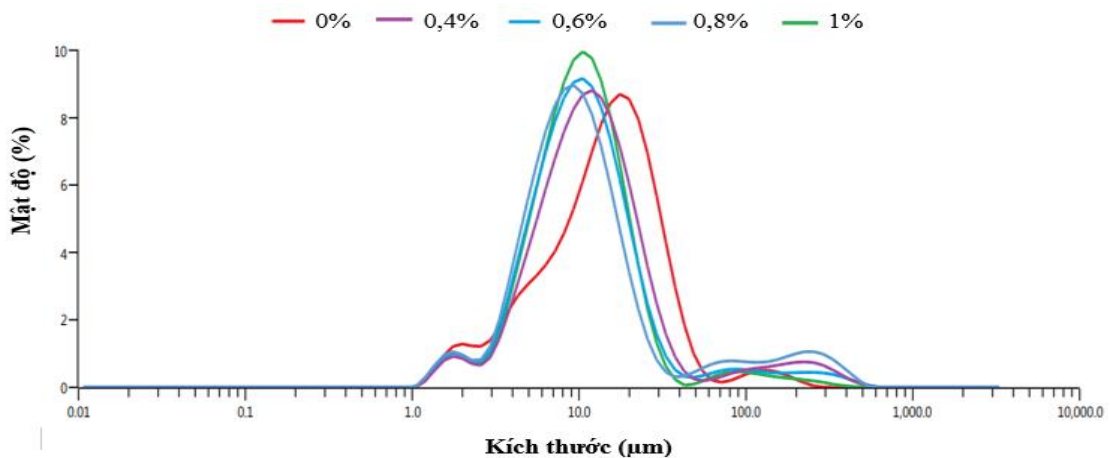
(Phungamngoen và cộng sự, 2004) góp phần làm giảm tốc độ phân tán của hệ nhũ tương. Jirapeangtong và cộng sự (2008) cũng đã báo cáo kết quả tương tự, ông cho rằng độ tách pha của hệ nhũ tương giảm dần khi tăng nồng độ CMC bổ sung.

Về chỉ tiêu kích thước hạt, kết quả phân bố kích thước hạt thể hiện ở Hình 8 và kết quả phân tích thống kê cho thấy, nồng độ CMC bổ sung có ảnh hưởng đến kích thước hạt béo ($p < 0,05$). Kích thước hạt béo trung bình dao động trong khoảng

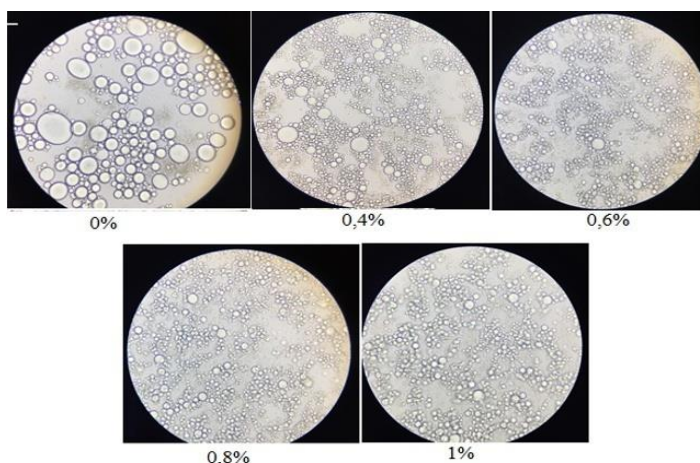
13,12- 27,67 μm . Nồng độ CMC tăng (0; 0,4; 0,6; 0,8 và 1%), kích thước hạt béo có xu hướng giảm với các giá trị lần lượt được ghi nhận là 27,67; 23,79; 14,91; 13,62; 13,12 μm .

Khi quan sát dưới kính hiển vi cũng thu kết quả tương tự được thể hiện ở Hình 9, kết quả cho thấy khi bổ sung 0% CMC hạt có kích thước tương đối lớn và không đồng đều. Nhưng bắt đầu tăng dần nồng độ CMC lên 0,4% 0,6%; 0,8% và 1% thì kích

thước hạt béo giảm xuống rõ rệt. Kết quả thí nghiệm này tương tự nghiên cứu của Jirapeangtong và cộng sự (2008), nghiên cứu này đã cho rằng khi sử dụng hàm lượng CMC 0,8 - 1% giúp ổn định hệ nhũ tương sữa dừa được tốt hơn. Như vậy, dựa vào những phân tích nêu trên cho thấy, nồng độ CMC 1% đạt giá trị kích thước hạt nhỏ nhất và độ tách pha đạt giá trị tối ưu nhất sau 7 ngày theo dõi.



Hình 8. Ảnh hưởng của nồng độ CMC đến phân bố kích thước hạt béo sau một ngày



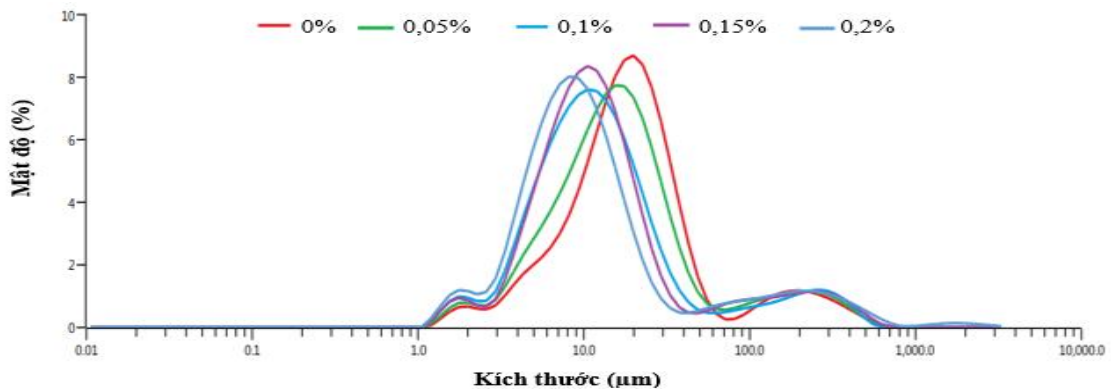
Hình 9. Ảnh hưởng của nồng độ CMC đến kích thước hạt béo quan sát dưới kính hiển vi sau một ngày (x 400)

3.4. Ảnh hưởng của nồng độ sucrose ester đến tính ổn định nhũ tương

Để phát huy tác dụng của chất nhũ hóa sucrose ester, cần tiến hành hoạt hóa chất này trước khi cho vào hệ nhũ tương sữa dừa, chất hoạt động bề mặt này có thể bảo vệ các giọt dầu. Chất nhũ hóa tạo sự phân tán đồng nhất cho sản phẩm, khi thêm chất nhũ hóa giúp các hạt béo có kích thước nhỏ sau đồng hoá được phân tán đồng đều hơn, giảm sức căng bề mặt. Trong sucrose ester có chứa nhóm sucrose monolaurate ưa nước liên kết với axit lauric có trong sữa dừa, tạo hệ nhũ càng ổn định hơn.

Sau 7 ngày theo dõi về độ tách pha, kết quả quan sát ghi nhận được cho thấy đối với các mẫu sữa dừa bổ sung sucrose ester với gia tăng nồng độ đã cải thiện

đáng kể hiện tượng tách pha. Kết quả về phân bố kích thước hạt béo cho thấy nồng độ chất nhũ hóa sucrose ester có ảnh hưởng đến kích thước hạt béo ở độ tin cậy 95%. Kích thước hạt béo trung bình dao động trong khoảng 11,29 – 23,99 μm . Cụ thể, theo chiều tăng dần các nồng độ 0%; 0,05%; 0,1%; 0,15%; 0,2% của Dk ester F160 thì kích thước hạt béo có xu hướng giảm với các giá trị ghi nhận lần lượt là 23,99 μm ; 19,44 μm ; 13,49 μm ; 11,29 μm ; 11,52 μm . Theo đó mẫu không bổ sung sucrose ester cho kích thước hạt béo trung bình lớn nhất và nhỏ nhất khi bổ sung nồng độ Dk ester F160 0,15% với các giá trị ghi nhận lần lượt là 23,99 μm và 11,29 μm , có sự khác biệt ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$).



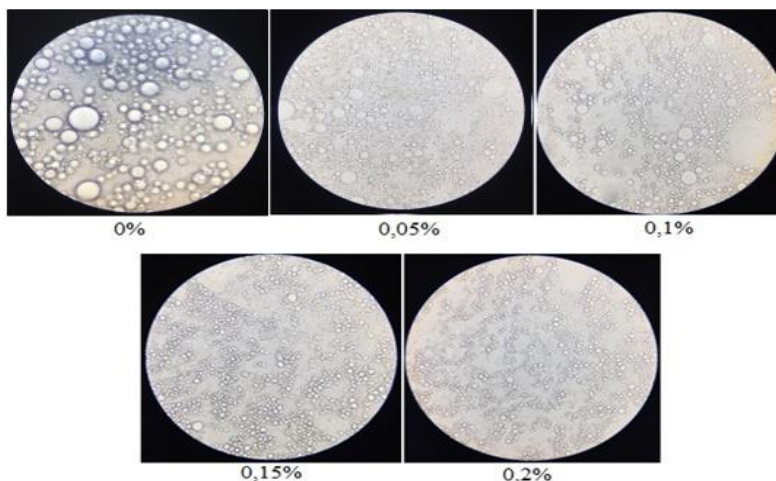
Hình 10. Ảnh hưởng của nồng độ sucrose ester đến phân bố kích thước hạt sau thời gian một ngày

Kết quả quan sát dưới kính hiển vi được thể hiện ở Hình 11 cho kết quả tương tự, khi không được bổ sung sucrose ester, hệ nhũ tương có xuất hiện các hạt béo có kích thước lớn. Kích thước hạt béo được giảm đáng kể khi nồng độ sucrose ester tăng lên. Việc tăng nồng độ chất nhũ hóa và chất ổn định làm giảm đáng kể độ phân tách của hệ nhũ tương. Các hạt béo nhỏ

hơn sẽ được hình thành sau quá trình đồng hóa, khi bổ sung sucrose ester với vai trò là một chất nhũ hóa khi hòa tan vào dung dịch, chúng sẽ hấp phụ trên bề mặt các hạt béo, hướng các đầu kỵ nước vào các hạt chất béo và hướng các đầu ưa nước vào nước hình thành nên các hạt micelle, sự tích tụ phân tử như thế ở bề mặt các hạt béo sẽ làm giảm đáng kể sức căng bề mặt

của hạt béo nhỏ mới được hình thành. Đồng thời, kết hợp với chất ổn định làm tăng độ nhớt của pha liên tục làm chậm lại quá trình các hạt nhỏ đến gần và kết hợp lại với nhau (Tipvarakarnkoon và cộng sự, 2010; Israelachvili, 2011; Zhao và cộng sự, 2014; Lê Ngọc Tú, 2015). Ngoài ra, McClements (2015) đã giải thích sucrose

ester có tính chất là một chất nhũ hóa không ion giúp ổn định nhũ tương bằng cách tạo ra các lực đẩy ngăn các hạt béo đến quá gần nhau, từ đó ngăn cản các hạt sáp nhập vào nhau. Chính vì thế, khi tăng nồng độ sucrose ester thì kích thước hạt béo giảm.



Hình 11. Ảnh hưởng của nồng độ sucrose ester đến kích thước hạt béo quan sát dưới kính hiển vi sau một ngày (x 400)

3.5. Ảnh hưởng của chế độ tiệt trùng đến chất lượng sữa dừa đóng lon

3.5.1. Tính toán chế độ tiệt trùng

Kết quả tính toán và kiểm tra chế độ tiệt trùng sản phẩm sữa dừa được trình bày qua Bảng 1. Thời gian giữ nhiệt của nôi ở nhiệt độ 121 và 116°C để đạt được giá trị tiệt trùng $F_0 = 5$ phút lần lượt là 31 và 61 phút. Tiến hành kiểm tra hai chế độ tiệt trùng bằng cách tính F thực tế và so sánh với F_0 sao cho $F_{\text{thực tế}} \geq F_0$. Kết quả kiểm tra chế độ tiệt trùng ở 121°C và 116°C cho

thấy, $F_{\text{thực tế}}$ ở 2 chế độ lớn hơn F_0 . Điều này cho thấy chế độ tiệt trùng tại 121°C trong 31 phút và 116°C trong 61 phút đã đạt giá trị tiệt trùng F_0 (an toàn về mặt vi sinh). Kết quả kiểm tra vi sinh (Bảng 2) cho thấy sau quá trình tiệt trùng ở 2 chế độ 116°C trong 61 phút và 121°C trong 31 phút không phát hiện vi khuẩn hiếu khí, vi khuẩn kỵ khí khử sulfite và vi sinh vật kỵ khí. Vậy nên có thể kết luận cả 2 chế độ 116°C trong 61 phút và 121°C trong 31 phút đã an toàn về vi sinh vật.

Bảng 1. Kết quả tính toán thời gian tiệt trùng cho giá trị tiệt trùng F_0 khi nhiệt độ nồi tiệt trùng 121°C và 116°C và kết quả kiểm tra

Tính toán			Kiểm tra		
Tham số	121°C	116°C	Tham số	121°C	116°C
Khối lượng mẫu (g)	165	165	t_B (phút)	52	80
F_0 (phút)	5	5	f_h (phút)	76,8	115,2
f_h (phút)	62,2	76,8	j_h	0,96	0,67
j_h	1,11	1,10	T_0 (°C)	66	65
T_0 (°C)	65	68	T_R (°C)	121	116
T_R (°C)	121	116	L	0,98	0,31
L	0,98	0,31	$T_R - T_0$	55	51
$T_R - T_0$ (°C)	56	48	$j_h^*(T_R - T_0)$	52,8	34,2
$j_h^*(T_R - T_0)$	61,6	52,8	$\log[j_h^*(T_R - T_0)]$	1,72	1,53
$\log[j_h^*(T_R - T_0)]$	1,79	1,72	t_B/f_h	0,68	0,69
$R = (f_h * L)/F_0$	12,16	4,74	$\log(g)$	1,04	0,84
$\log(g)$	0,99	0,73	R	14,64	6,69
$\log[j_h^*(T_R - T_0)] - \log(g)$	0,79	0,99	$F_{\text{thực tế}}$ (phút)	5,12	5,32
Thời gian xử lý nhiệt Ball (phút)	52	80	F_0 (phút)	5	5
Thời gian giữ nhiệt của nồi (phút)	31	61			

T_0 : nhiệt độ ban đầu của sản phẩm; T_R : nhiệt độ nồi tiệt trùng; L: tỉ lệ tử vong; t_B : thời gian xử lý nhiệt Ball

Bảng 2. Kết quả kiểm tra vi sinh tại 2 chế độ tiệt trùng khác nhau

Chế độ tiệt trùng	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
116°C trong 61 phút	Tổng số vi sinh vật hiếu khí	CFU/g	< 10
	Tổng số vi sinh vật khử sulfite	CFU/g	< 10
	Tổng số vi sinh vật kỵ khí	CFU/g	< 10
121°C trong 31 phút	Tổng số vi sinh vật hiếu khí	CFU/g	< 10
	Tổng số vi sinh vật khử sulfite	CFU/g	< 10
	Tổng số vi sinh vật kỵ khí	CFU/g	< 10

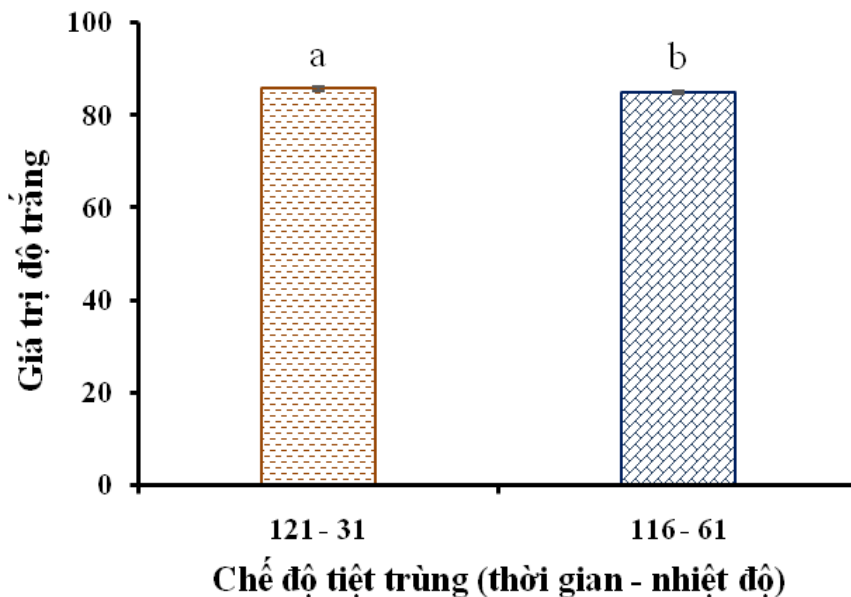
<10: nghĩa là không phát hiện

3.5.2. Ảnh hưởng của chế độ tiệt trùng đến độ trắng, cảm quan, peroxít

Độ trắng

Hình 12 thể hiện giá trị màu sắc đo được ở 2 chế độ tiệt trùng 116°C trong 61 phút và 121°C trong 31 phút. Kết quả cho thấy, độ trắng ở 2 chế độ tiệt trùng có sự khác biệt ý nghĩa về mặt thống kê ở độ tin cậy 95%. Thực phẩm có hàm lượng axit thấp như sữa dừa (pH khoảng 6,1) khi xử lý ở nhiệt độ cao (> 100°C) là điều kiện thích hợp cho các phản ứng sậm màu không

enzyme xảy ra như phản ứng Maillard (Ames và cộng sự, 2001). Theo tính toán đã trình bày ở trên, với nhiệt độ tiệt trùng 116°C và 121°C để đạt được giá trị tiệt trùng $F_0 = 5$ phút thì phải cần thời gian giữ nhiệt khác nhau lần lượt là 61 phút và 31 phút. Lý do là nhiệt độ xử lý thấp cần nhiều thời gian hơn để đạt giá trị F_0 . Do đó, chế độ tiệt trùng 116°C trong 61 phút có khoảng thời gian xử lý nhiệt dài hơn để phản ứng sậm màu xảy ra. Điều này dẫn đến làm giảm giá trị độ trắng cho sản phẩm.



Hình 12. Giá trị độ trắng ở hai chế độ tiệt trùng khác nhau

Trong cùng một biểu đồ các số liệu có kí tự khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$)

Cảm quan

Kết quả (Bảng 3) cho thấy có sự khác

biệt về chỉ tiêu mùi vị và điểm tổng khi sản phẩm được tiệt trùng ở 2 chế độ khác nhau ($p < 0,05$). Tuy nhiên, màu sắc không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$).

Bảng 3. Ảnh hưởng của chế độ tiệt trùng đến điểm cảm quan

Chế độ tiệt trùng (nhiệt độ, °C - thời gian, phút)	Cảm quan			Peroxit
	Màu sắc	Mùi vị	Điểm tổng	
116 - 61	5,62 ^a ± 0,52	4,50 ^b ± 0,75	4,75 ^b ± 0,46	KPH
121 - 31	5,62 ^a ± 0,52	5,75 ^a ± 0,46	5,75 ^a ± 0,46	KPH

Các ký tự khác nhau trên cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức ở độ tin cậy 95%. Điểm trung bình càng lớn thì mức độ yêu thích càng cao

Kết quả Bảng 3 cũng cho thấy điểm tổng giữa 2 chế độ tiệt trùng 116°C trong 61 phút và 121°C trong 31 phút có sự khác biệt ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$). Trong đó, chỉ tiêu mùi vị có ảnh hưởng đáng kể đến điểm cảm quan điểm tổng của sản phẩm. Mẫu tiệt trùng ở 116°C trong 61 phút có điểm mùi vị thấp hơn mẫu tiệt trùng ở 121°C trong 31 phút, dẫn đến điểm tổng của sản phẩm thấp hơn. Cũng theo nhận xét của các cảm quan viên, chế độ 116°C trong 61 phút có mùi nấu nhiều hơn khiến họ không ưa thích.

Chỉ số peroxit

Kết quả phân tích (Bảng 3) cho thấy không phát hiện chỉ số peroxit của mẫu sữa dừa đóng lon khi tiệt trùng ở chế độ 121°C và 116°C. Điều này cho thấy quá trình oxy hóa không xảy ra khi xử lý ở 2 chế độ tiệt trùng.

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy hệ nhũ tương sữa dừa ổn định (độ tách pha, kích thước và phân bố hạt) khi đồng hóa ở tốc độ 10.000 vòng/phút trong thời gian 3 phút. Sử dụng chất ổn định CMC 1% kết hợp với chất nhũ hóa sucrose ester 0,15% giúp cải thiện đáng kể tính ổn định của hệ nhũ tương. Nghiên cứu đã tính toán và kiểm tra chế độ tiệt trùng sao cho đạt được giá trị tiệt trùng thương mại. Chế độ tiệt

trùng 121°C trong 31 phút đã được kiểm tra đảm bảo an toàn về mặt vi sinh và peroxit, sản phẩm sữa dừa đóng lon có độ trắng và giá trị cảm quan cao.

Tài liệu tham khảo

- Ames, J. M., and Hofmann, T. F. (2001). *Chemistry and physiology of selected food colorants*. Washington, DC: ACS, p. 227.
- Ariyaparakai, S., Limpachoti, T. and Pradipasena, P. (2013). Interfacial and emulsifying properties of sucrose ester in coconut milk emulsions in comparison with Tween. *Food Hydrocolloids*, 30 (1), pp. 358-367.
- CODEX STAN 240 (2003). Codex Standard for Aqueous Coconut Products Coconut Milk and Coconut Cream. FAO/ WHO Food Standards Programme.
- Israelachvili, J. (2011). *Intermolecular and Surface Forces*. 3rd. London, UK, Academic Press.
- Caivano, J. L. and Buera, M. D. P. (2012). *Color in Food: Technological and Psychophysical aspects*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Jafari, S. M., Assadpoor, E., He. Y. and Bhandari, B. (2008). Re-coalescence of emulsion droplets during high-energy emulsification. *Food Hydrocolloids*, 22 (7), pp. 1191-1202.
- Jirapeangtong, K., Siriwatanayothin, S. and Chiewchan, N. (2008). Effects of coconut sugar and stabilizing agents on stability

- and apparent viscosity of high fat coconut milk. *Journal of Food Engineering*, 87, pp. 422-427.
- Lakhotia, S. and Papoutsakis, E. T. (1992). Agitation induced cell injury in microcarrier cultures. Protective effect of viscosity is agitation intensity dependent: Experiments and modeling. *Biotechnology and Bioengineering*, 39, pp. 95-107.
- Lê Văn Việt Mẫn (2011). *Công nghệ chế biến thực phẩm*. Nhà Xuất bản Đại học Quốc Gia Tp. Hồ Chí Minh, tr. 291.
- McClements, D. J. (2015). *Food emulsions: principles, practices, and techniques*. 3rd, CRC Press, Boca Raton, p. 714.
- McKenna, B. M. (2003). *Texture in food, Vol 1: Semi - Solid Foods*. 3rd, Woodhead Publishing, p. 448.
- Phungamngoen, C., Chiewchan, N., Siriwatanayothin S. (2004). Effect of some stabilizers on the quality of canned high fat coconut milk. *Journal of KMUTT's Research and Development*, 27, pp. 376-390.
- Stoforos, N. G. (2010). Thermal Process Calculations Through Ball's Original Formula Method: A Critical Presentation of the Method and Simplification of its Use Through Regression Equations. *Food Engineering Reviews*, 2 (1), pp. 1-16.
- Tangsuphoom N. and Coupland N. J., 2008. Effect of surface active stabilizers on the microstructure and stability of coconut milk emulsions. *Food Hydrocolloids*, 22, pp. 1233-1242.
- Tansakul, A. and Chaisawang, P. (2006). Thermophysical properties of coconut milk. *Journal of Food Engineering*, 73, pp. 276-280.
- Tipvarakarnkoon, T., Einhorn-Stoll, U. and Senge, B. (2010). Effect of modified Acacia gum (SUPER GUMTM) on the stabilization of coconut o/w emulsions. *Food Hydrocolloids*, 24, pp. 595-601.
- TCVN 6121:2010 (ISO 3960:2007). *Dầu mỡ động vật và thực vật - xác định trị số peroxít - phương pháp xác định điểm kết thúc chuẩn độ iốt (quan sát bằng mắt thường)*.
- TCVN 6688-3:2007 (ISO 8262-3:2005). *Xác định hàm lượng chất béo bằng phương pháp khối lượng Weibull-Berntrop (Phương pháp chuẩn) - Phần 3: Các trường hợp đặc biệt*.
- Hà Duyên Tư (2000). *Kỹ thuật phân tích cảm quan thực phẩm*. Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, tr. 90-93.
- Zhao, Q., Liu, D., Long, Z., Yang, B., Fang M., Kuang, W and Zhao, M. (2014). Effect of sucrose ester concentrations on the interfacial characteristics and physical properties of sodium caseinate stabilized oil in water emulsions. *Food Chemistry*, 151, pp. 506-513.