

NÂNG CAO TÍNH ỔN ĐỊNH CỦA SỮA HẠT ĐIỀU BẰNG PHỤ GIA THỰC PHẨM VÀ ĐỒNG HÓA ÁP SUẤT CAO

Mạc Xuân Hòa*, Nguyễn Thị Thảo Minh

Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP.HCM

*Email: *hoamx@cntp.edu.vn*

Ngày nhận bài: 24/10/2018; Ngày chấp nhận đăng: 05/12/2018

TÓM TẮT

Xu hướng sử dụng sữa hạt với mục đích thưởng thức và bổ sung dinh dưỡng đang phát triển mạnh tại Việt Nam, trong đó, sữa hạt điều là một sản phẩm mới đầy tiềm năng. Tuy nhiên, hệ huyền phù và hệ nhũ tương của sữa hạt điều thường kém ổn định, dẫn đến hiện tượng tách lớp và ảnh hưởng đến ngoại quan của sản phẩm. Nghiên cứu này được tiến hành nhằm tìm ra giải pháp nâng cao tính ổn định cho sản phẩm bằng phụ gia thực phẩm và đồng hóa áp suất cao. Đồng hóa được thực hiện ở 2 cấp với tổng áp suất đồng hóa là 250 bar. 2 loại phụ gia được sử dụng là xanthan gum (E415) và glycerol monostearate (E471, GMS). Ảnh hưởng của nồng độ phụ gia và áp suất đồng hóa lên tính ổn định và độ nhớt của sữa hạt điều được khảo sát. Kết quả thực nghiệm cho thấy, cả nồng độ phụ gia và áp suất đồng hóa đều ảnh hưởng có ý nghĩa lên tính ổn định của sữa hạt điều ($p < 0,05$). Căn cứ trên tính ổn định và sự tương đồng về độ nhớt với các nhãn hiệu sữa hạt trên thị trường; sữa hạt điều có chứa 0,3% (g/100 mL) xanthan gum; 0,3% (g/100 mL) GMS và chế độ đồng hóa 200-50 bar (áp suất cấp 1 - áp suất cấp 2) được đánh giá là cho hiệu quả ổn định tốt nhất.

Từ khóa: Sữa hạt, tính ổn định, xanthan gum, glycerol monostearate (GMS), đồng hóa áp suất cao 2 cấp.

1. MỞ ĐẦU

Số liệu gần đây của Innova Market Insights cho thấy, thị trường toàn cầu đối với các loại đồ uống có nguồn gốc từ sữa thực vật - sữa hạt được dự báo sẽ tăng lên tới 16,3 tỷ USD trong năm 2018, tăng gấp hơn 2 lần so với mức 7,4 tỷ USD của năm 2010. Không nằm ngoài xu hướng đó, sản phẩm sữa hạt tại Việt Nam cũng chứng kiến sự ra đời của các nhãn hàng sữa đậu nành từ năm 1997 và cho tới ngày nay đã có nhiều nhãn hàng sữa khác cũng tham gia vào thị trường như sữa gạo lứt, sữa hạt óc chó, sữa hạt macca... Trong số các loại hạt, hạt điều chứa nhiều chất dinh dưỡng cần thiết cho cơ thể, đặc biệt hàm lượng béo trung bình trong hạt điều chiếm hơn 40% khối lượng hạt với hàm lượng acid béo bão hòa đa chiếm trung bình 17,92% [1]. Ở Việt Nam, nhân hạt điều giữ vị trí số 1 trong nhóm hàng nông sản xuất khẩu chủ lực. Tuy nhiên, các sản phẩm chế biến từ hạt điều còn rất hạn chế về chủng loại, chủ yếu là hạt điều thô và một số sản phẩm hạt điều rang muối. Trong khi đó, hạt điều là loại nguyên liệu thích hợp để sản xuất các loại sữa hạt. Hiện sản phẩm sữa hạt điều đã được một số cơ sở nhỏ sản xuất tại khu vực Thành phố Hồ Chí Minh. Tuy nhiên, sản phẩm có hạn sử dụng rất ngắn, chủ yếu sử dụng trong ngày nên gây khó khăn cho khâu phân phối. Do đó, nghiên cứu và phát triển thành sản phẩm sữa hạt điều sẽ góp phần đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của người tiêu dùng đối với dòng sản phẩm này và góp phần nâng cao giá trị của nông sản Việt Nam.

Sữa hạt thường tồn tại ở dạng huyền phù và dạng nhũ tương dầu trong nước (o/w). Điều này khiến nhà sản xuất phải đối mặt với một thách thức đáng kể, đó là sản phẩm dễ bị mất ổn định do hiện tượng tách lớp, ở đó pha béo tách lớp, nổi lên bề mặt và pha rắn lắng xuống đáy bao bì. Hiện tượng mất ổn định có thể được ngăn ngừa bằng cách áp dụng quá trình đồng hóa áp suất cao. Khi đồng hóa, sản phẩm lỏng sẽ được bơm cao áp đưa vào một khe hẹp, điều này làm vận tốc dòng chảy tăng cao lên đến 50-200 m/s, áp suất sẽ tăng lên rất cao khi sản phẩm vào khe hẹp và giảm đột ngột khi đi ra. Sản phẩm chịu tác động đồng thời của sự chảy rối, sự xâm thực khí và tác động cơ học với bề mặt thiết bị. Các tác động này làm các pha phân tán bị giảm kích thước và phân bố đều trong pha liên tục. Các thiết bị đồng hóa áp suất cao hiện nay thường có 2 cấp (2 khe hẹp có thể điều chỉnh được áp suất): khi đi qua cấp 1 pha phân tán bị xé nhỏ, nhưng các hạt phân tán vẫn dính chùm vào nhau; khi đi qua cấp 2, các hạt phân tán được tách ra khỏi nhau và phân bố đều vào pha liên tục [2].

Ngoài đồng hóa, một số chất phụ gia thực phẩm thuộc nhóm chất nhũ hóa và chất ổn định cũng được sử dụng để nâng cao tính ổn định của các loại sữa hạt. Chất nhũ hóa giúp ngăn ngừa sự tách béo bằng cách ổn định hệ nhũ tương thông qua khả năng hỗ trợ quá trình đồng hóa và khả năng hoạt động bề mặt. Chất ổn định thường là các chất keo ưa nước, các chất này ngăn ngừa hiện tượng lắng xuống của pha rắn nhờ khả năng làm tăng độ nhớt pha liên tục [3]. Trong số các chất phụ gia ở trên, xanthan gum (E415) và glycerol monostearate (GMS, E471) là các chất được sử dụng phổ biến nhất trong các sản phẩm nước giải khát. Hiệu quả ổn định của E415 và E471 đã được Gerard *et al.* báo cáo chi tiết [4]. Cả E415 và E471 đều là các chất phụ gia an toàn. Ở Việt Nam, Bộ Y tế không quy định liều lượng tối đa khi sử dụng trong các loại đồ uống từ thực vật cho 2 chất này.

Do đó, ở nghiên cứu này E415 và E471 được lựa chọn để thử nghiệm khả năng ổn định sản phẩm sữa hạt điều. Mục tiêu của nghiên cứu này là khảo sát ảnh hưởng của nồng độ chất phụ gia (xanthan gum và GMS) và áp suất đồng hóa lên tính ổn định của sản phẩm sữa hạt điều.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vật liệu

Hạt điều cỡ LP (large pieces) đã bóc vỏ được cung cấp bởi Công ty Cổ phần Sơn Thành, Đồng Xoài, Bình Phước. Nước dùng cho ăn uống, phù hợp với QCVN 01:2009/BYT. Đường tinh luyện Biên Hòa (độ tinh khiết 99,8%). GMS (E471) và xanthan gum (E415) có chất lượng phù hợp với Quy chuẩn Kỹ thuật Việt Nam, được cung cấp bởi Công ty TNHH Hương Đi, Quận Tân Bình, Tp.HCM. Hộp sắt tây tráng vecni cỡ lon 307D x 113H của công ty Tovecan.

Các loại hóa chất dùng trong phân tích do Công ty Xilong (Trung Quốc) sản xuất.

2.2. Phương pháp sản xuất sữa hạt điều

Hạt điều được rang bằng vi sóng ở 460 W trong 8 phút (50 g/mẻ, lò vi sóng Sharp 800W) và được nghiền trong 3 phút (máy xay Electrolux, công suất 400 W) để thu bột nghiền. Hỗn hợp (1) được chuẩn bị bằng cách phối trộn 60 g bột điều nghiền với 500 mL nước; gia nhiệt và khuấy trộn thủ công ở nhiệt độ sôi trong 10 phút. Hỗn hợp (2) được chuẩn bị bằng cách phối trộn các chất phụ gia với 60 g đường tinh luyện và được bổ sung từng ít một vào 500 mL ở nhiệt độ 60 °C, kết hợp với khuấy trộn liên tục trong 30 phút ở tốc độ 10000 vòng/phút (Ultra-Turrax homogenizer, hãng Staufen, Đức). 2 hỗn hợp sau đó được trộn đồng nhất với nhau ở 10000 vòng/phút trong 10 phút và lọc qua rây có kích thước lỗ 0,1 mm và qua một lớp vải trắng. Quá trình đồng hóa được thực hiện ở 60 °C trên thiết bị

đồng hóa 2 cấp (hãng APV, Đan Mạch); áp suất đồng hóa tổng ở cả 2 cấp được cố định ở 250 bar. Sau đồng hóa, sữa được nâng nhiệt lên 85 °C, rót nóng vào hộp, ghép mí và tiệt trùng ở 115 °C trong 4 phút (nồi hấp tiệt trùng nằm ngang, dung tích 160 lít, áp suất hơi tối đa 2,5 bar).

Tỷ lệ chất phụ gia và áp suất đồng hóa ở mỗi cấp được điều chỉnh theo kế hoạch thực nghiệm ở mục 2.3.

2.3. Phương pháp thiết kế thí nghiệm

2.3.1. Khảo sát tính ổn định và độ nhớt động học của một số sản phẩm sữa hạt trên thị trường

06 nhãn hiệu sữa hạt trên thị trường được lấy mẫu ngẫu nhiên để đo độ nhớt và tính ổn định (dựa trên độ lệch chuẩn tương đối - RSD). Các sản phẩm được mã hóa lần lượt là A, B, C, D, E, F. Kết quả của khảo sát này được sử dụng làm cơ sở để lựa chọn nồng độ chất ổn định cho sữa hạt điều.

2.3.2. Khảo sát ảnh hưởng của xanthan gum lên tính ổn định của sữa hạt điều

Phương pháp bổ sung xanthan gum được tiến hành theo mô tả ở mục 2.2. Nồng độ GMS (theo khối lượng của sữa hạt điều) được cố định ở 0,1% (g/100 mL). Nồng độ xanthan gum (theo khối lượng sữa hạt điều) được khảo sát bằng thí nghiệm ngẫu nhiên hoàn toàn 1 yếu tố với 5 mức như sau: 0% (g/100 mL) (đối chứng); 0,1% (g/100 mL); 0,2% (g/100mL); 0,3% (g/100 mL) và 0,4% (g/100 mL). Áp suất đồng hóa được cố định với cấp 1 ở 200 bar, cấp 2 ở 50 bar (tổng bằng 250 bar).

2.3.3. Khảo sát ảnh hưởng của GMS lên tính ổn định của sữa hạt điều

Phương pháp bổ sung GMS được tiến hành theo mô tả ở mục 2.2. Nồng độ xanthan gum được cố định ở mức thích hợp tìm được ở thí nghiệm trước (theo khối lượng sữa hạt điều). Nồng độ GMS (theo khối lượng sữa hạt điều) được khảo sát bằng thí nghiệm ngẫu nhiên hoàn toàn 1 yếu tố với 6 mức như sau: 0% (g/100 mL) (đối chứng); 0,1% (g/100 mL); 0,2% (g/100 mL); 0,3% (g/100 mL); 0,4% (g/100 mL) và 0,5% (g/100 mL). Áp suất đồng hóa được cố định với cấp 1 ở 200 bar, cấp 2 ở 50 bar (tổng bằng 250 bar).

2.3.4. Khảo sát ảnh hưởng của đồng hóa lên tính ổn định của sữa hạt điều

Nồng độ xanthan gum và GMS được cố định ở mức thích hợp tìm được ở thí nghiệm trước (theo khối lượng sữa hạt điều). Áp suất đồng hóa tổng bằng 250 bar. Áp suất đồng hóa ở mỗi cấp được thay đổi ở 3 mức (cấp 1 – cấp 2) như sau: 175-75, 200-50, 225-25 (bar).

2.4. Phương pháp đánh giá tính ổn định của sữa hạt điều

Phương pháp đánh giá tính ổn định của dịch sữa được tiến hành dựa theo phương pháp của Hinds *et al.* với một số cải tiến [5]. Theo đó, tính ổn định của huyền phù được đánh giá qua sự khác biệt về hàm lượng chất khô ở các vị trí khác nhau trong mẫu. Tương tự, tính ổn định của nhũ tương được đánh giá trên sự khác biệt về hàm lượng béo. Sự khác biệt càng nhỏ thể hiện pha phân tán được phân bố đồng nhất trong pha liên tục. Cụ thể, hút 100 mL dịch sữa vào cốc thủy tinh 100 mL, giữ lạnh ở 5 °C trong 24 giờ. Sau đó, dùng micropipet (Isolab) hút 5 mL sữa ở 3 vị trí khác nhau trong cốc (bề mặt, tâm cốc và đáy cốc) đem đi xác định hàm lượng chất khô và hàm lượng béo.

Sự khác biệt về hàm lượng chất khô và hàm lượng béo giữa các vị trí khác nhau trong mẫu được đánh giá thông qua tính toán độ lệch chuẩn tương đối (Relative Standard Deviation - RSD). RSD là tỷ số giữa độ lệch chuẩn (SD) và giá trị trung bình (\bar{X}) của hàm

lượng chất khô hoặc hàm lượng béo tại 3 vị trí hút mẫu, RSD không có thứ nguyên. Về mặt thống kê, RSD càng nhỏ thì sự khác biệt giữa các giá trị đo càng nhỏ; có nghĩa là giá trị RSD càng tiến về 0 thì tính ổn định của sữa hạt điều càng cao.

$$RSD = \frac{SD}{X}$$

2.5. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu hóa lý của sữa hạt điều

Hàm lượng béo được xác định theo TCVN 6508:2007. Hàm lượng chất khô tổng được xác định theo TCVN 8082:2013. Độ nhớt của sữa hạt điều được xác định bằng nhớt kế Ostwald (hay nhớt kế mao quản) ở 20 °C. Tỷ trọng so với nước tinh khiết (ở 20 °C) được xác định theo phương pháp bình tỷ trọng.

Ngoài ra, mẫu sữa điều thành phẩm được gửi mẫu tại Trung tâm Kỹ thuật Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng 3 (QUATEST 3) để xác định các chỉ tiêu chất lượng bao gồm hàm lượng chất khô (g/100 mL), hàm lượng carbohydrate (g/100 mL), hàm lượng protein (g/100 mL), hàm lượng béo (g/100 mL), hàm lượng đường tổng (g/100 mL), hàm lượng đường khử (g/100 mL).

2.6. Phương pháp xử lý thống kê

Mỗi thí nghiệm được lặp lại 3 lần, số liệu được tóm tắt dưới dạng số trung bình và độ lệch chuẩn (SD). Sự khác biệt về tính ổn định (dựa trên RSD) và độ nhớt giữa các mức nồng độ phụ gia và chế độ đồng hóa được kiểm định bằng phương pháp phân tích phương sai (ANOVA – Analysis of Variance) và kiểm định hậu tố (LSD - Least Significant Difference) với $\alpha = 0,05$. Phần mềm xử lý thống kê được sử dụng là MS Excel 2010 và SPSS 22.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

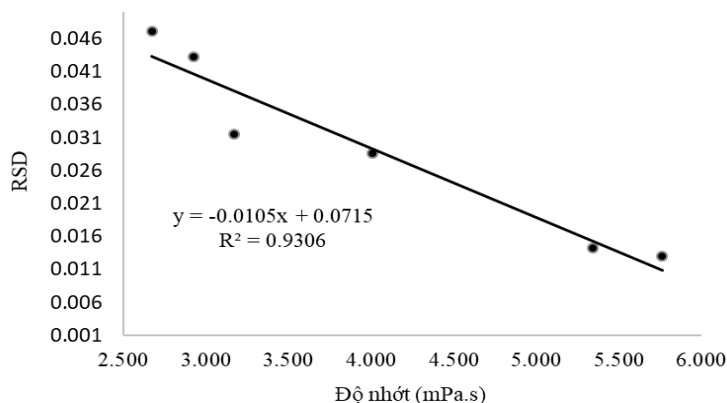
3.1. Tính ổn định và độ nhớt động học của một số sản phẩm sữa hạt trên thị trường

Độ nhớt và tính ổn định (dựa trên RSD) của 6 nhãn hiệu sữa hạt trên thị trường được khảo sát. Các sản phẩm này đều có dạng huyền phù và nhũ tương (o/w) như sữa hạt điều. Kết quả phân tích ở Bảng 1 cho thấy 6 nhãn hiệu sữa hạt có độ nhớt dao động trong khoảng 2,67-5,76 mPa.s. Giá trị RSD của cả 6 nhãn hiệu đều tiến về gần 0 và nằm trong khoảng 0,0126-0,0471, điều này chứng tỏ các nhãn hiệu này có độ đồng nhất khá cao.

Bảng 1. Độ nhớt và tính ổn định (dựa trên RSD) của một số nhãn hiệu sữa hạt trên thị trường

Nhãn hiệu	Độ nhớt (mPa.s)		RSD	
	Trung bình	SD	Trung bình	SD
A	5,344	0,150	0,014	0,003
B	2,923	0,146	0,043	0,002
C	2,672	0,107	0,047	0,008
D	3,173	0,063	0,032	0,005
E	4,008	0,160	0,029	0,004
F	5,762	0,058	0,013	0,003

Có mối quan hệ giữa độ nhớt và tính ổn định (dựa trên RSD) của các nhãn hiệu (Hình 1). Cụ thể, có sự tương quan chặt chẽ giữa độ nhớt và RSD với hệ số tương quan (r) bằng -0,966. Hệ số tương quan nhỏ hơn 0 cho thấy độ nhớt độ và RSD có mối quan hệ nghịch; tương ứng, độ nhớt càng cao thì tính ổn định của sản phẩm càng cao. Hệ số xác định R^2 bằng 0,9306 cho thấy độ nhớt giải thích được 93,06% sự biến thiên của RSD.



Hình 1. Mối quan hệ giữa độ nhớt và RSD của một số nhãn hiệu sữa hạt trên thị trường

Tuy nhiên, về mặt cảm quan, độ nhớt quá cao thường không phù hợp cho một sản phẩm nước giải khát. Vì vậy, các nhà sản xuất nước giải khát thường kiểm soát độ nhớt trong một giới hạn nhất định để tránh làm ảnh hưởng đến thị hiếu của khách hàng [6].

3.2. Ảnh hưởng của nồng độ xanthan gum lên tính ổn định của sữa hạt điều

Xanthan gum (E415) là một chất keo thực phẩm, dễ tan trong nước, bền ở khoảng pH rộng (2,5-11), dung dịch có độ nhớt rất cao ở tốc độ trượt thấp và độ nhớt giảm nhanh khi có tốc độ trượt tăng cao [6]. Nhờ các tính chất này, xanthan gum được sử dụng rộng rãi trong sản xuất nước giải khát để ổn định các sản phẩm ở dạng huyền phù mà không làm ảnh hưởng đáng kể lên tính chảy cũng như đặc tính cảm quan của sản phẩm.

Ảnh hưởng của nồng độ xanthan gum lên tính ổn định (dựa trên RSD) và độ nhớt của sữa hạt điều được mô tả ở Bảng 2. Kết quả phân tích phương sai (Anova) trên số liệu RSD và độ nhớt đều cho thấy trị số $p < 0,05$, có nghĩa là nồng độ xanthan gum ảnh hưởng ý nghĩa lên cả tính ổn định và độ nhớt sản phẩm. Theo đó, khi tăng nồng độ xanthan gum thì RSD giảm (tương ứng tính ổn định tăng) và độ nhớt của sữa hạt điều tăng.

Bảng 2. Sự thay đổi của RSD và độ nhớt sữa hạt điều theo nồng độ xanthan gum

Nồng độ xanthan gum (%, g/100 mL)	RSD		Độ nhớt (mPa.s)	
	Trung bình	SD	Trung bình	SD
0%	0,831 ^a	0,013	1,112 ^a	0,010
0,1%	0,121 ^b	0,003	2,393 ^b	0,045
0,2%	0,022 ^c	0,005	3,683 ^c	0,023
0,3%	0,012 ^d	0,003	4,347 ^d	0,021
0,4%	0,012 ^d	0,004	6,657 ^e	0,025

Các giá trị trung bình trong cùng một cột được đánh dấu bằng các ký tự khác nhau (a-e) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (kiểm định LSD, $p < 0,05$).

Cụ thể, mẫu đối chứng có RSD cao nhất (0,831) nên có tính ổn định thấp nhất. Giá trị RSD giảm dần từ 0,121 đến 0,012 ở các mẫu có bổ sung xanthan gum (0,1-0,4% g/100 mL). Kết quả kiểm định LSD cho thấy không có sự khác biệt về RSD ở nồng độ 0,3% (g/100 mL) và 0,4% (g/100 mL) với $p < 0,05$. Ở 2 nồng độ này sữa hạt điều có tính ổn định tương đương với các nhãn hiệu sữa hạt trên thị trường với RSD nằm trong khoảng 0,0142-0,0471. Ngược lại, với RSD, độ nhớt của sữa hạt điều tăng dần theo nồng độ xanthan gum bổ sung. Mức nồng độ 0,3% (g/100 mL) và 0,4% (g/100 mL) tuy có tính ổn định (theo RSD) không khác biệt ý nghĩa, nhưng độ nhớt lại khác biệt có ý nghĩa (LSD, $p > 0,05$) với giá trị độ nhớt lần lượt là 4,347 (mPa.s) và 6,657 (mPa.s). Từ các kết quả trên có thể thấy rằng, tính ổn định của sữa hạt điều khó đạt được khi không bổ sung chất phụ gia thực phẩm.

Độ nhớt của sữa hạt điều tăng dần theo nồng độ xanthan gum bổ sung. Xanthan gum làm tăng độ nhớt của pha liên tục, giúp làm chậm lại sự tách pha. Tuy nhiên, độ nhớt tăng quá cao sẽ ảnh hưởng đến thị hiếu của khách hàng do tính chảy của sản phẩm giảm vốn không phù hợp với nước giải khát [6]. Bổ sung xanthan gum ở nồng độ 0,4% (g/100 mL) làm độ nhớt của sản phẩm (6,66 mPa.s) tăng khá cao so với các nhãn hiệu sữa trên thị trường (cao nhất 5,76 mPa.s; Bảng 1). Trong khi đó, sữa hạt điều ở nồng độ xanthan gum 0,3% (g/100 mL) có tính ổn định tương đương với ở nồng độ 0,4% (g/100 mL) nhưng lại có độ nhớt nhỏ hơn mức cao nhất của các nhãn hiệu trên thị trường. Vì vậy, nồng độ xanthan gum ở mức 0,3% (g/100 mL) được chọn để tiến hành cách thí nghiệm tiếp theo.

3.3. Ảnh hưởng của nồng độ GMS lên tính ổn định của sữa hạt điều

Nhờ có hoạt tính bề mặt nên GMS được ứng dụng rộng rãi để ổn định các hệ nhũ tương thực phẩm. Theo đó, khi mật độ phân tử GMS hấp phụ lên bề mặt liên pha đủ lớn sẽ hình thành nên một màng cơ học, lớp màng này giúp ngăn ngừa pha phân tán của nhũ tương kết chùm và tách lớp [7]. Ở nghiên cứu này GMS, được ứng dụng để nâng cao tính ổn định của sữa hạt điều ở 5 mức nồng độ (0,1-0,5%, g/100 mL). Tính ổn định của sữa hạt điều được đánh giá dựa trên giá trị RSD được tính theo hàm lượng béo; RSD càng nhỏ thì tính ổn định của hệ nhũ càng cao. Ngoài ra, độ nhớt của sản phẩm cũng được đo lường để có thêm căn cứ lựa chọn mức nồng độ phụ gia phù hợp. Ảnh hưởng của nồng độ GMS lên RSD và độ nhớt được mô tả ở Bảng 3. Kết quả phân tích phương sai (Anova) cho thấy nồng độ GMS ảnh hưởng có ý nghĩa lên cả RSD và độ nhớt của sữa hạt điều với trị số $p < 0,05$.

Bảng 3. Sự thay đổi của RSD và độ nhớt của sữa hạt điều theo nồng độ GMS

Nồng độ GMS (%, g/100 mL)	RSD		Độ nhớt (mPa.s)	
	Trung bình	SD	Trung bình	SD
0%	0,300 ^a	0,070	1,123 ^a	0,015
0,1%	0,040 ^b	0,006	4,543 ^b	0,021
0,2%	0,020 ^c	0,006	4,827 ^c	0,055
0,3%	0,011 ^d	0,002	5,327 ^d	0,076
0,4%	0,009 ^d	0,003	5,387 ^d	0,047
0,5%	0,009 ^d	0,002	5,407 ^d	0,047

Các giá trị trung bình trong cùng một cột được đánh dấu bằng các ký tự khác nhau (a-e) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (kiểm định LSD, $p < 0,05$).

Kết quả phân tích phương sai (ANOVA) cho thấy có sự khác biệt ý nghĩa về giá trị RSD ở ít nhất 2 mức nồng độ với $p < 0,05$. Cụ thể, kết quả kiểm định LSD (có trị số $p < 0,05$) cho thấy các mẫu có bổ sung GMS đều cho RSD nhỏ hơn ý nghĩa so với mẫu đối chứng. RSD giảm từ

0,040 xuống 0,009 khi nồng độ phụ gia tăng từ 0,1% (g/100 mL) đến 0,4% (g/100 mL); khi nồng độ tăng lên 0,5% (g/100 mL) giá trị RSD không thay đổi ý nghĩa (kiểm định LSD có $p > 0,05$).

Ngược lại với quy luật biến thiên của RSD, độ nhớt của sữa hạt điều có xu hướng tăng theo nồng độ GMS. Mẫu đối chứng có độ nhớt thấp hơn 4-5 lần so với các mẫu có bổ sung GMS. Độ nhớt của sữa hạt điều có bổ sung GMS biến thiên trong khoảng 4,543-5,407 mPa.s. So với xanthan gum, việc bổ sung GMS không làm độ nhớt của sữa điều tăng cao so với độ nhớt của các nhãn hiệu sữa hạt trên thị trường (2,67-5,76 mPa.s). Độ nhớt tăng ý nghĩa khi nồng độ GMS tăng từ 0,1% (g/100 mL) đến 0,3% (g/100 mL). Ở các mức nồng độ 0,3%-0,5% (g/100 mL) độ nhớt không thay đổi ý nghĩa với kiểm định LSD có trị số $p > 0,05$.

Khi được bổ sung vào hệ nhũ với mật độ đủ lớn, chất nhũ hóa hấp phụ lên bề mặt liên pha và tạo thành một lớp màng cơ học bao xung quanh các giọt béo, lớp màng này có tác dụng ngăn ngừa hiện tượng kết chùm của các giọt béo vốn là khởi đầu của sự mất ổn định. Nồng độ GMS ở 0,3% (g/100 mL) có thể đã cung cấp đủ lượng phân tử GMS để tạo màng cơ học bao quanh các giọt béo; việc cung cấp thêm lượng phân tử GMS bằng cách tăng nồng độ lên 0,4% (g/100 mL) không làm thay đổi đáng kể tính ổn định [8]. Khi hấp phụ lên bề mặt liên pha, các phân tử GMS ở các giọt béo lân cận có thể tương tác với nhau, sự tương tác này làm tăng ma sát giữa các lớp chất lỏng nên làm tăng độ nhớt [9, 10].

Do tính ổn định bắt đầu không thay đổi có ý nghĩa thống kê ở nồng độ GMS 0,3% (g/100 mL) nên nồng độ này được chọn cố định để tiến hành các thí nghiệm tiếp theo.

3.4. Ảnh hưởng của áp suất đồng hóa lên tính ổn định của sữa hạt điều

Đồng hóa giúp làm giảm kích thước giọt béo trong nhũ tương. Đồng hóa áp suất cao thường được thực hiện qua 2 cấp, trong đó, cấp 1 (áp suất P1) có tác dụng làm giảm kích thước các giọt béo lớn thành các giọt béo nhỏ hơn. Tuy nhiên, các giọt béo nhỏ vẫn dính chùm với nhau; cấp 2 (áp suất P2) được áp dụng để phân tách các giọt béo dính chùm ra và phân tán chúng vào pha liên tục. Đối với các sản phẩm sữa lỏng, áp suất đồng hóa tổng của 2 cấp thường được nằm trong khoảng 100-200 bar. Tỷ lệ P2/P1 trung bình bằng 0,2 được báo cáo là cho hiệu quả cao trong sản xuất sữa bò [11]. Bảng 4 mô tả kết quả khảo sát ảnh hưởng của áp suất đồng hóa lên RSD và độ nhớt của nhũ tương sữa hạt điều. Trong đó, RSD đại diện cho tính ổn định và được tính toán dựa trên hàm lượng béo của mẫu ở các chế độ đồng hóa khác nhau.

Bảng 4. Sự thay đổi của RSD và độ nhớt sữa hạt điều theo áp suất đồng hóa

Áp lực đồng hóa (bar)	RSD		Độ nhớt (mPa.s)	
	Trung bình	SD	Trung bình	SD
175-75	0,036 ^a	0,005	4,367 ^a	0,051
200-50	0,011 ^b	0,004	5,340 ^b	0,075
225-25	0,023 ^c	0,002	4,747 ^c	0,051

Các giá trị trung bình trong cùng một cột được đánh dấu bằng các ký tự khác nhau (a-e) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (kiểm định LSD, $p < 0,05$).

Kết quả thực nghiệm cho thấy sự thay đổi áp suất đồng hóa giữa 2 cấp ảnh hưởng có ý nghĩa lên tính ổn định và độ nhớt của sữa hạt điều. Cụ thể, kết quả phân tích phương sai (ANOVA) và kiểm định LSD trên số liệu RSD và độ nhớt đều có trị số $p < 0,05$. Khi được đồng hóa ở 3 chế độ khác nhau, giá trị RSD biến thiên trong khoảng 0,023-0,036 và độ nhớt biến thiên trong khoảng 4,367-5,340 mPa.s. Ở chế độ đồng hóa 200-50 bar, RSD nhỏ nhất bằng 0,011 (tương ứng tính ổn định đạt cao nhất) và độ nhớt đạt cao nhất bằng 5,340 mPa.s.

Sự thay đổi độ nhớt có liên quan đến hiện tượng giảm kích thước và sự tăng mật độ của các giọt béo trong pha liên tục [12]. Theo đó, kích thước giọt béo càng giảm và mật độ của chúng càng tăng thì độ nhớt của nhũ tương có xu hướng tăng. Như vậy ở nghiên cứu này, chế độ đồng hóa 200-50 bar là phù hợp nhất để ổn định hệ nhũ tương của sữa điều.

3.5. Thành phần hóa học của sữa hạt điều

Bảng 5 trình bày thành phần hóa học của sữa hạt điều thành phẩm được sản xuất với 0,3% (g/100 mL) xanthan gum, 0,3% (g/100 mL) GMS và chế độ đồng hóa 200-50 bar. Dựa vào thông tin được công bố trên bao bì, các nhãn hiệu sữa hạt trên thị trường có hàm lượng protein trong khoảng 1,9-3,2 g/100 mL, hàm lượng béo trong khoảng 1-3,6 g/100 mL, hàm lượng carbohydrate trong khoảng 6-10 g/100 mL. Như vậy, sữa hạt điều có hàm lượng béo và carbohydrate cùng nằm trong khoảng biến thiên với các sản phẩm này, nhưng hàm lượng protein lại thấp hơn. Sữa hạt điều có tỷ trọng bằng 1,0537 ở 20 °C, tương đương với các loại sữa bò tươi trên thị trường có tỷ trọng tối thiểu bằng 1,026 (theo TCVN 5860:2007).

Bảng 5. Thành phần hóa học của sữa hạt điều

Thành phần	Đơn vị tính	Hàm lượng
Hàm lượng protein	g/100 mL	1,42 ± 0,131
Hàm lượng béo	g/100 mL	3,31 ± 0,16
Hàm lượng cacbohydrate	g/100 mL	8,21 ± 0,11
Hàm lượng chất khô	g/100 mL	12,80 ± 0,30
Hàm lượng acid	g/100 mL	0,69 ± 0,05
Hàm lượng đường tổng	g/100 mL	7,50 ± 0,10

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã tìm ra giải pháp nâng cao tính ổn định cho sản phẩm sữa hạt điều bằng phụ gia thực phẩm và đồng hóa áp suất cao. Ở nồng độ xanthan gum 0,3% (g/100 mL) và nồng độ GMS 0,3% (g/100 mL), chế độ đồng hóa 200-50 bar, sản phẩm có tính ổn định cao với RSD tính theo hàm lượng béo bằng 0,011 và RSD tính theo hàm lượng chất khô bằng 0,012; kết quả này tương đương với kết quả khảo sát tính ổn định của một số nhãn hiệu sữa hạt trên thị trường có RSD trong khoảng 0,0126-0,0471.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Rico R., Bulló M., Salas-Salvadó J. - Nutritional composition of raw fresh cashew (*Anacardium occidentale* L.) kernels from different origin, *Food Science Nutrition* **4** (2) (2016) 329–338.
2. Floury J., Belletre J., Legrand J., & Desrumaux A. - Analysis of a new type of high pressure homogeniser. A study of the flow pattern, *Chemical Engineering Science* **59** (4) (2004) 843–853.
3. Dipjyoti Saha and Suvendu Bhattacharya - Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review, *Journal of Food Science and Technology* **47** (6) (2010) 587–597.
4. Gerard L. Hasenhuettl and Richard W. Hartel - Food emulsifiers and their applications, Second edition, Springer Science, USA (2008) 195–224.

5. Hinds MJ, Beuchat LR, Chinnan MS - Effects of homogenization pressure and stabilizers on some physical characteristics of a beverage prepared from partially defatted, roasted peanut, *Plant Foods for Human Nutrition* **50** (4) (1997) 269–77.
6. Paul Paquin - Functional and speciality beverage technology, First edition, Woodhead Publishing, USA (2009) 3-38.
7. Carrera Sánchez C and Rodríguez Patino JM - Surface shear rheology of WPI-monglyceride mixed films spread at the airwater interface, *Colloids Surface B: Biointerfaces* **36** (1) (2004) 57–69.
8. Shaozong Wu, Geng Wang, Zhang Lu, Yan Li, Xilong Zhou, Lintianxiang Chen, Jialu Cao, Liebing Zhang - Effects of glycerol monostearate and Tween 80 on the physical properties and stability of recombined low-fat dairy cream, *Dairy Science* **96** (3) (2016) 377–390.
9. Like Mao, Sonia Calligaris, Luisa Barba, Song Miao - Monoglyceride self-assembled structure in O/W emulsion: formation, characterization and its effect on emulsion properties, *Food Research International* **58** (2014) 81–88.
10. Alejandro G. Marangoni, Stefan H. J. Idziak, Cesar Vega, Heidi Batte, Michel Ollivon, Pamela S. Jantzi and James W. E. Rush - Encapsulation-structuring of edible oil attenuates acute elevation of blood lipids and insulin in humans, *Soft Matter* **3** (2) (2007) 183–187.
11. Bylund, G - Dairy processing handbook, First edition, 1995: Tetra Pak Processing Systems AB, Sweden (1995) 115–122.
12. Ratjika Chanamai and David Julian McClements - Dependence of creaming and rheology of monodisperse oil-in-water emulsions on droplet size and concentration, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* **172** (1-3) (2000) 79–86.

ABSTRACT

IMPROVING STABILITY OF CASHEW NUT MILK BY USING FOOD ADDITIVES AND HIGH PRESSURE HOMOGENISATION

Mac Xuan Hoa*, Nguyen Thi Thao Minh
Ho Chi Minh City University of Food Industry
*Email: hoamx@cntp.edu.vn

The trend of consuming nut milk is strongly growing in Vietnam, and cashew nut milk becomes a potential new product. However, the suspension system and emulsion of cashew nut milk are unstable, leading to phase separation and influence on the acceptance of consumers. This research was carried out to find solutions to improve the stability of product with food additives and high pressure homogenization. Homogenization was investigated at 2 stages with a total pressure of 250 bar. Xanthan gum (E415) and glycerol monostearate (E471, GMS) were used. The effects of additive concentration and pressure on stability and viscosity of milk were investigated. The experimental results showed that both additive concentration and pressure significantly influenced the stability of milk ($p < 0.05$). Xanthan gum concentration 0.3% (g/100 mL), GMS concentration of 0.3% (g/100 mL) and homogenization condition of 200-50 bar (1st stage pressure - secondary stage pressure) were the best condition for stabilizing cashew nut milk.

Keywords: Nut milk, stability, xanthan gum, glycerol monostearate (GMS), two-stage high pressure homogenization.