

DOI:10.22144/ctu.jvn.2017.161

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG SỬ DỤNG HỢP CHẤT MÀNG CẦU BÉO SỮA TRONG CHẾ BIẾN SỮA CHUA

Phan Thị Thanh Quế¹, Võ Thị Vân Tâm¹, Tống Thị Ánh Ngọc¹ và Koen Dewettinck²

¹Khoa Nông Nghiệp và Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ

²Bộ môn Chất lượng và An toàn thực phẩm, Trường Đại học Ghent

ABSTRACT

Milk contains as little as 2 g/L of milk fat globule membrane. However, this material received much attention in recent years due to both its health-beneficial properties and technological functionalities. The aim of this study was to evaluate the potential of using milk fat globule membrane fragments in the production of yoghurt. The influence of skim milk powder with a total solids content of 12-15%, and the supplementation of Lacprodan®PL-20 (0-4%) instead of skim milk powder, on the physical properties of yoghurt (i.e. firmness and water-holding capacity) was studied. In addition, the total polar lipids content and the milk fat globule membrane proteins in yoghurt with Lacprodan®PL-20 addition were analysed. It was found that the firmness and the water-holding capacity of yoghurt were improved when the total solids content in skim milk increased from 12 to 15%, whereas the fermentation time was prolonged. Replacing 3% of solids of skim milk by Lacprodan®PL-20, increased the water-holding capacity. Replacing 3% of solids of skim milk by Lacprodan®PL-20 resulted in an increased of water-holding capacity (85.23%). Besides, based on densitometry, by adding 3% Lacprodan®PL-20, the band intensities of XO, CD36, BTN, PAS 6/7 and ADPH in yoghurt was more abundant than in yoghurt without adding Lacprodan®PL-20. The total polar lipids of this yoghurt was also high (0.24%). These results indicated the Lacprodan®PL-20 is highly potential for being incorporated in yoghurt product. It not only provides beneficial nutritional properties, but also contributes to the technological properties of the product, such as improved water-holding capacity.

TÓM TẮT

Sữa tươi chứa ít vật chất từ màng cầu béo sữa, chỉ khoảng 2 g/L. Tuy nhiên, vật chất này thu hút nhiều sự chú ý trong những năm gần đây do những tính chất có lợi cho sức khỏe và những đặc tính công nghệ. Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá khả năng sử dụng màng cầu béo sữa trong chế biến sữa chua. Ảnh hưởng của hàm lượng bột sữa gầy sử dụng để chuẩn hóa hàm lượng chất khô thay đổi từ 12-15% và hàm lượng Lacprodan®PL-20 bổ sung thay thế bột sữa gầy từ 0-4% đến các tính chất vật lý của sữa chua như độ cứng và khả năng giữ nước của sản phẩm được khảo sát. Bên cạnh đó, hàm lượng lipid phân cực và protein màng cầu béo trong các mẫu sữa chua có bổ sung Lacprodan®PL-20 cũng được phân tích. Kết quả nghiên cứu cho thấy khi tăng hàm lượng chất khô trong dịch sữa từ 12 đến 15% giúp cải thiện độ cứng và khả năng giữ nước của sản phẩm, tuy nhiên thời gian lên men kéo dài. Bổ sung 3% Lacprodan®PL-20 thay thế sữa bột gầy vào sữa chua giúp cải thiện khả năng giữ nước cho sản phẩm (85,23%). Bên cạnh đó, hàm lượng lipid phân cực tổng số cao (0,24%) và mức độ bắt màu các băng XO, CD36, BTN, PAS 6/7, ADPH ở giếng bổ sung 3% Lacprodan®PL-20 đậm hơn so với mẫu không bổ sung Lacprodan®PL-20. Các kết quả trên cho thấy Lacprodan®PL-20 rất có tiềm năng để tích hợp vào sản phẩm sữa chua, ngoài tác dụng cung cấp các cấu phần có lợi cho sức khỏe, nó còn giúp cải thiện khả năng giữ nước của sản phẩm.

Trích dẫn: Phan Thị Thanh Quế, Võ Thị Vân Tâm, Tống Thị Ánh Ngọc và Koen Dewettinck, 2017. Nghiên cứu khả năng sử dụng hợp chất màng cầu béo sữa trong chế biến sữa chua. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 53b: 88-96.

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Sữa chua là sản phẩm được biết nhiều nhất trong tất cả các sản phẩm sữa lên men và được sử dụng phổ biến khắp nơi trên thế giới. Sữa chua được làm từ nhiều nguồn nguyên liệu khác nhau nhưng sữa chua lên men từ sữa bò vẫn tạo được hương vị thơm ngon đặc trưng, được người tiêu dùng ưa chuộng.

Trong sữa bò, chất béo tồn tại ở dạng các hạt giọt cầu béo với đường kính trong khoảng từ 0,1 – 15µm (Walstra *et al.*, 2006). Những giọt cầu béo được bao bọc bởi một lớp màng mỏng được gọi là màng cầu béo sữa. Thành phần cấu tạo chủ yếu của màng cầu béo sữa là protein màng, chiếm đến 70% và lipid phân cực (bao gồm phospholipids và sphingolipids), chiếm đến 25% khối lượng chất khô. Đây là hai thành phần quan trọng có hoạt tính sinh học cao. Ngoài chức năng sinh học, protein màng cầu béo và các lipid phân cực trong màng cầu béo có thể được coi là tác nhân nhũ hóa tự nhiên do tính chất lưỡng cực gồm đuôi kỵ nước và đầu ưa nước giúp giải quyết vấn đề về sự đồng nhất trong các sản phẩm nhũ tương (Walstra *et al.*, 2006).

Sữa tươi chứa rất ít màng cầu béo sữa, chỉ khoảng 2g/L. Để sản xuất ra loại sữa giàu màng cầu béo, vật chất màng cầu béo sữa có thể chiết tách từ sữa tươi hoặc các sản phẩm phụ từ quá trình sản xuất sữa như sữa bơ, serum bơ hoặc sữa whey (tách ra từ quá trình sản xuất pho mát). Sữa bơ thu được từ quá trình đánh kem để sản xuất bơ. Khi bơ được làm nóng chảy và ly tâm sẽ thu được chất béo sữa khan và serum bơ. Sữa whey thu được từ sữa bơ sau khi đông tụ và tách các misen casein trong quá trình sản xuất pho mát. Hai phương pháp thường được áp dụng để cô đặc vật chất màng: (i) phương pháp tách-rửa áp dụng cho sữa tươi và phương pháp vi lọc tiếp tuyến áp dụng cho các phụ phẩm sản xuất như sữa bơ, serum bơ hoặc sữa whey (Le *et al.*, 2009). Bên cạnh các sản phẩm phụ từ quá trình sản xuất sữa, Lacprodan®PL-20 (Arla Foods Ingredients Group P/S, Viby, Denmark) là loại sữa công thức giàu lipid phân cực và protein màng, nó có thể sử dụng như là thành phần bổ sung để chế biến các loại thực phẩm chức năng giúp con người tăng cường sức khỏe, chống lại bệnh tật (Burling and Graverholt, 2008).

Ngày nay, sự nhận biết của người tiêu dùng về mối quan hệ giữa ảnh hưởng của việc tiêu thụ nhiều chất béo no và cải thiện sức khỏe. Người tiêu dùng thường có xu hướng thích sữa gầy và các sản phẩm sữa, cụ thể là các sản phẩm sữa chua có hàm lượng chất béo thấp thay thế cho sữa và các sản phẩm sữa nguyên kem. Sự tích hợp vật chất màng

cầu béo bằng cách bổ sung màng cầu béo sữa thương mại Lacprodan®PL-20 vào sản phẩm sữa chua có hàm lượng chất béo thấp giúp tăng mức tiêu thụ những lipid phân cực và protein có lợi từ màng cầu béo là điều cần thiết.

2 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Phương tiện nghiên cứu

Địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại phòng thí nghiệm Bộ môn Công nghệ thực phẩm – Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ.

Riêng lipid phân cực và protein màng cầu béo sữa được phân tích tại phòng thí nghiệm kỹ thuật thực phẩm, Khoa Khoa học Kỹ thuật Thực phẩm, trường Đại học Ghent, Vương quốc Bỉ.

Nguyên vật liệu thí nghiệm

Sữa tiệt trùng TH True Milk nguyên chất được mua tại cửa hàng TH True Milk, Thành phố Cần Thơ.

Sữa bột tách béo sản xuất tại công ty Darigold (Mỹ).

Sữa bột giàu màng cầu béo Lacprodan®PL-20 là sản phẩm sữa bột sấy phun giàu phospholipids nguồn gốc tự nhiên (tối thiểu 16%) và protein sữa (55%) được sản xuất bởi tập đoàn Arla Foods Ingredients – Đan Mạch.

Sữa đặc có đường Vinamilk mua tại siêu thị Co.op Mart, Cần Thơ.

Giống vi khuẩn lactic thương mại YC381 (Thermophillic yoghurt culture) gồm hệ vi khuẩn *Lactobacillus bulgaricus* và *Streptococcus thermophilus*. Sản phẩm của công ty CHR HANSEN (Đan Mạch).

2.2 Phương pháp thí nghiệm

2.2.1 Quy trình chế biến sữa chua

Sữa tươi nguyên liệu phối chế với 10% sữa đặc có đường, sau khi sử dụng sữa bột gầy để hiệu chỉnh hàm lượng chất khô không béo thay đổi từ 12% đến 15% như bố trí ở nội dung b. Sau đó, dịch sữa được thanh trùng ở nhiệt độ 85°C trong 30 phút (Tamime and Robinson, 1999), làm nguội dịch sữa đến nhiệt độ 40-43°C; bổ sung 0,006% men giống vi khuẩn lactic đã được hoạt hóa vào dịch sữa, thực hiện quá trình lên men (ủ) ở nhiệt độ 40-43°C; trong quá trình lên men, theo dõi sự thay đổi pH dịch lên men đến khi pH đạt 4,6 thì kết thúc quá trình lên men (Le *et al.*, 2011). Sản phẩm được làm lạnh nhanh đến nhiệt độ 2-4°C và bảo quản sản

phẩm ở nhiệt độ này trong thời gian khoảng 24h trước khi phân tích các chỉ tiêu chất lượng sản phẩm.

2.2.2 Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm trong phòng được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với 1 nhân tố, 3 lần lặp lại. Thông số tối ưu của thí nghiệm trước được sử dụng cho thí nghiệm sau.

a. Phân tích thành phần hóa lý nguyên liệu

Các loại sữa nguyên liệu (sữa tươi, sữa đặc có đường, sữa bột gầy và sữa bột màng cầu béo thương mại Lacprodan®PL-20) được xác định thành phần giá trị dinh dưỡng (như hàm lượng chất khô, protein tổng số, chất béo tổng số). Trong đó, hàm lượng chất khô được xác định bằng phương pháp sấy ở 105°C đến khối lượng không đổi (IDF, 2004); hàm lượng protein tổng số xác định bằng phương pháp Kjeldahl (IDF, 1993); hàm lượng chất béo tổng số xác định bằng phương pháp Rose – Gottlier (IDF, 1986).

Thành phần các chất có hoạt tính sinh học bao gồm protein màng được xác định bằng phương pháp điện di dùng polyacrylamide gel với sodium dodecyl sulphate SDS-PAGE và nhuộm màu bằng Coomassive Xanh (Phan *et al.*, 2013); lipid phân cực được chiết tách và phân tích bằng HPLC với đầu dò ELSD (Le, Miocinovic *et al.*, 2011).

b. Ảnh hưởng hàm lượng chất khô không béo trong dịch sữa trước khi lên men đến thời gian lên men, độ cứng và khả năng giữ nước của sản phẩm

Sữa bò tươi có hàm lượng chất khô không béo rất thấp so với yêu cầu để giúp sản phẩm sữa chua đông tụ. Vì thế, nhằm mục đích xác định hàm lượng chất khô trong dịch sữa phù hợp cho quá trình lên men sữa chua, tạo ra sản phẩm cấu trúc tốt, sữa đặc và sữa bột gầy được kết hợp để chuẩn hóa hàm lượng chất khô dịch sữa. Trong khi sữa bột gầy là nguồn cung cấp một lượng chất khô đáng kể với hàm lượng casein cũng như whey protein cao (Dewettinck *et al.*, 2008), những thành phần quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng gel của sữa chua thì sữa đặc cũng có hàm lượng chất khô cao cùng với hàm lượng đường cao có thể giúp điều vị cho sản phẩm. Tuy nhiên, sữa đặc có đường không được bổ sung quá 11%, do khi hàm lượng đường quá cao làm ức chế sự sinh trưởng của vi khuẩn lactic (Tamime and Robinson, 1999). Vì thế, thí nghiệm tiến hành hiệu chỉnh hàm lượng chất khô không béo bằng sữa bột gầy để đạt đến nồng độ chất khô không béo lần lượt là 12%, 13%, 14%, 15%.

Chỉ tiêu theo dõi: Sự thay đổi pH sản phẩm theo thời gian lên men, sử dụng pH kế đo trực tiếp

trên khối đông sữa chua. Độ cứng, dùng máy đo cấu trúc Rheotex, đầu đo hình trụ, đường kính 20 mm, cố định khoảng cách đâm vào mẫu là 4 mm (dựa theo phương pháp của Le *et al.*, 2011) và khả năng giữ nước của sản phẩm, sử dụng máy ly tâm Sigma 4K15 centrifuge (Startorius AG, Göttingen, Germany) ly tâm 25 g sữa chua với tốc độ 5000 rpm, 5°C trong 25 phút (Sodini *et al.*, 2006).

c. Ảnh hưởng hàm lượng Lacprodan®PL-20 bổ sung thay thế sữa bột gầy đến thành phần lipid phân cực, protein màng, độ cứng và khả năng giữ nước của sản phẩm

Lacprodan®PL-20 là sản phẩm sữa bột thương mại giàu protein màng cầu béo và lipid phân cực được khảo sát bổ sung thay thế một phần sữa bột gầy giúp tăng hàm lượng lipid phân cực, protein màng và cải thiện cấu trúc của sản phẩm.

Thí nghiệm bố trí với hàm lượng sữa bột Lacprodan®PL-20 thay thế sữa bột gầy lần lượt ở các tỷ lệ khác nhau: 0, 1, 2, 3 và 4%.

Chỉ tiêu theo dõi: Sự thay đổi pH sản phẩm theo thời gian lên men, độ cứng và khả năng giữ nước của sản phẩm được xác định theo phương pháp như đã trình bày trong thí nghiệm 1 (mục b); hàm lượng lipid phân cực tổng số và tỷ lệ lipid phân cực thành phần, thành phần protein màng cầu béo trong sản phẩm xác định như đã trình bày trong mục a.

2.2.3 Phương pháp xử lý số liệu

Kết quả được xử lý theo phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) và kiểm định LSD để kết luận về sự sai khác giữa trung bình các nghiệm thức bằng chương trình STATGRAPHICS Centurion XV.I. Đồ thị được xây dựng bằng chương trình Microsoft Excel 2007.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Kết quả phân tích thành phần sữa nguyên liệu

Kết quả phân tích thành phần sữa nguyên liệu được trình bày ở Bảng 1 cho thấy sữa tươi cung cấp một lượng protein đáng kể (> 3%). Tuy nhiên, sữa tươi lại chứa hàm lượng chất khô không béo khá thấp (8,27%) chưa đạt yêu cầu về tổng hàm lượng chất khô tối ưu cho quá trình lên men trong sản xuất sữa chua (12÷15%) (Tamime and Robinson, 1999).

Sữa đặc có đường là thành phần có hàm lượng chất khô cao (72,4%), vì thế có thể bổ sung sữa đặc để tăng hàm lượng chất khô của dịch sữa trước khi tiến hành lên men. Tuy nhiên, sữa đặc lại có hàm lượng đường cao (chủ yếu là đường sucrose), điều này có thể làm ngăn cản sự phát triển của vi khuẩn

lactic khi bổ sung ở lượng lớn (>11%) (Tamime and Robinson, 1999). Vì vậy, sữa bột gầy có thể

phối hợp sử dụng cùng với sữa đặc để gia tăng hàm lượng chất khô cho dịch sữa trước khi lên men.

Bảng 1: Thành phần giá trị dinh dưỡng của sữa nguyên liệu (% CBU)

Loại sữa nguyên liệu	Protein	Lipid	Lipid phân cực tổng số	Carbohydrate	Chất khô không béo	Chất khô
Sữa tươi	3,36 ^d	3,36 ^c	0,20 ^b	4,51 ^d	8,27 ^d	11,63 ^c
Sữa đặc có đường	4,80 ^c	15,46 ^b	-	51,40 ^b	56,94 ^c	72,40 ^b
Sữa bột gầy	32,20 ^b	0,80 ^d	0,11 ^c	54,09 ^a	94,88 ^a	95,68 ^a
Lacprodan®PL-20	50,34 ^a	29,98 ^a	23,10 ^a	9,84 ^c	66,42 ^b	96,40 ^a

Ghi chú: Giá trị trung bình trong cùng một cột có các chữ cái khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%

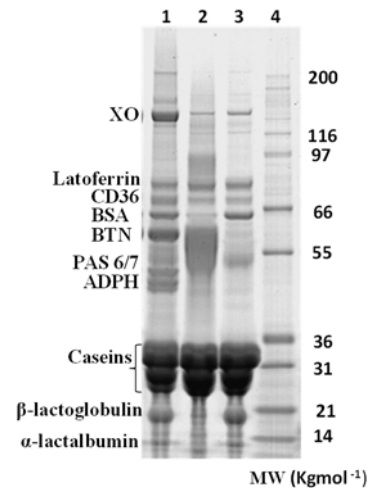
(-): Nồng độ quá thấp, không phát hiện

Sữa bột gầy là loại nguyên liệu có hàm lượng chất khô rất cao (95,68%), giàu protein (32,2%) và carbohydrate, chủ yếu là đường lactose (54,09%). Chính vì những đặc tính trên, sữa bột gầy là thành phần thường được thêm vào dịch sữa để tăng làm lượng chất khô trước khi lên men để sản xuất sản phẩm sữa chua ít béo (Harte *et al.*, 2003). Tuy nhiên, vì sữa bột gầy là sản phẩm tách béo nên hàm lượng màng cầu béo sữa – thành phần chứa nhiều hợp chất có hoạt tính sinh học cao như lipid phân cực và protein màng của sữa bột gầy cũng bị mất đi đáng kể (Le *et al.*, 2011). Do đó, tổng hàm lượng lipid phân cực trong sữa bột gầy rất thấp (0,11%). Ngược lại, Lacprodan®PL-20 là sản phẩm sữa bột thương mại giàu protein (50,34%) và lipid phân cực (23,10%), có thể sử dụng như nguồn nguyên liệu thay thế một phần sữa bột gầy trong quá trình chế biến sữa chua giúp tăng hàm lượng lipid phân cực và protein màng, đây là 2 thành phần có giá trị sinh học cao. Bên cạnh đó, Lacprodan®PL-20 là tác nhân nhũ hóa tự nhiên, giúp cải thiện khả năng giữ nước cho sản phẩm.

Dựa trên phân tách điện di dùng polyacrylamide gel với sodium dodecyl sulphate (SDS-PAGE) và nhuộm màu bằng Coomassie Xanh (Hình 1) cho thấy protein có thể được tách thành các dải chính, bao gồm xanthine dehydrogenase/oxidase (XO), lactoferrin, cluster of differentiation 36 (CD36), bovine serum albumin (BSA), butyrophilin (BTN), periodic acid schiff 6/7 (PAS6/7), adiophilin (ADPH), caseins, β -lactoglobulin, α -lactalbumin.

Phần protein sữa gồm có một lượng lớn casein và whey protein (β -lactoglobulin, α -lactalbumin, lactoferrin, và BSA). Casein được chia thành 4 nhóm (α_{s1} , α_{s2} , β - và κ -CN) chiếm gần 80% protein, đồng tụ ở pH 4,6 và bền nhiệt (Lucey, 2002). Đây là thành phần quan trọng đối với sự hình thành mạng lưới gel của sữa chua. Bên cạnh đó, casein còn có khả năng kết hợp với calci dưới hình thức các muối calcium phosphate, do đó

casein còn là nguồn cung cấp calci cho người tiêu dùng (Holt, 1992). Hình 1 cho thấy mức độ bắt màu casein trong 3 mẫu sữa là tương tự nhau. Ngược lại, whey protein là thành phần có giá trị dinh dưỡng và giá trị sinh học rất cao (Sigrid *et al.*, 2015). Ngoài ra, whey protein còn giúp tăng độ rắn chắc và độ nhớt trong quá trình sản xuất sữa chua (Lucey *et al.*, 1997). Tuy nhiên, mức độ bắt màu các loại whey protein (gồm β -lactoglobulin, α -lactalbumin, và BSA) rất thấp, điều đó chứng tỏ rằng protein trong sữa bột gầy chủ yếu là casein.



Hình 1: Kết quả phân tách điện di protein màng cầu béo các loại nguyên liệu sữa

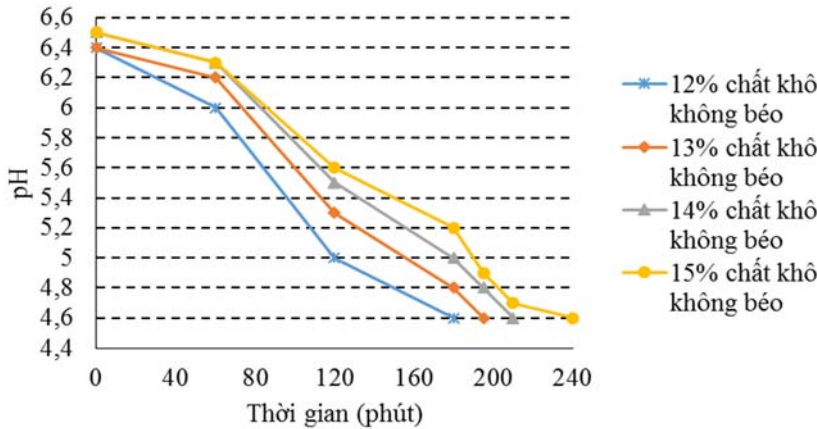
Chú thích: giếng 1-Lacprodan®PL-20; giếng 2-sữa bột gầy; giếng 3-sữa tươi; giếng 4-chỉ thị khối lượng phân tử protein chuẩn (Mark 12)

Dựa vào mức độ bắt màu các băng protein màng cầu béo (XO, CD36, BTN, PAS 6/7, ADPH) trong 3 mẫu sữa Lacprodan®PL-20, sữa bột gầy và sữa tươi tương ứng với giếng 1, 2 và 3 (Hình 1) cho thấy các dải băng protein màng của mẫu sữa Lacprodan®PL-20 bắt màu đậm nhất, đặc biệt là protein màng XO và BTN. Ngược lại, mức độ bắt màu của protein XO trong sữa bột gầy rất thấp, và

3 loại protein màng là BTN, PAS 6/7 và ADPH hầu như không hiện diện trong sữa bột gầy. Đối với mẫu sữa tươi, những giọt cầu béo được bao bọc bởi một lớp màng mỏng, tuy nhiên sữa chứa ít chỉ khoảng 2g/L màng cầu béo. Do đó, mức độ bất màu của các băng protein màng trong sữa tươi thấp hơn nhiều so với Lacprodan®PL-20.

3.2 Kết quả ảnh hưởng của hàm lượng chất khô không béo trong dịch sữa đến sự thay đổi pH, độ cứng và khả năng giữ nước của sản phẩm

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng chất khô không béo đến sự thay đổi pH của sữa chua được thể hiện ở Hình 2.



Hình 2: Ảnh hưởng của hàm lượng chất khô không béo đến sự thay đổi pH sản phẩm

Hàm lượng chất khô trong dịch sữa càng cao thì thời gian lên men càng kéo dài. Khi hàm lượng chất khô trong dịch sữa trước khi lên men ở mức 12% thì sau 180 phút sản phẩm đạt pH 4,6. Đối với mẫu có hàm lượng chất khô là 15%, cần phải kéo dài thời gian lên men đến 240 phút thì sản phẩm mới đạt được pH 4,6. Nguyên nhân thời gian kéo dài khi tăng hàm lượng chất khô là do chất khô sữa có tính đậm cao (Ozer *et al.*, 1999) nên sữa có hàm lượng chất khô càng cao càng ngăn cản sự lên men sinh acid lactic. Kết quả phù hợp với nghiên cứu của Wu *et al.* (2009).

Bảng 2: Ảnh hưởng của hàm lượng chất khô không béo của dịch sữa đến độ cứng và khả năng giữ nước của sản phẩm

Hàm lượng chất khô (%)	Độ cứng (g lực)	Khả năng giữ nước (%)
12	54,67 ± 0,58 ^c	82,80 ± 0,44 ^c
13	68,33 ± 0,58 ^b	87,12 ± 0,37 ^b
14	80,33 ± 1,15 ^a	87,46 ± 0,22 ^b
15	79,67 ± 0,58 ^a	89,41 ± 0,03 ^a

Ghi chú: Giá trị trung bình trong cùng một cột có các chữ khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Sai số thể hiện trong bảng là độ lệch chuẩn (SD) của giá trị trung bình

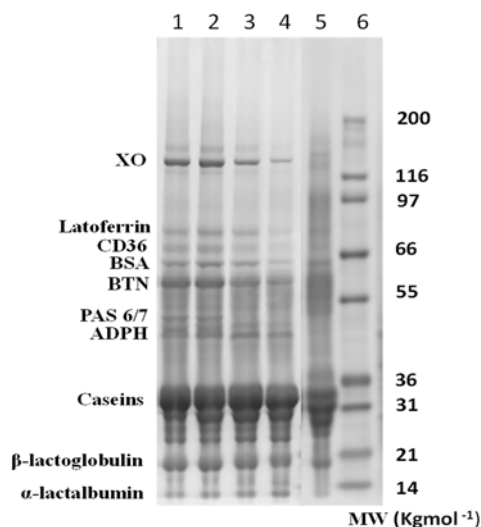
Kết quả thống kê Bảng 2 cho thấy hàm lượng chất khô không béo có ảnh hưởng đáng kể đến các đặc tính độ cứng và khả năng giữ nước của sản phẩm. Khi hàm lượng chất khô càng tăng thì các đặc tính vật lý (độ cứng, khả năng giữ nước) càng

được cải thiện. Kết quả này tương tự với kết quả nghiên cứu của Le *et al.* (2011). Nguyên nhân là do khi hàm lượng chất khô cao thì hàm lượng lactose cũng cao, điều này giúp quá trình lên men tốt. Ngoài ra, khi hàm lượng chất khô cao thì hàm lượng protein cũng cao, đặc biệt là hàm lượng casein tăng cao giúp tăng khả năng giữ nước và tạo cấu trúc rắn chắc cho sản phẩm (Sonidi *et al.*, 2004).

Sản phẩm sữa chua lên men từ dịch sữa có hàm lượng chất khô là 14% cho sản phẩm có cấu trúc tốt, mềm mại. Khi lên men dịch sữa có hàm lượng chất khô là 15% cho sản phẩm có độ cứng tương đương với sản phẩm lên men từ dịch sữa có 14% chất khô. Kết quả này phù hợp với khuyến cáo về hàm lượng chất khô sữa từ 14 -15% của Tamime and Robinson (1999) trong chế biến sữa chua. Tuy nhiên, thời gian lên men mẫu dịch sữa chứa 14% chất khô là 210 phút, ngắn hơn so với mẫu có hàm lượng chất khô 15% (240 phút). Do đó, hàm lượng chất khô trong dịch sữa là 14% làm cơ sở thực hiện các thí nghiệm tiếp theo.

3.3 Kết quả ảnh hưởng của hàm lượng Lacprodan®PL-20 bổ sung đến hàm lượng lipid phân cực, protein màng, độ cứng và khả năng giữ nước của sản phẩm

Kết quả phân tích ảnh hưởng của hàm lượng Lacprodan®PL-20 bổ sung thay thế sữa bột gầy đến hàm lượng lipid phân cực, protein màng, độ cứng và khả năng giữ nước của sản phẩm được thể hiện ở Hình 3, Hình 4 và Bảng 3.



Hình 3: Kết quả dùng điện di phân tách protein màng cầu béo dựa trên sự khác biệt khối lượng phân tử của các mẫu sữa chua bổ sung Lacprodan®PL-20 thay thế sữa bột gầy ở các nồng độ khác nhau

Ghi chú: Hàm lượng Lacprodan®PL-20 thay thế sữa bột gồm: giếng 1-4%; giếng 2-3%; giếng 3- 2%; giếng 4- 1%; giếng 5-Đối chứng, không bổ sung Lacprodan®PL-20; giếng 6-chỉ thị khối lượng phân tử protein chuẩn (Mark 12)

Tương tự với kết quả phân tách protein màng cầu béo có trong các nguyên liệu sữa, kết quả phân tách protein màng cầu béo trong sữa chua bổ sung hàm lượng Lacprodan®PL-20 khác nhau (Hình 3) cho thấy thành phần protein trong sữa chua có một lượng lớn casein và whey protein (β -lactoglobulin, α -lactalbumin, lactoferrin và BSA).

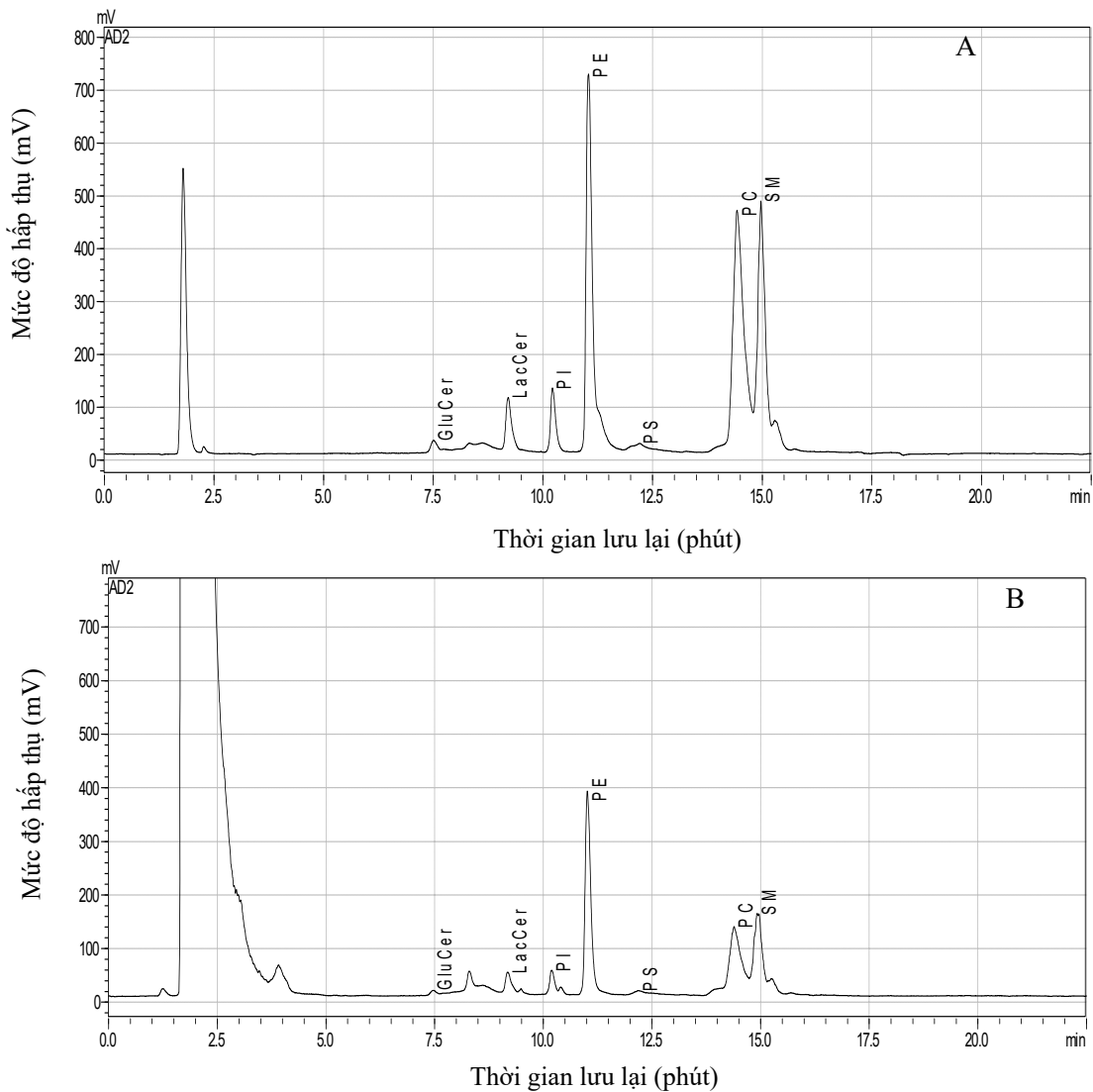
Vì mức độ bắt màu của nhóm băng casein ở các giếng là tương tự nhau (Hình 3) nên có thể dự đoán rằng tỷ lệ casein trong các mẫu sữa chua là tương đương nhau. Tuy nhiên, các dải băng ở một số thành phần whey protein trong mẫu sữa chua bắt khác nhau. Băng lactoferrin và BSA mẫu đối chứng và mẫu bổ sung 1% Lacprodan®PL-20 là thấp hơn so với các mẫu còn lại. Nguyên nhân có thể là do tỷ lệ whey protein/casein trong nguyên liệu Lacprodan®PL-20 cao hơn so với sữa bột gầy.

Thành phần protein màng có trong các mẫu sữa chua có bổ sung Lacprodan®PL-20 được phát hiện là XO, BTN, CD36, PAS6/7, ADPH. Dựa vào mức độ bắt màu các băng XO, CD36, BTN, PAS 6/7, ADPH ở giếng nhạt dần khi giảm nồng độ Lacprodan®PL-20 bổ sung. Mẫu sữa chua không bổ sung Lacprodan®PL-20, không thể hiện rõ sự bắt màu các băng XO, CD36, BTN, PAS 6/7, ADPH (Hình 3).

Bảng 3: Hàm lượng lipid phân cực tổng số và các lipid phân cực thành phần các mẫu sữa chua có bổ sung hàm lượng Lacprodan®PL-20 khác nhau (n=3)¹

Lipid phân cực (%)	Hàm lượng Lacprodan®PL-20 (%)				
	0	1	2	3	4
Glucер	4,58±0,119	3,90±0,025	3,97±0,583	3,05±0,372	5,07±0,336
Laccer	8,15±0,480	8,38±0,245	5,66±0,107	10,49±0,017	11,34±0,578
PI	8,80±0,305	8,17±0,241	6,08±0,108	10,34±0,016	8,98±0,484
PE	17,84±0,995	17,43±0,348	15,90±0,768	17,18±0,149	18,47±0,786
PS	14,62±0,717	16,18±1,109	19,80±2,067	13,65±0,134	10,11±1,040
PC	23,63±0,745	22,44±1,670	24,26±2,398	23,21±0,123	22,11±0,073
SM	22,38 ±1,927	23,50±0,298	24,32±1,898	22,09±0,733	23,92±2,329
Lipid phân cực tổng số	0,179±0,009	0,188±0,003	0,220±0,014	0,244±0,002	0,274±0,016

Ghi chú: ¹Glucер: Glucosylceramide; Laccer: lactosylceramide; PI: phosphatidylinositol; PE: phosphatidylethanolamine; PS: phosphatidylserine; PC: phosphatidylcholine; SM: sphingomyelin. Các số liệu thể hiện trên bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại



Hình 4: Kết quả phân tích HPLC-ELSD của: A-mẫu chuẩn lipid phân cực; B: mẫu sữa chua có bổ sung 3% Lacprodan®PL-20

Ghi chú: Glucer: Glucosylceramide; Laccer: lactosylceramide; PI: phosphatidylinositol; PE: phosphatidylethanolamine; PS: phosphatidylserine; PC: phosphatidylcholine; SM: sphingomyelin

Kết quả phân tích sắc ký lỏng cao áp kết hợp với máy dò đọc phân tán ánh sáng của dòng qua cột sau khi bốc hơi dung môi (ELSD-Evaporative light-scattering detector) (Hình 4) cho thấy những cấu phần chính của nhóm lipid phân cực trong màng cầu béo là Glucosylceramide (Glucer), lactosylceramide (Laccer), phosphatidylinositol (PI), phosphatidylethanolamine (PE), phosphatidylserine (PS), phosphatidylcholine (PC), sphingomyelin (SM). Kết quả phân tích ở Bảng 3 cho thấy tổng hàm lượng lipid phân cực trong sữa chua tăng dần với sự gia tăng hàm lượng Lacprodan®PL-20 bổ sung thay thế sữa bột gầy. Ngoài ra, các thành phần của lipid phân cực trong

mẫu sữa chua bổ sung hàm lượng Lacprodan®PL-20 khác nhau cũng được xác định, trong đó thành phần chiếm lượng cao nhất là PC (22,11-24,26%) và SM (22,09-24,32%), kế đến là PE (15,9-18,47%) và PS (10,11-19,8%), và sau đó lần lượt là Laccer (5,66- 11,34%), PI (6,08-10,34%), và thấp nhất là Glucer (3,05-5,07%). Đây là những thành phần có giá trị dinh dưỡng và hoạt chất sinh học cao. Trong đó, có thể kể đến PC và PS là chất bổ sung hiệu quả để chống lại stress và ngăn chặn những hư hại về sinh lý do lao động/thể thao quá mức (Starks *et al.*, 2008), SM được tìm thấy là có đóng góp vào quá trình myelin hoá của hệ thống

thần kinh trung ương (Oshida *et al.*, 2003), ức chế quá trình sinh ung thư (Snow *et al.*, 2010).

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng Lacprodan PL20 bổ sung đến độ cứng và khả năng giữ nước của sản phẩm được thể hiện ở Bảng 4.

Bảng 4: Ảnh hưởng của hàm lượng Lacprodan®PL-20 bổ sung đến độ cứng và khả năng giữ nước của sản phẩm

Hàm lượng Lacprodan®PL-20 (%)	Độ cứng (g lực)	Khả năng giữ nước (%)
0	58,33 ± 1,15 ^a	84,47 ± 0,06 ^b
1	49,33 ± 1,53 ^c	82,14 ± 0,01 ^d
2	51,67 ± 1,53 ^b	83,21 ± 0,01 ^c
3	56,33 ± 0,58 ^a	85,23 ± 0,11 ^a
4	58,33 ± 0,58 ^a	85,41 ± 0,80 ^a

Ghi chú: Giá trị trung bình trong cùng một cột có các chữ cái khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Sai số thể hiện trong bảng là độ lệch chuẩn (SD) của giá trị trung bình

Kết quả phân tích thống kê Bảng 4 cho thấy khi thay thế 1% sữa bột gầy bằng Lacprodan®PL-20 thì các đặc tính vật lý của sản phẩm (độ cứng, khả năng giữ nước) giảm rõ rệt so với mẫu không bổ sung Lacprodan®PL-20. Điều này có thể do có sự thay đổi cấu trúc sản phẩm sữa chua khi bổ sung Lacprodan®PL-20 (giàu màng cầu béo) (Le *et al.*, 2011). Việc giảm độ cứng cũng như khả năng giữ nước của sản phẩm khi bổ sung Lacprodan®PL-20 ở nồng độ thấp có thể là do việc ngăn chặn sự co lại của các sợi casein trong vi cấu trúc của sản phẩm, sự hiện diện của các mảnh màng cầu béo có thể làm ức chế sự co lại của các sợi casein trong tiến trình hình thành gel (Le *et al.*, 2011). Tuy nhiên, khi tăng hàm lượng Lacprodan®PL-20 bổ sung từ 3% trở lên, khả năng giữ nước sản phẩm tăng, khác biệt ý nghĩa thống kê so với mẫu đối chứng. Nguyên nhân là do khi tăng hàm lượng Lacprodan®PL-20 bổ sung, giúp làm tăng cả hàm lượng protein màng (Hình 3) và lipid phân cực tổng số (Bảng 3), các thành phần này giúp củng cố khả năng giữ nước và khả năng kết dính của khối đông trong quá trình lên men sữa chua. Kết quả nghiên cứu của Le *et al.* (2011) đã cho thấy có thể thay thế một phần sữa bột gầy bằng hợp chất giàu màng cầu béo sữa ở tỷ lệ 3% hoặc 4% trong chế biến sữa chua, không những giúp làm tăng các thành phần dinh dưỡng có lợi trong sản phẩm mà còn góp phần cải thiện cấu trúc sản phẩm như làm tăng khả năng giữ nước. Tuy nhiên, lipid phân cực chứa nhiều acid béo chưa bão hòa, rất dễ bị oxy hóa trong quá trình chế biến vào bảo quản, tạo mùi vị xấu cho sản phẩm (Lopez *et al.*, 2007).

Như vậy, việc bổ sung 3% Lacprodan®PL-20 vào sữa chua thay thế sữa bột gầy giúp cải thiện khả năng giữ nước của sữa chua, đồng thời tăng hàm lượng lipid phân cực và protein màng mà vẫn đảm bảo giá trị cảm quan của sản phẩm.

4 KẾT LUẬN

Hàm lượng chất khô trong dịch sữa trước khi lên men và hàm lượng sữa bột thương mại giàu màng cầu béo Lacprodan®PL-20 bổ sung thay thế sữa bột gầy trong quá trình chế biến sữa chua có ảnh hưởng đến thời gian lên men, độ cứng, khả năng giữ nước và hàm lượng lipid phân cực cũng như protein màng cầu béo trong sản phẩm sữa chua. Sản phẩm sữa chua lên men tạo thành có cấu trúc tốt, rắn chắc khi được chuẩn hóa đạt 14% chất khô không béo. Bên cạnh đó, việc bổ sung 3% Lacprodan®PL-20 thay thế sữa bột gầy vào sản phẩm giúp tăng hàm lượng lipid phân cực tổng số và protein màng, đồng thời giúp tăng khả năng giữ nước cho sản phẩm. Từ các kết quả nghiên cứu trên cho thấy bổ sung Lacprodan®PL-20 vào sữa chua giúp tăng hàm lượng các cấu tử có lợi cho sức khỏe trong sản phẩm. Như vậy, màng cầu béo sữa Lacprodan®PL-20 có thể được sử dụng như nguyên liệu tiềm năng dùng trong phát triển sản phẩm sữa chua chức năng.

LỜI CẢM ƠN

Tác giả xin chân thành cảm ơn Phòng Quản lý Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ đã hỗ trợ nguồn kinh phí cho nghiên cứu này (Mã số: T2016-65).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Burling, H. and Graverholt, G., 2008. Milk – A new source for bioactive phospholipids for use in food formulations. *Lipid Technology*. 20 (10):229-231.
- Dewettinck, K., Rombaut, R., Thienpont, N., Le, T.T., Messens, K. and Van Camp, J., 2008. Nutritional and technological aspects of milk fat globule membrane material. *International Dairy Journal*. 18(5): 436–457.
- IDF, 1986. Whey cheese. Determination of fat content -Röse-Gottlieb - Gravimetric method. Standard 59A. Brussels, Belgium: International Dairy Federation.
- IDF, 1993. Milk. Determination of nitrogen content. Standard 20B. Brussels, Belgium: International Dairy Federation.
- IDF, 2004. Whey cheese. Determination of dry matter. Standard 58. Brussels, Belgium: International Dairy Federation.
- Harte, F., Luedecke, L., Swanson, B. and Barbosa-Cánovas, G.V., 2003. Low-fat set yogurt made from milk subjected to combinations of high

- hydrostatic pressure and thermal processing. *Journal of Dairy Science*. 86(4): 1074–1082.
- Holt, C., 1992. Structure and stability of bovine casein micelles. *Advances in Protein Chemistry*. 43: 63–151.
- Le, T.T., Van Camp, J., Rombaut, R., van Leeckwyck, F. and Dewettinck, K., 2009. Effect of washing conditions on the recovery of milk fat globule membrane proteins during the isolation of milk fat globule membrane from milk. *Journal of Dairy Science*. 92(8): 3592–603.
- Le, T.T., Miocinovic, J., Nguyen, T.M., Rombaut, R., Van Camp, J. and Dewettinck, K., 2011. Improved solvent extraction procedure and high-performance liquid chromatography–evaporative light-scattering detector method for analysis of polar lipids from dairy materials. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 59(19): 10407–10413.
- Le, T.T., Van Camp, J., Pascual, P.A.L., Meesen, G., Thienpont, N. and Dewettinck, K., 2011. Physical properties and microstructure of yoghurt enriched with milk fat globule membrane material. *International Dairy Journal*. 21(10): 798–805.
- Lopez, C., Camier, B. and Gassi, J.-Y., 2007. Development of the milk fat microstructure during the manufacture and ripening of Emmental cheese observed by confocal laser scanning microscopy. *International Dairy Journal*. 17: 235–247.
- Lucey, J.A., 2002. Formation and Physical Properties of Milk Protein Gels. *Journal of Dairy Science*. 85(2): 281–294.
- Lucey, B.J.A., Teo, C.T.E.T., Munro, P.A., Singh, H., North, P. and Zealand, N., 1997. Rheological properties at small (dynamic) and large (yield) deformations of acid gels made from heated milk. *Journal of Dairy Research*. 64(4): 591–600.
- Oshida, K., Shimizu, T., Takase, M., Tamura, Y., Shimizu, T. and Yamashiro, Y., 2003. Effects of dietary sphingomyelin on central nervous system myelination in developing rats. *Pediatric Research*. 53(4): 589–593.
- Ozer, B.H., Robinson, R.K., Grandison, A.S. and Bell, A.E., 1999. Gelation properties of milk concentrated by different techniques. *International Dairy Journal*. 8: 793–799.
- Phan, T.T.Q., Le, T.T., Fredrick, E., van der Meeren, P. and Dewettinck, K., 2013. Composition and emulsifying properties of a milk fat globule membrane enriched material. *International Dairy Journal*. 29(2): 99–106.
- Sigrid, S., Johansen, A., Abrahamsen, R.K. and Skeie, S.B., 2015. The composition and functional properties of whey protein concentrates produced from buttermilk are comparable with those of whey protein concentrates produced from skimmed milk. *American Dairy Science Association*. 98: 5829–5840.
- Sonidi, I., Rmeur, F., Haddad, S. and Corrieu, G., 2004. The relative effect of milk base, starter, and process on yoghurt texture: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 44(2): 113–137.
- Tamime, A.Y. and Robinson, R.K., 1999. *Yoghurt: Science and Technology* (2nded.). Cambridge: Woodhead Publishing Ltd. England, 606pp.
- Snow, D.R., Jimenez-Flores, R., Ward, R.E., Cambell, J., Young, M.J., Nemere, I. and Hintze, K.J., 2010. Dietary milk fat globule membrane reduces the incidence of aberrant crypt foci in fischer-344 rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58(4): 2157–2163.
- Walstra P., Wouters, J.T.M. and Geurts, T.J., 2006. *Dairy science and technology handbook* (2nded.). Boca Raton, FL, USA: Taylor and Francis Group, 782pp.
- Wu, S., Wu, S., Li, D., Li, S., Bhandari, B., Yang, B. and Chen, X.D., 2009. Effects of incubation temperature, starter culture level and total solids content on the rheological properties of yogurt effects of incubation temperature, starter culture level and total solids content on the rheological properties of yogurt. *International Journal of Food Engineering*. DOI: 10.2202/1556-3758.1436.