ẢNH HƯỞNG CỦA NGUYÊN LIỆU PHỤ VÀ PHỤ GIA ĐẾN CHẤT LƯỢNG SỮA CHUA ĐẬU NÀNH BỔ SUNG MỨT ĐÔNG THANH LONG

Trần Thị Định[1*], Nguyễn Thị Quyên[1], Nguyễn Thị Thúy Ngà[1], Vũ Thị Huyền[1], Thân Thị Hương[1], Nguyễn Thị Hoàng Lan[1], Daylan A. Tzompa-Sosa[2], Koen Dewettinck[2]

[1]Khoa Công nghệ thực phẩm, Học viện Nông nghiệp Việt Nam
[2]Department of Food Technology, Safety and Health, Ghent University, Ghent, Belgium

[*]Tác giả liên hệ: ttdinh@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 28.07.2023 Ngày chấp nhận đăng: 12.04.2024

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm xác định ảnh hưởng của nguyên liệu phụ và phụ gia cấu trúc đến chất lượng của sữa chua đậu nành bổ sung mứt đông thanh long. Các phương pháp phân tích công cụ và đánh giá cảm quan bằng phép thử so hàng trên các đặc điểm về trạng thái, mùi vị, và chất lượng tổng thể được sử dụng để đánh giá chất lượng sữa chua đậu nành mứt đông thanh long. Kết quả cho thấy sữa chua đậu nành bổ sung 1,5% whey protein, 0,5% sữa bột gầy, 0,5% kem sữa và phụ gia cấu trúc với tỉ lệ 0,8% gelatin và 0,2% tinh bột biến tính cho sản phẩm có hàm lượng protein tương đương với sữa chua động vật với 3,6% protein, 1,3% lipid, 12,0% carbohydrate, cấu trúc ổn định và chất lượng cảm quan của sữa chua được đánh giá cao.

Từ khóa: Sữa chua đậu nành, vi khuẩn lactic, lên men lactic, mứt đông thanh long.

Effect of Additional Materials and Additives on Quality of Soy Yogurt Fortified with Dragon Fruit Jam

ABSTRACT

The study aimed to investigate the effect of ingredients and food additives on the quality of soy yogurt. The quality attributes of soy yogurt with dragon fruit jam addition were determined using instrumental analysis. The sensory properties of the product were evaluated using the ranking method. The results showed that soy yogurt supplemented with 1.5% whey protein, 0.5% skimmed milk, 0.5% whipping cream, and stabilizers of 0.8% gelatin and 0.2% modified starch resulted in the soy yogurt with protein content equivalent to animal-based yogurt with 3.6% protein, 1.3% lipid, 12.0% carbohydrate, stable product texture, and highly acceptable sensory quality.

Keywords: Soy yogurt, additives, dragon fruit jam.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sữa chua là sản phẩm được biết đến nhiều nhất trong các sản phẩm sữa lên men và được sử dụng phổ biến trên thế giới. Sữa chua có thể được lên men từ các loại sữa có nguồn gốc động vật và thực vật nhưng phổ biến nhất là từ sữa bò. Tuy nhiên, trong những năm gần đây, nhiều người tiêu dùng có xu hướng giảm sử dụng sữa động vật bởi có những mối quan ngại như dị ứng với protein có trong sữa, không dung nạp lactose, dư lượng kháng sinh, các hormone estrogen và progesterone trong sữa động vật và các vấn đề liên quan đến môi trường (Aydar & cs., 2020; Jaeger & cs., 2023). Chính vì vậy, khai thác nguồn nguyên liệu thực vật sẵn có, giàu dinh dưỡng và hoạt tính sinh học để phát triển các sản phẩm sữa thực vật như đậu nành được nhiều nhà khoa học quan tâm. Tuy nhiên, nhược điểm của sữa đậu nành là có mùi ngái đặc trưng do enzyme lipoxygenase xúc tác cho phản ứng oxy hóa chất béo tạo thành các hợp chất bay hơi gây mùi khó chịu như hexanal, pentanal, acetaldehyde và sự có mặt của chất

kháng dinh dưỡng, điển hình là axit phytic (Ya, 2022). Một số giải pháp công nghệ như chần và nghiền đậu nành ở nhiệt độ cao (> 80°C) có tác dụng làm giảm mùi hăng, ngái do bất hoạt enzyme lipoxygenase (Nguyen Duc Doan, 2019; Chen & cs., 2021). Bên cạnh đó, một số chủng vi khuẩn lên men lactic có khả năng sinh tổng hợp enyzme α-galactosidase, kích hoạt enzyme phytase xúc tác phản ứng thủy phân carbohydrate gây mùi ngái trong sữa đậu nành (Sumarna, 2008). Sữa chua đậu nành được các nhà khoa học chứng minh có khả năng gia tăng hấp thu isoflavone và các axit amin tự do, tăng hoạt tính kháng oxy hóa, cải thiện hương vị và giá trị dinh dưỡng so với sữa đậu nành (Chien & cs., 2007; Weng & cs., 2023). Tuy nhiên, do bản chất protein đậu nành tạo gel cứng và khả năng giữ nước thấp, trong thành phần sữa không có sẵn chất hoạt động bề mặt để ổn định hệ nhũ tương, do đó hiện tượng tách nước vẫn xảy ra trong sản phẩm (Yang & cs., 2012; Berghout & cs., 2015). Ngoài ra, trong công nghiệp sản xuất sữa chua, lượng chất khô của dịch sữa trước lên men được khuyến cáo điều chỉnh từ 12% tới 15% bằng cách bổ sung các nguyên liệu phụ như whey protein, sữa bột, bột kem (Tamine & Robinson, 2007; Lê Mỹ Hồng & cs., 2012). Tăng cường chất khô trong nền sữa trước khi lên men là một trong những giải pháp quan trọng nhất để tăng cường dinh dưỡng, đặc tính cảm quan, và ngăn ngừa các khiếm khuyết về cấu trúc, trạng thái do hoạt động của vi khuẩn lactic trong quá trình lên men tốt hơn. Các kết quả nghiên cứu trước đây đã chứng minh khi tăng hàm lượng chất khô trong sữa nguyên liệu, đặc biệt là tăng hàm lượng protein sẽ làm cho cấu trúc khối đông trở nên bền và ổn định hơn, tránh hiện tượng tách nước trong sản phẩm (Schkoda & cs., 2001; Sodini & Tong, 2013). Bên cạnh nguyên liệu phụ, một số phụ gia như tinh bột biến tính, gelatin, pectin, distilled monoglycerides… cũng được sử dụng phổ biến để cải thiện độ nhớt, độ bền gel, và khả năng giữ nước của sữa chua (Sodini & Tong, 2013). Bổ sung các loại trái cây, mứt đông cũng cho thấy hiệu quả tốt trong việc cải thiện hương vị, khả năng lên men và thời gian bảo quản sữa chua (Santos & cs., 2014). Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định nguyên liệu phụ và phụ gia thích hợp bổ sung vào sữa chua đậu nành mứt đông thanh long để cải thiện giá trị dinh dưỡng và cảm quan của sản phẩm.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu và hóa chất

Đậu nành giống DT2010 (*Glycine max* (L.) Merr. 'DT2010') mua tại Viện Di truyền giống Việt Nam được lựa chọn làm nguyên liệu cho chế biến sữa chua. Thanh long ruột đỏ trồng tại Bình Thuận được mua tại chợ Long Biên, quả được giữ mát trong thùng xốp có xếp đá ở dưới đáy trong quá trình vận chuyển về phòng thí nghiệm trong vòng 1h, sau đó được sử dụng cho chế biến mứt đông. Chế phẩm vi khuẩn lactic gồm *Lactobacillus bulgaricus* và *Streptococcus thermophilus* cho lên men sữa chua đậu nành cung cấp bởi công ty CHR Hansen (Đan Mạch). Pectin LM - 102AS được cung cấp bởi công ty CP Kelco APS (Đan Mạch). Sữa bột gầy (32,9% protein; 54,5% lactose và 0,9% chất béo) và bột whey protein chứa 80% protein của NZMP, New Zealand được nhập khẩu bởi công ty cổ phần Đại Tân Việt (Việt Nam). Kem sữa Anchor (35% chất béo) được nhập khẩu bởi Công ty TNHH Fonterra Brands (Việt Nam). Gelatin được phân phối bởi Công ty TNHH Sản xuất Thương mại G.B.C.O (Việt Nam). Tinh bột biến tính được cung cấp bởi Công ty Kiến Vương (Việt Nam).

Hóa chất sử dụng cho thí nghiệm gồm $NaHCO_3$, NaOH, HCl, H_2SO_4, ethanol, glucose, phenol, K_2SO_4, $CuSO_4$, axit boric, dung môi *n*-hexan, và những hóa chất thông dụng khác được cung cấp bởi hãng Samchun (Hàn Quốc) đạt độ tinh khiết phân tích.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Quy trình sản xuất sữa chua đậu nành bổ sung mứt đông thanh long

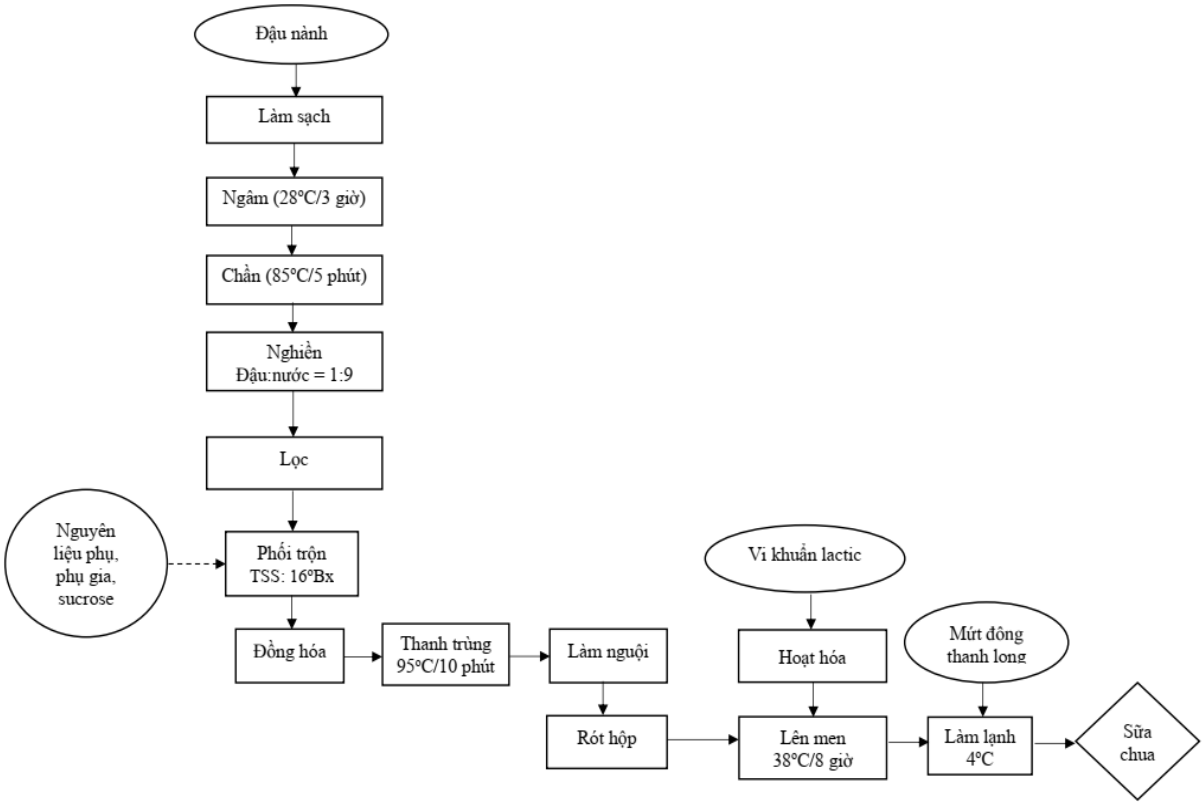
Sữa chua đậu nành bổ sung mứt đông thanh long được chế biến theo quy trình ở Hình 1, tham khảo từ Trần Thị Định & cs. (2023) với

một số thay đổi. Cụ thể, đậu nành được phân loại, làm sạch, sau đó ngâm ở nhiệt độ 28°C trong 3 giờ, tiếp theo chần ở nhiệt độ 85°C trong 5 phút rồi nghiền với nước ở nhiệt độ 80°C với tỷ lệ đậu:nước là 1:9. Sau khi lọc, dịch sữa được điều chỉnh nồng độ chất khô hòa tan (TSS) đạt 5,5°Bx, rồi phối trộn nguyên liệu phụ và phụ gia như thiết kế thí nghiệm ở mục 2.2.2, sucrose tiếp tục được bổ sung để điều chỉnh TSS của dịch sữa đạt 16°Bx. Tiếp theo, sữa được đồng hóa với tốc độ 17.000 vòng/phút trong 1,5 phút, sau đó thanh trùng ở nhiệt độ 95°C trong 10 phút. Sau khi xử lý nhiệt, sữa được làm nguội và cấy vi khuẩn lactic với tỉ lệ 0,02% (w/v) so với thể tích dịch sữa, rót hộp, đóng nắp, và lên men ở nhiệt độ 43°C trong 8 giờ. Kết thúc quá trình lên men, pH sữa chua đạt 4,4 ± 0,1 và sữa chua được bảo quản ở 4°C trong 12 giờ để ổn định cấu trúc. Cuối cùng, mứt đông thanh long được rót một lớp trên bề mặt sữa chua với tỉ lệ 15%, và được bảo quản lạnh cho đến khi sử dụng.

Mứt đông thanh long được chế biến như sau: Quả thanh long ruột đỏ sau khi bỏ vỏ được nghiền để thu nhận puree. Khối thịt quả sau khi nghiền được phối trộn với sucrose theo tỷ lệ 7:3, axit citric và pectin được bổ sung vào khối quả nghiền với hàm lượng tương ứng 0,6% và 0,7% so với khối lượng puree, sau đó cô đặc ở 70°C. Quá trình cô đặc được thực hiện cho đến khi nồng độ chất khô hòa tan của mứt đông đạt 42°Bx. Mứt đông được rót hộp và thanh trùng ở 85°C trong 15 phút, sau đó bổ sung vào sữa chua đậu nành. Mứt đông thanh long có hàm lượng axit và hàm lượng đường tổng số lần lượt là 1,17% và 36,5%. Bên cạnh đó, hàm lượng polyphenol tổng số đạt 0,31mg GAE/g chất khô (CK), hàm lượng betacyanin đạt 47,5 µg/g CK, khả năng kháng oxy hoá 0,24mg TE/g CK.

2.2.2. Thiết kế thí nghiệm

Nghiên cứu ảnh hưởng của nguyên liệu phụ đến chất lượng sữa chua đậu nành bổ sung mứt đông thanh long.



Nguồn: Trần Thị Định & cs. (2023).

Hình 1. Quy trình chế biến sữa chua đậu nành bổ sung mứt đông thanh long

Bảng 1. Thiết kế thí nghiệm bổ sung nguyên liệu phụ vào sữa chua đậu nành mứt đông thanh long

Công thức	Whey protein (%)	Sữa bột gầy (%)	Kem sữa (%)
CT1	0,5	0,5	1,5
CT2	1,5	0,5	0,5
CT3	0,5	1,5	0,5
CT4	1,5	1,5	1,5
CT5	1,0	1,0	1,0
CT6	0	0	0

Bảng 2. Thiết kế thí nghiệm bổ sung phụ gia cấu trúc vào sữa chua đậu nành mứt đông thanh long

Công thức	Gelatin (%)	Tinh bột biến tính (%)
CT7	0,2	0,2
CT8	0,8	0,2
CT9	0,2	0,8
CT10	0,8	0,8
CT11	0,5	0,5
CT12	0	0

Sữa đậu nành nguyên liệu chứa 2,27% protein, 0,93% lipid và 15,04% carbodydrate được dùng để lên men sữa chua theo quy trình được mô tả ở hình 1. Dịch sữa được gia nhiệt đến 55°C rồi phối trộn nguyên liệu phụ gồm whey protein, sữa bột gầy và kem sữa với tỉ lệ được thiết kế như trong bảng 1. Sau khi lên men, sữa chua đậu nành bổ sung mứt đông thanh long được phân tích các chỉ tiêu gồm khả năng giữ nước, exopolysaccharide (EPS), hàm lượng axit hữu cơ tổng số, carbohydrate, protein, lipid và đánh giá cảm quan chất lượng sản phẩm theo phương pháp so hàng. Từ kết quả phân tích, tỉ lệ nguyên liệu phụ thích hợp nhất được lựa chọn bổ sung vào sữa chua đậu nành.

Nghiên cứu ảnh hưởng của phụ gia đến chất lượng sữa chua đậu nành mứt đông thanh long

Để nghiên cứu ảnh hưởng của phụ gia đến chất lượng sữa chua, sữa đậu nành bổ sung nguyên liệu phụ theo tỉ lệ lựa chọn từ thí nghiệm trước được dùng để lên men sữa chua theo quy trình mô tả ở hình 1, sau đó gelatin và tinh bột biến tính được bổ sung với tỷ lệ khác nhau (Bảng 2) để cải thiện cấu trúc của sữa chua đậu nành.

Sau khi lên men, sữa chua đậu nành bổ sung mứt đông thanh long được phân tích các chỉ tiêu gồm khả năng giữ nước, EPS, hàm lượng axit hữu cơ tổng số, carbohydrate, protein, lipid và đánh giá cảm quan chất lượng sản phẩm theo phương pháp so hàng. Từ kết quả phân tích, tỉ lệ phụ gia cấu trúc thích hợp nhất được lựa chọn bổ sung vào sữa chua đậu nành.

Đánh giá chất lượng sữa chua đậu nành bổ sung mứt đông thanh long

Sản phẩm sữa chua đậu nành bổ sung mứt đông thanh long sản xuất theo quy trình với các thông số công nghệ thích hợp đã được xác định từ những thí nghiệm trước, sau đó sản phẩm được phân tích những chỉ tiêu gồm năng lượng, hàm lượng protein, lipid, carbohydrate, hàm lượng axit hữu cơ tổng số, khả năng giữ nước và hàm lượng EPS.

2.2.3. Phương pháp phân tích

Hàm lượng axit hữu cơ tổng số được xác định theo TCVN 5483-1991 (ISO 750-1981).

Hàm lượng protein được xác định theo TCVN 8125:2015 (ISO 20483:2013).

Hàm lượng lipid được xác định theo TCVN 6688-3:2000 (ISO 8262-3:1987).

Hàm lượng carbohydrate được xác định theo phương pháp mô tả bởi Nielsen (2010).

Khả năng giữ nước được xác định theo phương pháp mô tả bởi Nguyen Duc Doan (2019).

Hàm lượng EPS được xác định theo phương pháp mô tả bởi Enikeev (2012).

Hàm lượng polyphenol tổng số được xác định theo phương pháp mô tả bởi Lim & cs. (2007).

Khả năng kháng oxy hoá được xác định theo phương pháp mô tả bởi Shori (2013).

Chất lượng cảm quan của sữa chua đậu nành được đánh giá trên các tiêu chí gồm trạng thái, mùi vị và chất lượng tổng thể bằng phương pháp so hàng theo TCVN 11183:2015 và Lema & cs. (2022) để tìm ra công thức sữa chua hấp dẫn nhất. Hội đồng cảm quan gồm 60 thành viên, độ tuổi từ 20-55, đã được huấn luyện về đánh giá cảm quan và các phép thử cơ bản. Với mỗi chỉ tiêu cảm quan, người thử được yêu cầu sắp xếp các mẫu sữa chua theo mức độ ưa thích từ ít hấp dẫn nhất đến hấp dẫn nhất (mẫu kém hấp dẫn nhất nhận điểm thấp nhất - 1 điểm). Người thử không được xếp hai mẫu sữa chua vào cùng một vị trí trên thang xếp hạng.

2.2.4. Xử lý số liệu

Kết quả phân tích được xử lí bằng phần mềm Excel 2016 và SPSS phiên bản 16.0. Số liệu về chỉ tiêu chất lượng được biểu thị bởi giá trị trung bình của ba lần phân tích lặp lại ± độ lệch chuẩn. Phân tích phương sai (ANOVA) một chiều trên phần mềm SPSS phiên bản 16.0 được sử dụng để đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố thí nghiệm đến chất lượng sản phẩm. Sự khác biệt về giá trị trung bình của mỗi chỉ tiêu chất lượng giữa các công thức thí nghiệm được đánh giá nhờ phép so sánh Tukey với giới hạn tin cậy 95%.

Đặc tính cảm quan được đánh giá bằng cách tính điểm trung bình xếp hạng cho mỗi công thức thí nghiệm, sau đó sự khác biệt về điểm xếp hạng được đánh giá nhờ kiểm định Friedman với P = 0,05.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nguyên liệu phụ đến chất lượng sữa chua đậu nành bổ sung mứt đông thanh long

Tỉ lệ bổ sung nguyên liệu phụ khác nhau có ảnh hưởng đến chất lượng cảm quan của sữa chua đậu nành. Cụ thể, chất lượng tổng thể của sữa chua CT4 (bổ sung 1,5% whey protein; 1,5% sữa bột gầy và 1,5% kem sữa) cho điểm trung bình thấp nhất (2,17 điểm) và được hội đồng cảm quan đánh giá có cấu trúc không ổn định, vị chua gắt. Nguyên nhân có thể do tổng hàm lượng nguyên liệu phụ bổ sung ở CT4 cao nhất (4,5%) dẫn đến mùi vị của nguyên liệu phụ, đặc biệt là kem béo ảnh hưởng bất lợi đến hương vị tự nhiên của sản phẩm. Ngược lại, sữa chua CT2 có cấu trúc mềm mịn, mùi thơm, vị ngọt dịu, và hậu vị chát nhẹ với tỉ lệ nguyên liệu phụ là 1,5% bột protein, 0,5% sữa bột gầy, và 0,5% kem sữa co điểm xếp hạng chất lượng tổng thể đạt 3,83 điểm (Bảng 3). Bổ sung whey protein và sữa bột gầy với tỷ lệ phù hợp giúp cải thiện hương vị, độ nhớt, tăng khả năng giữ nước, sản phẩm có cấu trúc mịn hơn (Isleten & Karagul-Yuceer, 2006; Sodini & Tong, 2013). Tuy nhiên, nếu tỷ lệ bổ sung các nguyên liệu phụ quá cao sẽ làm giảm giá trị cảm quan, ảnh hưởng đến mùi vị và chất lượng tổng thể của sản phẩm.

Về chỉ tiêu trạng thái, những mẫu sữa bổ sung nguyên liệu phụ (CT1 - CT5) đều được đánh giá cao hơn (điểm xếp hạng từ 3,08-4,08 điểm) so với công thức đối chứng (CT6 - 2,83 điểm). Kết quả này có cùng xu hướng với nghiên cứu của Kaur & cs. (2017), các tác giả cho rằng việc bổ sung sữa bột gầy và whey protein đã cải thiện đáng kể trạng thái, cấu trúc của sữa chua do hàm lượng chất khô tăng lên dẫn đến sản phẩm có kết cấu chắc và mịn hơn. Như vậy, căn cứ vào kết quả đánh giá cảm quan, các công thức bổ sung nguyên liệu phụ đều được đánh giá cao, ngoại trừ CT4 thấp hơn hẳn do bổ sung tỷ lệ nguyên liệu phụ quá cao ảnh hưởng tới mùi vị, trạng thái, và chất lượng tổng thể của sản phẩm.

Bảng 3. Ảnh hưởng của nguyên liệu phụ đến đặc tính cảm quan của sữa chua đậu nành bổ sung mứt đông thanh long

Công thức	Trạng thái	Mùi vị	Chất lượng tổng thể
CT1	$3,92^{a} \pm 0,56$	$4,33^{a} \pm 0,50$	$4,42^{a} \pm 0,56$
CT2	$4,08^{a} \pm 0,47$	$3,83^{ab} \pm 0,44$	$3,83^{ab} \pm 0,42$
CT3	$3,75^{a} \pm 0,48$	$3,83^{ab} \pm 0,47$	$3,67^{ab} \pm 0,43$
CT4	$3,08^{a} \pm 0,58$	$2,17^{b} \pm 0,49$	$2,17^{b} \pm 0,47$
CT5	$3,33^{a} \pm 0,33$	$3,67^{ab} \pm 0,36$	$3,67^{ab} \pm 0,36$
CT6	$2,83^{a} \pm 0,52$	$3,33^{ab} \pm 0,59$	$3,33^{ab} \pm 0,57$

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số liệu có cùng chữ cái thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P \geq 0,05$) trong phép kiểm định Friedman.

Bên cạnh tính chất cảm quan, nguyên liệu phụ cũng ảnh hưởng đến thành phần dinh dưỡng và tính chất vật lý của sữa chua đậu nành mứt đông thanh long. Kết quả bảng 4 cho thấy khả năng giữ nước của các mẫu sữa chua tăng lên khi bổ sung nguyên liệu phụ, trong đó CT4 có khả năng giữ nước cao nhất (54,65%), tiếp theo là CT2 (54,17%), còn mẫu đối chứng có khả năng giữ nước thấp nhất (45,92%). Nguyên nhân là do bổ sung whey protein với tỷ lệ cao (1,5%) giúp cải thiện cấu trúc, tăng khả năng giữ nước và độ nhớt của sản phẩm. Theo Sodini & cs. (2005), Lê Mỹ Hồng & cs. (2012), hàm lượng chất khô và hàm lượng protein trong dịch sữa cao sẽ cải thiện khả năng giữ nước, khả năng kết dính và đông tụ của sữa chua.

Hàm lượng carbohydrate trong các mẫu sữa chua bổ sung nguyên liệu phụ dao động từ 13,55-15,53%, thấp hơn hẳn so với mẫu đối chứng (16,94%). Trong đó, mẫu sữa chua bổ sung sữa bột gầy và whey protein với tỷ lệ cao nhất (CT4) có hàm lượng carbohydrate thấp nhất (13,55%) và hàm lượng axit tổng số cao nhất (0,835%). Điều này có thể được giải thích do việc bổ sung thêm sữa gầy và bột protein cung cấp dưỡng chất cho vi khuẩn lactic phát triển, thúc đẩy quá trình chuyển hóa đường thành axit lactic. Theo Tamine & Robinson (2007), Kaur & cs. (2017) khoảng 30% lượng đường lactose được chuyển hóa thành axit lactic sau quá trình lên men. Trong nguyên liệu phụ, đặc biệt là lactose trong sữa bột gầy được vi khuẩn sử dụng làm nguồn carbon cho quá trình sinh trưởng, phát triển và sinh axit lactic, vì vậy khi bổ sung sữa gầy vào sữa đậu nành lên men thì hàm lượng axit tổng số tăng lên.

Tương tự carbohydrate, hàm lượng lipid và protein trong các mẫu sữa chua có bổ sung nguyên liệu phụ khác biệt rõ rệt so với mẫu đối chứng ở độ tin cậy 95%. Hàm lượng lipid và protein trong sữa chua tỷ lệ thuận với hàm lượng kem sữa và whey protein bổ sung. Điển hình là CT4 có hàm lượng lipid và protein cao nhất tương ứng là 1,49% và 3,33%, trong khi mẫu đối chứng chỉ có 0,9% cho lipid và 2,24% cho protein. Hàm lượng EPS trong sữa chua đậu nành rất cao, trong đó cao nhất là CT5 có EPS đạt 2185 mg/kg, có thể do bổ sung nguyên liệu phụ với tỷ lệ phù hợp đã thúc đẩy sự phát triển của vi khuẩn lactic và sinh tổng hợp EPS tốt hơn (Bảng 4).

Căn cứ kết quả đánh giá cảm quan, phân tích thành phần dinh dưỡng, đặc tính cấu trúc của sản phẩm, CT2 bổ sung 1,5% bột protein; 0,5% sữa bột gầy và 0,5% kem sữa được lựa chọn để bổ sung vào sữa chua đậu nành mứt đông thanh long.

3.2. Ảnh hưởng của phụ gia cấu trúc đến chất lượng sữa chua đậu nành bổ sung mứt đông thanh long

Tỉ lệ phụ gia bổ sung có ảnh hưởng đến chất lượng cảm quan của sữa chua đậu nành mứt đông thanh long. Đặc biệt ở chỉ tiêu trạng thái và chất lượng tổng thể, các công thức bổ sung phụ gia đều được đánh giá cao hơn công thức đối

chứng. Cụ thể, trạng thái của CT8 (0,8% gelatin và 0,2% tinh bột biến tính) được đánh giá tốt nhất, cấu trúc mịn, đồng nhất, ngược lại CT7 có tỉ lệ gelatin và tinh bột biến tính đều là 0,2% cho điểm xếp hạng thấp thứ hai (3,09 điểm), chỉ cao hơn mẫu đối chứng (1,82 điểm). Chandan & Kilara (2013) cho biết khi chỉ bổ sung gelatin với nồng độ từ 0,1-0,5%, sữa chua xuất hiện hiện tượng vón cục, có cấu trúc tương tự thạch, đây là điều không mong muốn đối với chất lượng sản phẩm. Sự kết hợp giữa gelatin và tinh bột biến tính giúp cải thiện vấn đề trên, tạo ra sản phẩm có cấu trúc ổn định và khả năng giữ nước tăng lên. Ares & cs. (2007) cho thấy gelatin và các hợp chất keo ưa nước khác khi được bổ sung vào sữa chua giúp cải thiện cấu trúc do tạo liên kết ngang với các phần tử protein hình thành mạng không gian ba chiều dẫn đến cấu trúc sữa chua chắc và độ bền gel cao. Tuy nhiên, khi sử dụng chất ổn định có hàm lượng quá cao có thể dẫn đến hương vị không mong muốn và mùi vị lạ khi ăn (Delarue & Siefermann, 2004; Tamine & Robinson, 2007). Chất lượng tổng thể của các mẫu sữa chua bổ sung phụ gia được hội đồng cảm quan đánh giá cao hơn mẫu đối chứng (CT12) do cấu trúc của sữa chua đối chứng lỏng lẻo, không mịn, và dễ tách nước. Trong số các mẫu sữa chua bổ sung phụ gia, CT8 được hội đồng cảm quan đánh giá hấp dẫn nhất với 5,73 điểm, được nhận xét có cấu trúc mềm mịn, đồng nhất, hương thơm và vị hài hòa.

Kết quả phân tích chất lượng cho thấy thành phần dinh dưỡng và đặc tính hóa lý của sữa chua có bổ sung getalin và tinh bột biến tính khác biệt có ý nghĩa thống kê so với công thức đối chứng. Cụ thể, phụ gia cấu trúc làm tăng khả năng giữ nước của sữa chua đến 2,5 lần so với mẫu không bổ sung phụ gia. CT8 và CT10 bổ sung 0,8% gelatin có khả năng giữ nước cao nhất, tương ứng là 96,40% và 93,02%. Okoye & Ene (2016) chỉ ra rằng gelatin không có phản ứng hóa học với các thành phần trong sữa, nhưng có khả năng tạo liên kết mạng với protein trong sữa, giúp tăng khả năng giữ nước và ổn định cấu trúc của sữa chua. Bên cạnh đó, hàm lượng EPS trong sữa chua đậu nành chịu ảnh hưởng của tỉ lệ bổ sung phụ gia (Enikeev, 2012). Cụ thể, khi bổ sung 0,5-0,8% gelatin (tương ứng CT8, CT10, CT11), hàm lượng EPS đạt giá trị cao (> 1.700 mg/kg), trong khi đó với mẫu bổ sung 0,2%, hàm lượng EPS giảm xuống chỉ còn 1.200-1.500 mg/kg. Supavititpatana & cs. (2008) cho biết khi bổ sung gelatin với nồng độ từ 0,4-0,6% làm tăng tốc độ sinh trưởng và mật độ tế bào vi khuẩn trong quá trình lên men, hỗ trợ sinh tổng hợp EPS trong sữa chua có bổ sung ngô.

Bổ sung gelatin góp phần cải thiện hàm lượng protein trong sữa chua, mức độ tăng phụ thuộc vào tỷ lệ gelatin bổ sung, ví dụ CT8 bổ sung 0,8% gelatin cho hàm lượng protein trong sữa chua là 3,57%, cao hơn hẳn so với CT7 bổ sung 0,2% gelatin, hàm lượng protein đạt 3,11%. Hàm lượng carbohydrate và lipid biến động không đáng kể khi bổ sung gelatin và tinh bột biến tính vào sữa chua với tỷ lệ khác nhau (Bảng 6).

Bảng 4. Ảnh hưởng của nguyên liệu phụ đến thành phần dinh dưỡng và đặc tính cấu trúc của sữa chua đậu nành mứt đông thanh long

Công thức	Khả năng giữ nước (%)	EPS (mg/kg)	Axit tổng số (%)	Carbohydrate (%)	Protein (%)	Lipid (%)
CT1	$50,14^{a} \pm 0,87$	$1770,67^{c} \pm 2,21$	$0,733^{c} \pm 0,003$	$14,35^{bc} \pm 0,41$	$2,73^{b} \pm 0,02$	$1,39^{b} \pm 0,01$
CT2	$54,17^{a} \pm 2,43$	$1839,14^{bc} \pm 28,63$	$0,745^{bc} \pm 0,006$	$14,06^{c} \pm 0,21$	$3,15^{a} \pm 0,04$	$1,26^{c} \pm 0,01$
CT3	$50,23^{a} \pm 0,70$	$1818,52^{c} \pm 67,81$	$0,762^{b} \pm 0,005$	$13,95^{c} \pm 0,50$	$2,93^{b} \pm 0,03$	$1,14^{d} \pm 0,01$
CT4	$54,65^{a} \pm 2,83$	$1921,61^{bc} \pm 40,06$	$0,835^{a} \pm 0,004$	$13,55^{c} \pm 0,14$	$3,33^{a} \pm 0,02$	$1,49^{a} \pm 0,00$
CT5	$52,40^{a} \pm 1,55$	$2185,29^{a} \pm 93,62$	$0,752^{bc} \pm 0,002$	$15,53^{b} \pm 0,29$	$2,88^{b} \pm 0,06$	$1,29^{c} \pm 0,00$
CT6	$45,92^{a} \pm 3,19$	$1997,25^{b} \pm 44,43$	$0,665^{d} \pm 0,004$	$16,94^{a} \pm 0,08$	$2,24^{c} \pm 0,04$	$0,90^{e} \pm 0,01$

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số liệu có cùng chữ cái thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê (P ≥0,05) trong phép so sánh Tukey một chiều.

Bảng 5. Ảnh hưởng của phụ gia đến chất lượng cảm quan của sữa chua đậu nành bổ sung mứt đông thanh long

Công thức	Trạng thái	Mùi vị	Chất lượng tổng thể
CT7	$3,09^{bc} \pm 0,41$	$3,64^{a} \pm 0,62$	$3,91^{ab} \pm 0,59$
CT8	$5,64^{a} \pm 0,49$	$5,45^{a} \pm 0,65$	$5,73^{a} \pm 0,62$
CT9	$4,82^{ab} \pm 0,50$	$3,64^{a} \pm 0,66$	$3,82^{ab} \pm 0,57$
CT10	$3,91^{ab} \pm 0,68$	$3,91^{a} \pm 0,39$	$3,82^{ab} \pm 0,44$
CT11	$4,36^{ab} \pm 0,39$	$3,09^{a} \pm 0,44$	$3,55^{ab} \pm 0,47$
CT12	$4,36^{ab} \pm 0,54$	$4,18^{a} \pm 0,70$	$4,36^{ab} \pm 0,66$

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số liệu có cùng chữ cái thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê (P ≥0,05) trong phép kiểm định Friedman.

Bảng 6. Ảnh hưởng của tỉ lệ bổ sung phụ gia đến chất lượng sữa chua đậu nành bổ sung mứt đông thanh long

Công thức	Khả năng giữ nước (%)	EPS (mg/kg)	Axit tổng số (%)	Carbohydrate (%)	Protein (%)	Lipid (%)
CT7	$48,52^{c} \pm 2,25$	$1556,48^{ab} \pm 58,69$	$0,758^{c} \pm 0,001$	$12,05^{a} \pm 0,13$	$3,11^{d} \pm 0,00$	$1,19^{b} \pm 0,01$
CT8	$96,40^{a} \pm 1,31$	$1736,40^{a} \pm 55,72$	$0,774^{b} \pm 0,003$	$11,88^{a} \pm 0,20$	$3,57^{a} \pm 0,00$	$1,27^{a} \pm 0,00$
CT9	$52,18^{bc} \pm 1,10$	$1292,31^{c} \pm 12,39$	$0,748^{c} \pm 0,002$	$11,78^{a} \pm 0,35$	$3,06^{e} \pm 0,01$	$1,21^{ab} \pm 0,02$
CT10	$93,02^{ab} \pm 1,54$	$1734,69^{a} \pm 14,67$	$0,790^{a} \pm 0,001$	$11,99^{a} \pm 0,04$	$3,52^{b} \pm 0,01$	$1,21^{ab} \pm 0,00$
CT11	$86,87^{b} \pm 0,75$	$1713,75^{a} \pm 36,94$	$0,786^{a} \pm 0,001$	$12,45^{a} \pm 0,14$	$3,31^{c} \pm 0,01$	$1,19^{b} \pm 0,01$
CT12	$48,37^{c} \pm 0,29$	$1375,41^{bc} \pm 14,81$	$0,773^{b} \pm 0,003$	$12,51^{a} \pm 0,09$	$2,86^{f} \pm 0,01$	$1,24^{ab} \pm 0,01$

Ghi chú: Trong cùng một cột, những số liệu có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê (P ≥0,05) trong phép so sánh Tukey một chiều.

Bảng 7. Giá trị dinh dưỡng của sữa chua đậu nành mứt đông thanh long (trong 100g)

Thành phần	Sữa chua động vật	Sữa chua đậu nành	Đơn vị
Năng lượng	90,4	74,1	kcal
Protein	3,1	3,6	g
Lipid	2,4	1,3	g
Carbohydrate	14,1	12,0	g
Hàm lượng axit tổng số	0,8	0,8	g
Khả năng giữ nước	98,5	96,1	%

Như vậy, căn cứ vào kết quả phân tích thành phần dinh dưỡng và chất lượng cảm quan của sữa chua đậu nành mứt thanh long, CT8 (0,8% gelatin và 0,2% tinh bột biến tính) có điểm xếp hạng mức độ ưa thích cao nhất, cấu trúc ổn định, trạng thái mềm mịn, hương vị hài hòa, và có chất lượng dinh dưỡng tương đối cao.

3.3. Đánh giá chất lượng sữa chua đậu nành bổ sung mứt đông thanh long

Sau khi xác định được thành phần nguyên liệu phụ và phụ gia bổ sung để cải thiện chất lượng sữa chua đậu nành mứt đông thanh long, sản phẩm được phân tích các chỉ tiêu chất lượng. Kết quả được thể hiện trong bảng 7.

Số liệu bảng 7 cho thấy trong 100g sữa chua động vật được thương mại trên thị trường có năng lượng khoảng 90,4 kcal; hàm lượng protein 3,1g; lipid 2,4g và carbohydrate 14,1g. Trong khi đó, thành phần dinh dưỡng trong 100g sữa chua đậu nành mứt đông thanh long trong nghiên cứu này chứa 3,6g protein; 1,3g lipid và 12,0g carbohydrate. Kết quả này cho thấy sản phẩm sữa chua đậu nành mứt đông thanh long

có hàm lượng protein tương đương với sản phẩm sữa chua có động vật được thương mại trên thị trường. Ngoài ra, sữa chua đậu nành có hàm lượng chất béo chỉ bằng khoảng 50% so với sữa chua động vật, do đó thích hợp cho những người ăn kiêng, đang điều trị các bệnh liên quan đến chuyển hóa chất béo. Bên cạnh đó, việc bổ sung nguyên liệu phụ và phụ gia đã cải thiện đáng kể chất lượng cảm quan đặc biệt là khả năng giữ nước, trạng thái, và chất lượng cảm quan tổng thể của sữa chua.

4. KẾT LUẬN

Kết quả của nghiên cứu này cho thấy để cải thiện chất lượng dinh dưỡng, sự ổn định về cấu trúc và cảm quan của sữa chua đậu nành, một số nguyên liệu phụ và phụ gia được bổ sung với tỷ lệ như sau: 1,5% whey protein, 0,5% sữa bột gầy; 0,5% kem sữa; 0,8% gelatin và 0,2% tinh bột biến tính. Sản phẩm có 3,6% protein; 1,3% lipid và 12,0% carbohydrate, chất lượng cảm quan tốt, khả năng giữ nước cao, hàm lượng protein tương đương với các sản phẩm sữa chua động vật trên thị trường, hương vị hấp dẫn và có tiềm năng thương mại hoá nhằm đáp ứng nhu cầu thị hiếu ngày càng đa dạng của người tiêu dùng.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Sở Khoa học và Công nghệ thành phố Hà Nội trong đề tài mã số 01C-06 và Hội đồng liên đại học vùng Flander (VLIR-UOS), Bỉ trong dự án Team 2022 mã số VN2022TEA532A103. Nhóm tác giả xin gửi lời cảm ơn tới cán bộ và sinh viên của Khoa Công nghệ thực phẩm, Học viện Nông nghiệp Việt Nam đã hỗ trợ thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Ares G., Gonçalvez D., Pérez C., Reolón G., Segura N., Lema P. & Gámbaro A. (2007). Influence of gelatin and starch on the instrumental and sensory texture of stirred yogurt. International Journal of Dairy Technology. 60(4): 263-269.

Aydar E.F., Tutuncu S. & Ozcelik B. (2020). Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. Journal of Functional Foods. 70: 103975.

Berghout J., Boom R. & Van der Goot A. (2015). Understanding the differences in gelling properties between lupin protein isolate and soy protein isolate. Food Hydrocolloids. 43: 465-472.

Bộ Khoa học và Công nghệ (2015). TCVN 11183:2015 - Phân tích cảm cảm - Phương pháp luận - Xếp hạng.

Bộ Khoa học và Công nghệ (1988). TCVN 4589:1988 - Phương pháp xác định hàm lượng axit tổng số và axit bay hơi.

Bộ Khoa học và Công nghệ (2000). TCVN 6688-3:2000 - Xác định hàm lượng chất béo bằng phương pháp khối lượng Weibull-berntrop.

Bộ Khoa học và Công nghệ (2015). TCVN 8125:2015 - Xác định hàm lượng nito và tính hàm lượng protein thô.

Chandan R.C. & Kilara A. (2013). Manufacturing yogurt and fermented milks. Wiley Online Library.

Chen Y., Li P., Liao L., Qin Y., Jiang L. & Liu, Y. (2021). Characteristic fingerprints and volatile flavor compound variations in Liuyang Douchi during fermentation via HS-GC-IMS and HS-SPME-GC-MS. Food Chemistry. 361: 130055.

Chien H.-L., Huang H.-Y. & Chou C.-C. (2006). Transformation of isoflavone phytoestrogens during the fermentation of soymilk with lactic acid bacteria and bifidobacteria. Food microbiology. 23(8): 772-778.

Delarue J. & Sieffermann J.-M. (2004). Sensory mapping using Flash profile. Comparison with a conventional descriptive method for the evaluation of the flavour of fruit dairy products. Food quality and preference. 15(4): 383-392.

Enikeev R. (2012). Development of a new method for determination of exopolysaccharide quantity in fermented milk products and its application in technology of kefir production. Food Chemistry. 134(4): 2437-2441.

Isleten M. & Karagul-Yuceer Y. (2006). Effects of dried dairy ingredients on physical and sensory properties of nonfat yogurt. Journal of dairy science. 89(8): 2865-2872.

Jaeger S.R., Cardello A.V., Jin D., Ryan G.S. & Giacalone D. (2023). Consumer perception of plant-based yoghurt: Sensory drivers of liking and emotional, holistic and conceptual associations. Food Research International. 167: 112666.

Kaur R., Kaur G., Mishra S.K., Panwar H., Mishra K. & Brar G.S. (2017). Yogurt: A nature's wonder for mankind. International Journal of Fermented Foods. 6(1): 57-69.

Lê Mỹ Hồng, Bùi Thị Quỳnh Hoa, Dương Thị Phượng Liên, Nguyễn Thị Thu Thủy, Phan Thị Thanh Quế

& Lý Nguyễn Bình (2012). Một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình lên men và chất lượng sản phẩm yaourt, Đại học Đà Nẵng.

Lema Almeida K.A., Koppel K. & Aldrich C.G. (2022). Sensory attributes, dog preference ranking, and oxidation rate evaluation of sorghum-based baked treats supplemented with soluble animal proteins. Journal of Animal Science. 100(8): skac191.

Lim Y.Y. & Murtijaya J. (2007). Antioxidant properties of Phyllanthus amarus extracts as affected by different drying methods. LWT - Food Science and Technology. 40: 1664-1669.

Nguyen Duc Doan (2019). Evaluation of the physicochemical properties and sensory attributes of yoghurt made from mixtures of goat's and cow's milks. Vietnam Journal of Agricultural Sciences. 2(3): 426-433.

Nielsen S.S. (2003). Food analysis laboratory manual. Springer.

Okoye J. & Ene G. (2016). Effect of Sweet Potato Starch Addition on the Physico-Chemical and Microbiological Qualities of Stirred Yoghurts. International Journal of Science and Engineering Investigations. 5(7): 20-23.

Santos J., Pretto J., Polon A., Monego M. & von Laer A. (2014). Evaluation of mango (Mangifera indica) yoghurt acceptability. Magistra. 26(cbpfh): 239-242.

Sodini I., Montella J. & Tong P.S. (2005). Physical properties of yogurt fortified with various commercial whey protein concentrates. Journal of the Science of Food and Agriculture. 85(5): 853-859.

Sodini I. & Tong P.S. (2013). Milk and milk-based ingredients. Manufacturing Yogurt and Fermented Milks. pp. 177-191.

Sumarna (2008). Changes of raffinose and stachyose in soy milk fermentation by lactic acid bacteria from local fermented foods of Indonesian. Malaysian Journal of Microbiology. 4(2): 26-34.

Shori A.B. (2013). Antioxidant activity and viability of lactic acid bacteria in soybean-yogurt made from cow and camel milk. Journal of Taibah University for Science. 7(4): 202-208.

Tamime A.Y. & Robinson R.K. (2007). Tamime and Robinson's yoghurt: science and technology. Elsevier.

Trần Thị Định, Nguyễn Thị Thúy Ngà, Vũ Thị Huyền, Nguyễn Thị Hoàng Lan, Bùi Thúy Ngọc, Vũ Thị Kim Oanh & Đinh Thị Hiền. Ảnh hưởng của nguyên liệu đến chất lượng sữa chua đậu tương bổ sung bí đỏ và mứt đông cam. Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam. 21(6): 900-908.

Weng B.B.-C., Yuan H.-D., Chen L.-G., Chu C. & Hsieh C.-W. (2023). Soy yoghurts produced with efficient GABA (γ-aminobutyric acid)-producing *Lactiplantibacillus plantarum* ameliorate hyperglycaemia and re-establish gut microbiota in streptozotocin (STZ)-induced diabetic mice. Food & Function. 14(3): 1699-1709.

Ya E.K.L. (2022). Biotransformation of Okara (Soybean Residue) Using Probiotic *Bacillus Subtilis* and *Bacillus Coagulans.* National University of Singapore (Singapore).

Yang M., Fu J. & Li L. (2012). Rheological characteristics and microstructure of probiotic soy yogurt prepared from germinated soybeans. Food Technology and Biotechnology. 50(1): 73.