

ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ BỔ SUNG BỘT VI TẢO *Spirulina* ĐẾN CHẤT LƯỢNG SỮA CHUA TRONG QUÁ TRÌNH BẢO QUẢN LẠNH

Nguyễn Thị Quyên[✉], Trần Thị Thu Hằng

Học viện Nông nghiệp Việt Nam

TÓM TẮT

Mục tiêu: Nghiên cứu này khảo sát ảnh hưởng của việc bổ sung bột vi tảo *Spirulina* với các tỉ lệ khác nhau đến chất lượng của sữa chua truyền thống trong quá trình bảo quản lạnh.

Phương pháp: Nghiên cứu tập trung vào tác động của bột vi tảo đối với mật độ của hai loại vi khuẩn lactic đặc trưng là *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* và *Streptococcus thermophilus*, với các mức bổ sung vi tảo là 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 (% theo khối lượng) và một mẫu đối chứng không bổ sung. Các mẫu sữa chua được bảo quản ở nhiệt độ 4 °C, và các chỉ tiêu như pH, độ nhớt và mật độ tế bào vi khuẩn lactic được xác định tại các thời điểm 1, 7, 14, 21 và 28 ngày.

Kết quả: Ở tất cả các mẫu sữa chua có bổ sung bột vi tảo xoắn, mật độ vi khuẩn lactic luôn duy trì trên 10^7 CFU/g, trong khi mật độ vi khuẩn ở mẫu đối chứng thấp hơn trong suốt quá trình bảo quản. Tất cả các mẫu đều đạt yêu cầu về cảm quan, độ nhớt, pH của sữa chua trong quá trình bảo quản lạnh.

Kết luận: Bột vi tảo xoắn *Spirulina* có tác dụng tích cực đối với sự tồn tại của vi khuẩn lactic trong sữa chua trong thời gian 28 ngày bảo quản lạnh ($p \leq 0,05$). Phân tích cảm quan cũng chỉ ra rằng mẫu sữa chua bổ sung 0,6% bột vi tảo xoắn có mức độ ưa thích cao nhất về các tiêu chí đánh giá.

Từ khóa: *Spirulina*, *Lactobacillus. bulgaricus* và *Streptococcus thermophilus*, sữa chua

INFLUENCE OF *Spirulina* POWDER ON QUALITY OF YOGHURT DURING COLD STORAGE TIME

ABSTRACT

Aims: The main purpose of this research was to investigate the influence of the powdered *Cyanobacterium Spirulina platensis*, in addition to plain yogurt, on the survival of lactic acid bacteria during refrigerated storage.

Methods: pH, viscosity, and cell viability of yogurt starter cultures (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*) under refrigeration conditions in yogurts prepared with (0.2, 0.4, 0.6, 0.8 (% w/w) and without the addition of *Spirulina* powder was investigated. The samples of yogurts were stored at 4 °C and investigated on days 1, 7, 14, 21, and 28.

Results: In all yogurt samples supplemented with *spirulina* powder, the density of lactic acid bacteria was always maintained above 10^7 CFU/g, while the density of bacteria in the control sample was lower during the storage period. All samples met the requirements for sensory, viscosity, and pH of yogurt during cold storage.

✉ Tác giả liên hệ: Nguyễn Thị Quyên
Email: quyennctntp@gmail.com
Doi: 10.56283/1859-0381/873

Nhận bài: 25/12/2024 Chính sửa: 26/2/2025
Chấp nhận đăng: 28/2/2025
Công bố online: 28/2/2025

Conclusion: *Spirulina* powder had a positive effect on the survival of lactic acid bacteria in yogurt during 28 days of cold storage ($p \leq 0.05$). Sensory analysis also showed that the yogurt sample supplemented with 0.6% *spirulina* powder had the highest preference in terms of evaluation criteria.

Keywords: *Spirulina*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, and yogurt

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sữa chua (yoghurt) là sản phẩm sữa lên men phổ biến, giàu dinh dưỡng và dễ tiêu hóa nhờ quá trình lên men acid lactic với *Streptococcus thermophilus* và *Lactobacillus bulgaricus* [1]. Sữa chua chứa nhiều chất khoáng như canxi, photpho và các vitamin như C, D giúp tăng cường hệ miễn dịch, tăng cường hấp thụ các chất dinh dưỡng và tăng khả năng dung nạp đường lactose [2]. Lợi khuẩn trong sữa chua giúp cân bằng hệ vi sinh đường ruột, đặc biệt sau khi dùng kháng sinh. Tuy nhiên, sữa chua truyền thống có hương vị và màu sắc giới hạn. Hiện nay, người tiêu dùng quan tâm hơn đến sữa chua có giá trị chức năng, thúc đẩy nghiên cứu và phát triển các sản phẩm đa dạng về hương vị và thành phần dinh dưỡng [3].

Vi tảo là thực phẩm giàu dinh dưỡng với hàm lượng protein chất lượng cao, chứa nhiều acid béo không no như linoleic (13,784 mg/kg), V-linoleic (11,980 mg/kg), EPA, cùng canxi, vitamin B, E, K, H và khoáng chất thiết yếu. Ở một số nơi như Châu Phi, Mexico, vi tảo được xem là món ăn truyền thống. Ngoài ra, vi tảo còn giàu sắt, cung cấp 18/20 acid amin và có khả năng hỗ trợ hệ miễn dịch, thậm chí giúp ngăn ngừa ung thư theo một số nghiên cứu [4]. Ở Việt Nam hiện nay, công nghệ sinh học vi tảo và ứng dụng vi tảo vào một số lĩnh vực đang được quan tâm khi diện tích nuôi

trồng cũng như sản lượng vi tảo đang ngày một tăng lên [5].

Tảo *Spirulina* là vi tảo đơn bào màu xanh lục, tự dưỡng bằng quang hợp và là nguồn protein đơn bào quý được quan tâm rộng rãi. Chúng có hàm lượng protein cao (55-70% trọng lượng khô), chứa đầy đủ amino acid thiết yếu, khoáng chất và acid béo có lợi như omega-3, gamma-linolenic acid [6]. Tảo *Spirulina* còn chứa các hợp chất hoạt tính sinh học như phycocyanin, chlorophyll, carotenoid, nhưng sản phẩm tảo tươi hoặc bột tảo thường có mùi tanh, gây khó khăn khi tiêu thụ.

Kết hợp sữa chua và tảo *Spirulina* không chỉ tạo ra sản phẩm mới lạ, giàu dinh dưỡng, mà còn cải thiện cảm quan và giảm mùi tanh nhờ quá trình lên men. Ngoài ra, sữa chua bổ sung *Spirulina* cung cấp dưỡng chất từ vi tảo tự nhiên và bổ sung lợi khuẩn probiotic giúp cân bằng hệ vi sinh đường ruột. Tuy nhiên, mật độ vi sinh vật đặc trưng của sữa chua sẽ giảm dần trong thời gian bảo quản lạnh, và khi mật độ tế bào $< 10^6$ CFU/g thì sản phẩm không đảm bảo về tiêu chí vi sinh và để mang lại hiệu quả tốt nhất, sữa chua phải đảm bảo đủ số lượng vi sinh vật sống trong toàn bộ thời hạn sử dụng. Chính vì vậy, việc theo dõi ảnh hưởng của việc bổ sung vi tảo đến chất lượng của sữa chua trong quá trình bảo quản lạnh là cần thiết.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Nguyên liệu: Sữa tiệt trùng TH không đường, đường kính trắng, chủng vi khuẩn *Lactobacillus bulgaricus* và *Streptococcus thermophilus* (CHR-Hansen- Đan Mạch), bột vi tảo *Spirulina* có hàm lượng protein dao động từ 55-70%, độ ẩm <10% được chứng nhận dGACP-WHO 2003: BSIVN1049/2012

2.2. Phương pháp công nghệ

Sữa chua được sản xuất từ sữa tươi không đường tiệt trùng với hàm lượng chất béo (3,2%), protein (2,9%) được bổ sung 7,5% đường và 0,02% giống khởi động *Lactobacillus bulgaricus* và *Streptococcus thermophilus* (w/ w sữa nguyên liệu) được tiến hành lên men theo quy trình sản xuất sữa chua truyền thống, bột vi tảo được bổ sung theo các tỉ lệ tại thời điểm phối trộn dịch sữa là 0% (Đối chứng- ĐC); 0,2; 0,4; 0,6; 0,8% (w bột vi tảo/ w sữa nguyên liệu).

2.3. Phương pháp phân tích

Phương pháp xác định pH: Sử dụng máy đo pH cầm tay ORION 230A+ để đo giá trị pH của sữa chua sau 1, 7, 14, 21 và 28 ngày bảo quản lạnh.

Phương pháp xác định độ nhớt của sữa chua: Các mẫu sữa chua tại thời điểm 1, 7, 14, 21 và 28 ngày bảo quản lạnh ở $4\pm 2^{\circ}\text{C}$, được tiến hành đo độ nhớt ở nhiệt độ 6°C bằng máy Brook-field DV+I (Brook-field, Middlebro, MA USA) [7]. Sử dụng trục đo S63, tốc độ 30 vòng/ phút trong thời gian 25 giây. Độ nhớt được biểu thị bằng đơn vị mPa.s.

2.4. Phân tích số liệu

Số liệu được xử lí bằng phần mềm Excel. Sự khác biệt giữa các công thức bổ sung bột vi tảo được so sánh theo phân

mua tại công ty Cổ phần Tảo Vĩnh Hảo, Tuy Phong, Bình Định.

Hóa chất chuẩn bị môi trường MRS và M17 cho nuôi cấy vi khuẩn lactic - Merck (Đức). Những hóa chất thông dụng khác được cung cấp bởi Samchun (Hàn Quốc) với độ tinh khiết phân tích.

Các chỉ tiêu phân tích bao gồm: pH, độ nhớt, và mật độ tế bào vi khuẩn *Lactobacillus bulgaricus* và *Streptococcus thermophilus* được phân tích tại các thời điểm 1, 7, 14, 21 và 28 ngày bảo quản lạnh ở nhiệt độ $4\pm 2^{\circ}\text{C}$. Chất lượng cảm quan của sữa chua bổ sung vi bột vi tảo được đánh giá theo thang điểm thị hiếu Hedonic (9 điểm) tại thời điểm 1 ngày và 14 ngày bảo quản lạnh.

Phương pháp xác định vi sinh vật đặc trưng của sữa chua: Sự phát triển của vi sinh vật đặc trưng của sữa chua *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* và *Streptococcus thermophilus* được xác định bằng phương pháp đếm khuẩn lạc ở 37°C [8].

Phương pháp phân tích cảm quan: Chất lượng cảm quan của sữa chua bổ sung bột vi tảo được đánh giá trên các tiêu chí gồm màu sắc, mùi, vị, trạng thái và chất lượng tổng thể bằng thang điểm Hedonic [9].

tích phương sai ANOVA một chiều theo chuẩn Tukey trên phần mềm Minitab 21.

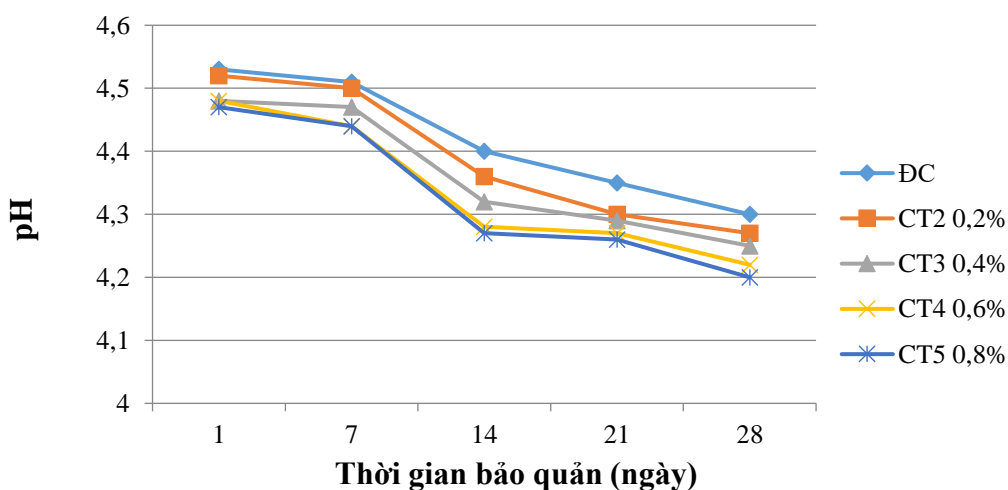
III. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của vi tảo *Spirulina* đến pH của sữa chua trong quá trình bảo quản lạnh

Bổ sung bột vi tảo ảnh hưởng đến pH của sữa chua trong quá trình bảo quản lạnh (Hình 1). Đặc biệt, mẫu ĐC có pH cao hơn đáng kể, và pH của tất cả công thức đều giảm sau 28 ngày bảo quản. Các mẫu bổ sung vi tảo *Spirulina* (CT2-CT5) cung cấp dinh dưỡng cho vi khuẩn lên men nhờ hàm lượng protein cao, đặc biệt là các acid amin – tiền chất tổng hợp nucleotide, vitamin và khoáng chất [10]. *Lactobacillus bulgaricus* và *Streptococcus thermophilus* cần các chất này để phát triển, làm tăng chuyển hóa glucose thành acid lactic, dẫn đến giảm pH [7, 11]. Malik (2011) cũng chỉ ra rằng khi tăng tỷ lệ vi tảo từ 0,2% đến 0,8%, pH giảm từ 4,57 – 4,47, với sự khác biệt có ý nghĩa từ mức 0,4% so với đối chứng tại ngày bảo quản đầu tiên [12]. Trong suốt quá trình bảo quản lạnh, tỷ lệ vi tảo bổ sung càng cao, giá trị pH của sữa chua càng giảm. Cụ thể, CT5 (0,8% vi tảo) có pH giảm mạnh từ 4,47 xuống 4,2 sau 28 ngày. Xu hướng tương tự cũng xuất hiện

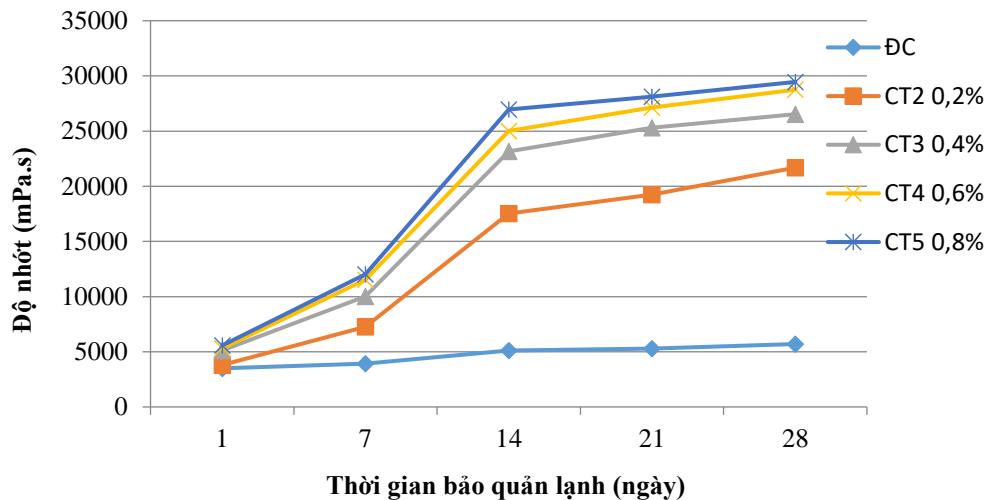
ở CT2, CT3, CT4, với pH hầu hết dưới 4,3 sau 28 ngày. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Varga & cs. (2002) [10] và chỉ cao hơn không đáng kể so với Guldás & Irkin (2010) [13], khi pH của sữa chua bổ sung *Spirulina* và *Lactobacillus acidophilus* dao động quanh 4,2 sau 21 ngày bảo quản.

Trong quá trình bảo quản, vi khuẩn lactic tiếp tục chuyển hóa lactose thành acid lactic, làm tăng độ acid và giảm pH. Đặc biệt, pH giảm mạnh từ ngày 7 đến ngày 14, do giai đoạn phát triển mạnh của *L. bulgaricus* và *S. thermophilus*, dẫn đến tích tụ acid lactic. Khi pH giảm xuống 3,6, kết hợp với nhiệt độ thấp, số lượng vi khuẩn suy giảm sau 3 tuần. Quá trình acid hóa mạnh trong 14 ngày đầu ức chế vi khuẩn sau 28 ngày [14]. Tamime (1975) cho rằng sản phẩm có pH ≥ 4 được ưa chuộng, trong khi Ioanna & cs. (1990) xác định độ acid tối ưu cho hương vị là 1,00% acid lactic [15].



Hình 1. Sự thay đổi pH của sữa chua bổ sung bột vi tảo *Spirulina* trong thời gian bảo quản lạnh

3.2. Ảnh hưởng của vi tảo *Spirulina* đến độ nhớt của sữa chua trong quá trình bảo quản lạnh



Hình 2. Sự thay đổi độ nhớt của sữa chua bổ sung bột vi tảo *Spirulina* trong thời gian bảo quản lạnh

Độ nhớt của sữa chua tăng dần trong quá trình bảo quản lạnh, với mẫu đối chứng có độ nhớt thấp nhất và mẫu bổ sung 0,8% vi tảo có độ nhớt cao nhất (Hình 2). Ở ngày đầu tiên, độ nhớt của các công thức dao động từ 3500-5568 mPa.s. Đến ngày 7, độ nhớt tăng đáng kể, với mẫu đối chứng tăng 420 mPa.s, trong khi mẫu bổ sung 0,8% vi tảo tăng 6446 mPa.s. Đến ngày 14, độ nhớt đạt cực đại,

đặc biệt mẫu 0,8% vi tảo tăng lên 14940 mPa.s, so với 1180 mPa.s ở mẫu đối chứng. Từ ngày 21-28, độ nhớt tiếp tục tăng nhưng chậm hơn, với mẫu 0,8% vi tảo đạt 29456 mPa.s. Vi tảo cung cấp dinh dưỡng cho *S. thermophilus*, thúc đẩy tổng hợp Exopolysaccharide, liên kết với casein tạo độ nhớt, với cực đại trùng với mật độ vi khuẩn lactic cao nhất vào ngày 14.

3.3. Ảnh hưởng của vi tảo *Spirulina* đến mật độ tế bào vi khuẩn của sữa chua trong quá trình bảo quản lạnh

Trong thời gian bảo quản lạnh hai vi khuẩn *S.thermophilus* và *L. bulgaricus* có xu hướng giảm dần về số lượng nhưng để duy trì được tính chất của sữa chua thì mật độ của chúng phải đảm bảo trên 10^6 cfu/g. Trong thí nghiệm này, các mẫu sữa

chua được tiến hành lấy mẫu và pha loãng đến nồng độ thích hợp và được cấy trong môi trường tương ứng, đảm bảo cho hai vi khuẩn *S.thermophilus* và *L. Bulgaricus* có thể sinh trưởng tốt nhất.

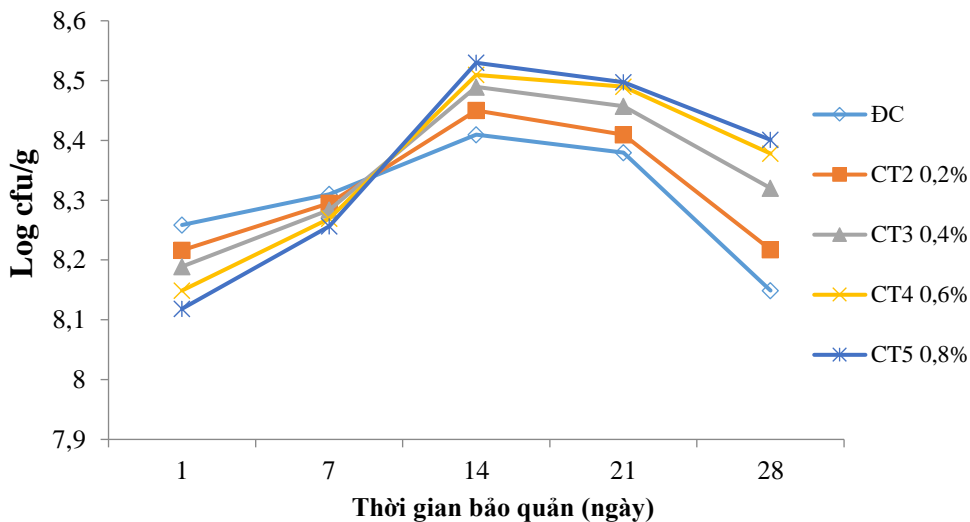
3.3.1. Ảnh hưởng tỷ lệ bổ sung vi tảo *Spirulina* đến mật độ tế bào vi khuẩn *S. thermophilus*

Mật độ *S. thermophilus* tăng trong 14 ngày đầu và giảm dần từ ngày 14-28 (Hình 3). Ngày đầu, mẫu đối chứng có

mật độ cao nhất, trong khi CT5 thấp nhất. Đến ngày 7, vi khuẩn tăng ở tất cả công thức nhưng CT5 vẫn thấp nhất. Tuy

nhiên, đến ngày 14, mẫu đối chứng có mật độ thấp nhất, trong khi CT5 đạt 8,5 log cfu/g, cao nhất trong các công thức bổ

sung vi tảo, phù hợp với nghiên cứu của Guldás & Irkin (2010) [13].



Hình 3. Mật độ tế bào vi khuẩn *S. thermophilus* trong sữa chua bổ sung bột vi tảo trong thời gian bảo quản lạnh

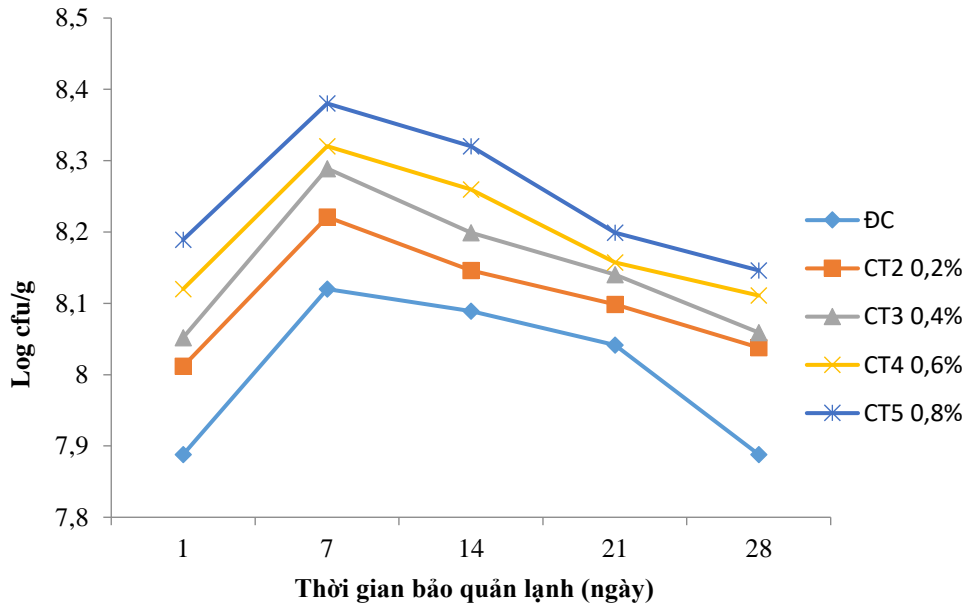
Sự biến đổi này do CT2-CT5 được bổ sung vi tảo, cung cấp dinh dưỡng phong phú cho vi khuẩn, trong khi mẫu đối chứng không có sự tăng trưởng mạnh. CT5 (0,8% vi tảo) có mật độ vi khuẩn cao nhất, tiếp theo là CT4, CT3, CT2. Sau 14 ngày, vi khuẩn đạt cực đại do thích ứng môi trường và hấp thụ dinh dưỡng. Đến ngày 21-28, mật độ vi khuẩn giảm do dinh dưỡng cạn kiệt, với mẫu đối chứng thấp nhất, tiếp theo là CT2, CT3, CT4, và CT5 vẫn cao nhất.

Việc bổ sung vi tảo *Spirulina* ảnh hưởng đáng kể đến mật độ *S. thermophilus*. Theo Marranzini & cs. (1987); Malik (2011)[12], vi khuẩn này phát triển chậm ở nhiệt độ dưới 10°C, do đó khi sữa chua được bảo quản ở 2-6°C, tốc độ phát triển giảm, đạt cực đại sau 14 ngày. Tuy nhiên, pH giảm dần sau đó, ức chế sự sinh trưởng của vi khuẩn, dẫn đến mật độ giảm sau 28 ngày bảo quản.

3.3.2. Ảnh hưởng tỷ lệ bổ sung vi tảo *Spirulina* đến mật độ tế bào vi khuẩn *L. bulgaricus*

Cùng với *S. thermophilus*, vi khuẩn *L. bulgaricus* đóng vai trò quan trọng trong

lên men, tạo hương vị và kết cấu sữa chua trong bảo quản lạnh.



Hình 4. Mật độ tế bào vi khuẩn *L. bulgaricus* trong sữa chua bổ sung bột vi tảo trong thời gian bảo quản lạnh

Ảnh hưởng của vi tảo *Spirulina* đến mật độ *L. bulgaricus* được thể hiện ở Hình 5. Khác với *S. thermophilus*, mật độ *L. bulgaricus* tăng trong 7 ngày đầu, sau đó giảm đến ngày 28. Và chúng ta có thể thấy, so với vi khuẩn *S. thermophilus* thì vi khuẩn *L. Bulgaricus* có mật độ tế bào thấp hơn. Ở ngày thứ nhất, công thức 5 có mật độ tế bào vi khuẩn cao nhất và công thức đối chứng có mật độ tế bào vi khuẩn thấp nhất, điều này ngược lại với vi khuẩn *S. thermophilus* [13].

Đến thời điểm 7 ngày bảo quản lạnh, mật độ vi khuẩn đạt đến mức cao nhất ở tất cả các công thức và công thức đối chứng có mật độ thấp nhất và có xu hướng giảm ở các ngày bảo quản còn lại, nguyên nhân ở đây cũng là do ở 7 ngày lượng chất dinh dưỡng trong sữa chua ở các công thức này cao, bởi các công thức này có bổ sung vi tảo *Spirulina* có chứa nồng độ acid amin đáng kể, tiền chất của acid nucleic, vitamin, khoáng chất, v.v [16], đây là nguồn thức ăn rất giàu dinh dưỡng cho vi khuẩn. Đến gần cuối của quá trình bảo quản, chất dinh dưỡng gần cạn kiệt,

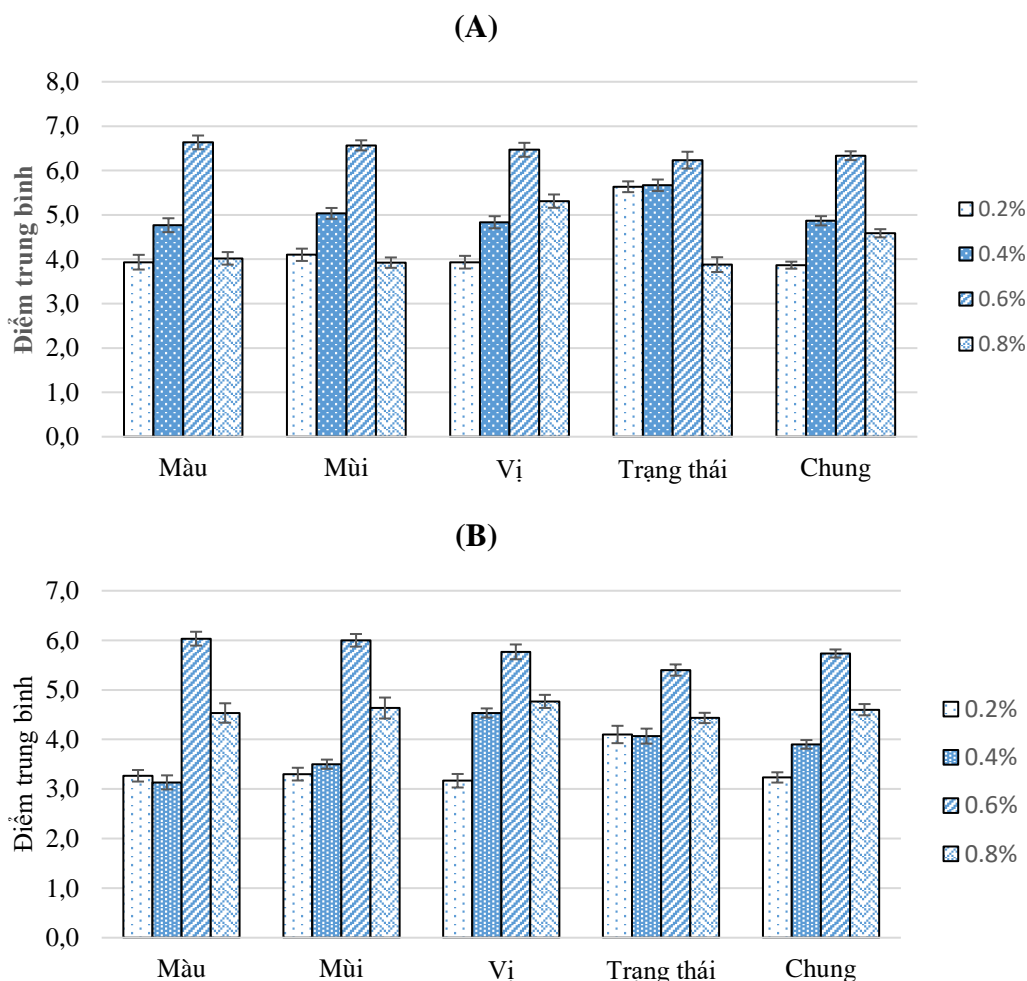
sự cạnh tranh chất dinh dưỡng để sinh tồn cùng với sản phẩm của quá trình trao đổi chất đã ức chế quá trình sinh trưởng của vi sinh vật, nên vi sinh vật bị chết đi làm cho số lượng vi sinh vật bị giảm mạnh. Nghiên cứu của Marranzini & cs. (1987); Guldas & Irkin (2010); Malik (2011) cũng chỉ ra rằng, vi khuẩn *Lactobacillus bulgaricus* đạt đỉnh sinh trưởng sau 7 ngày bảo quản lạnh và có xu hướng giảm về mật độ sau đó, đồng thời vi khuẩn *Streptococcus thermophilus* có đạt giá trị cực đại về số lượng sau 14 ngày bảo quản lạnh sản phẩm [12; 13]. Chính sự kết hợp giữa 2 chủng vi khuẩn tạo nên hương vị, kết cấu cũng như đảm bảo được lượng lợi khuẩn cần thiết cho sữa chua trong quá trình bảo quản.

Đến ngày 7, mật độ vi khuẩn đạt cực đại ở tất cả công thức, với mẫu đối chứng thấp nhất, sau đó giảm dần. Nguyên nhân là do vi tảo *Spirulina* cung cấp acid amin, acid nucleic, vitamin, khoáng chất – nguồn dinh dưỡng dồi dào cho vi khuẩn [16]. Cuối quá trình bảo quản, dinh dưỡng cạn kiệt, vi khuẩn cạnh tranh sinh tồn và

bị ức chế bởi sản phẩm trao đổi chất, dẫn đến suy giảm số lượng. Theo Marranzini & cs. (1987), Guldas & Irkin (2010), Malik (2011) [12,13], *L. bulgaricus* đạt đỉnh sau 7 ngày và giảm dần, trong khi *S.*

thermophilus đạt cực đại sau 14 ngày. Sự kết hợp hai chủng này quyết định hương vị, kết cấu và duy trì lợi khuẩn trong sữa chua bảo quản lạnh.

3.4. Kết quả đánh giá cảm quan



Hình 5. Kết quả đánh giá cảm quan sữa chua bổ sung bột vi tảo *Spirulina* tại thời điểm (A) 1 ngày và (B) 28 ngày bảo quản lạnh.

Kết quả cảm quan (Hình 5) cho thấy bột vi tảo ảnh hưởng đến chất lượng sữa chua. Mẫu 0,2% vi tảo có điểm cảm quan thấp nhất, trong khi mẫu 0,6% đạt điểm cao nhất. Ở ngày 1, mẫu 0,6% vi tảo có màu xanh tươi, hương thơm hài hòa, không có mùi tanh, trong khi mẫu 0,8%

bắt đầu xuất hiện hậu vị khó chịu. Đến ngày 28, điểm cảm quan giảm, màu sắc nhạt hơn, vị chua tăng lên, nhưng mẫu 0,6% vẫn được ưa thích. Arslan & Aksay (2022) [17] cũng ghi nhận sữa chua bổ sung 0,5% *Spirulina* có điểm cảm quan cao nhất. Vi tảo *Chlorella vulgaris* làm

tăng độ axit và tiềm năng oxy hóa khử nhưng ảnh hưởng tiêu cực đến kết cấu khi nồng độ cao [18]. Barkallah & cs. (2017) [19] kết luận *Spirulina platensis* ở mức

$\leq 1\%$ cải thiện dinh dưỡng mà không làm giảm chất lượng cảm quan, nhưng nồng độ cao hơn gây thay đổi không mong muốn trong mùi vị và màu sắc.

IV. KẾT LUẬN

Kết quả trong nghiên cứu cho thấy bổ sung vi tảo *Spirulina* có tác dụng tích cực trong việc duy trì ổn định mật độ tế bào vi khuẩn *L.bulgaricus* và vi khuẩn *S.thermophilus* của sữa chua trong quá trình bảo quản lạnh. Sản phẩm đạt chất lượng tốt và được hội đồng cảm quan đánh giá ở mức độ khá thích khi tỷ lệ bổ

sung vi tảo *Spirulina* là 0,6%; đồng thời, các chỉ tiêu về mặt công nghệ như độ nhớt, pH của sữa chua trong quá trình bảo quản lạnh đạt yêu cầu. Vi tảo *Spirulina* có thể được sử dụng như nguồn nguyên liệu tiềm năng để phát triển sản phẩm sữa chua với hàm lượng dinh dưỡng và giá trị về mặt sinh học cao.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Học Viện Nông nghiệp Việt Nam, mã đề tài T2019-08-41. Nhóm tác giả xin gửi lời

cảm ơn tới cán bộ và sinh viên Khoa Công nghệ thực phẩm, Học Viện Nông nghiệp Việt Nam đã hỗ trợ thực hiện nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

1. Adolffson O, Meydani SN, Russell RM. 2004. Yogurt and gut function. *Journal of American College of Nutrition*. 2004;80(2): 245-256.
2. Elsanhoty RM & Ramadan MF. Changes in the physicochemical and microbiological properties of probiotic-fermented low-fat yogurt enriched with barley β -glucan during cold storage. *Mljekarstvo*. 2018;68(4):295–309. doi: 10.15567/mljekarstvo.2018.0405.
3. Piard JC & Desmazeaud M. Inhibiting factors produced by lactic acid bacteria. Bacteriocins and other antibacterial substances. *Le Lait*. 1992;72(2):113–142.doi: 10.1051/lait:199229.
4. Mahmoud YI, Shehata AM, Fares NH & Mahmoud AA. *Spirulina* inhibits hepatocellular carcinoma through activating p53 and apoptosis and suppressing oxidative stress and angiogenesis. *Life Sciences*. 2021;265:118827.
5. Đặng Đình Kim, Trần Văn Tựa, Dương Thị Thủy, Bùi Thị Kim Anh, Vũ Thị Nguyệt & Nguyễn Hồng Yên. Công nghệ sản xuất và ứng dụng vi tảo. *Nhà Xuất Bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*. 2018.
6. Chaouachi M, Vincent S, & Groussard C. A Review of the Health-Promoting Properties of *Spirulina* with a Focus on athletes' Performance and Recovery. *Journal of Dietary Supplements*. 2024;21(2):210-241.
7. Patel P, Jethani H, Radha C, Vijayendra SVN, Mudliar SN, Sarada R & Chauhan VS. Development of a carotenoid enriched probiotic yogurt from fresh biomass of *Spirulina* and its characterization. *Journal of food science and technology*. 2019; 56(8):3721-3731.
8. TCVN 8177-2009: Tiêu chuẩn Việt Nam 8177-2009: Sữa chua- Định lượng các vi sinh vật đặc trưng – Kỹ thuật đếm khuẩn lạc ở 37⁰C.
9. Hà Duyên Tư. Kỹ Thuật đánh giá cảm quan thực phẩm. *Nhà Xuất Bản Khoa Học và Kỹ Thuật Hà Nội*. 2010.
10. Varga L, Szigeti J, Kovács R, Földes T & Buti S. Influence of a *Spirulina platensis* biomass on the microflora of fermented ABT milks during storage (R1). *Journal of Dairy Science*. 2002; 85(5):1031-1038.
11. Kearney N, Stanton C, Colette D, Coakley M, Collins JK, Fitzgeralds G, & Ross RP. Challenges associated with the development of probiotics containing functional foods. Handbook of fermented functional foods. 2nd Edition (Edited by E. R. Farnworth), *CRC press, USA*. 2008.

12. Malik P. Utilization of spirulina powder for enrichment of ice cream and yoghurt (Doctoral dissertation, Karnataka Veterinary, Animal and Fisheries Sciences University, Bidar). 2011.
13. Guldas M & Irkin R. Influence of Spirulina platensis powder on the microflora of yogurt and acidophilus milk. *Mljekarstvo*. 2010; 60(4):237–243.
14. Marshall VM. Fermented milks and their future trends. I. Microbiological aspects. *Journal of Dairy Research*. 1987;54(4):559–574. doi: 10.1017/S0022029900025760.
15. Tamine AY. Yoghurt - a Review of the Product and Its Manufacture. *International Journal of Dairy Technology*. 1975; 28(3): 149–163. doi: 10.1111/j.1471-0307.1975.tb00382.x.15.
16. Fox PF & Mc Sweeny PLH. Dairy Chemistry and Biochemistry. *Blackie Academic and Professional, London, UK*. 1998.
17. Arslan R, & Aksay S. Investigation of sensorial and physicochemical properties of yoghurt colored with phycocyanin of Spirulina platensis. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2022;46(6): e15941.
18. Beheshtipour H, Mortazavian AM., Haratian P & Darani KK. Effects of Chlorella vulgaris and Arthrospira platensis addition on viability of probiotic bacteria in yogurt and its biochemical properties. *European Food Research and Technology*. 2012; 235(4):719–728.
19. Barkallah M, Ben Atitallah A, Hentati F, Dammak M, Hadrach B, Fendri I & Abdelkafi S. Effect of Spirulina platensis biomass with high polysaccharides content on quality attributes of common Carp (Cyprinus carpio) and Common Barbel (Barbus barbus) fish burgers. *Applied Sciences*. 2019;9(11): 2197.