

Nghiên cứu gốc

## ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC BỔ SUNG MATCHA VÀ XANTHAN GUM ĐẾN CHẤT LƯỢNG SỮA CHUA TRONG QUÁ TRÌNH BẢO QUẢN LẠNH

Nguyễn Thị Quyên<sup>✉</sup>, Phạm Thị Trà, Nguyễn Thị Thu Trang

Học Viện Nông nghiệp Việt Nam

### TÓM TẮT

**Mục tiêu:** Nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng của việc bổ sung bột matcha và xanthan gum đến chất lượng sữa chua trong quá trình bảo quản lạnh.

**Phương pháp:** Sữa chua được bổ sung matcha ở tỷ lệ 0,1-0,5% và xanthan gum ở tỷ lệ 0-0,1%. Các chỉ tiêu phân tích bao gồm pH, độ nhớt, khả năng giữ nước, màu sắc, hàm lượng protein, mật độ *L. bulgaricus* và *S. thermophilus*, đồng thời thực hiện đánh giá cảm quan. Các mẫu được bảo quản ở  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  tại các thời điểm 1, 7, 14, 21 và 28 ngày nhằm khảo sát sự thay đổi chất lượng theo thời gian.

**Kết quả:** Mẫu bổ sung matcha và xanthan gum ở tỷ lệ thích hợp giúp cải thiện độ nhớt, khả năng giữ nước và màu sắc của sữa chua mà không ảnh hưởng bất lợi đến mật độ vi khuẩn lactic. Các đặc tính cấu trúc và vi sinh được duy trì ổn định trong suốt thời gian bảo quản.

**Kết luận:** Ở mẫu bổ sung 0,5% matcha và 0,1% xanthan gum được đánh giá là phù hợp nhất về chất lượng toàn diện của sữa chua và ổn định trong suốt 28 ngày bảo quản lạnh.

**Từ khóa:** sữa chua, matcha, xanthan gum, lactic acid bacteria.

## EFFECTS OF MATCHA AND XANTHAN GUM ADDITION ON THE QUALITY OF YOGURT DURING COLD STORAGE

### ABSTRACT

**Aims:** This study was conducted to evaluate the effects of matcha powder and xanthan gum addition on the quality of yogurt during cold storage.

**Methods:** Parameters such as pH, viscosity, water holding capacity, color, protein content, lactic acid bacteria count, and sensory characteristics were analyzed.

**Results:** The results showed that the addition of matcha and xanthan gum at appropriate ratios significantly improved the viscosity, water retention, and color stability of yogurt without negatively affecting the beneficial microbial content.

**Conclusion:** The formula with addition of 0.5% matcha and 0.1% xanthan gum exhibited the best sensory quality and stability throughout 28 days of cold storage.

**Keywords:** Yogurt, Matcha, xanthan gum, Lactic acid bacteria.

---

✉ Tác giả liên hệ: Nguyễn Thị Quyên  
Email: quyentnttp@gmail.com  
Doi: 10.56283/1859-0381/986.

Nhận bài: 17/10/2025  
Chấp nhận đăng: 11/3/2026  
Công bố online: 12/3/2026

Chỉnh sửa: 2/2/2026

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh kinh tế - xã hội phát triển, nhận thức của người tiêu dùng về thực phẩm không chỉ dừng lại ở giá trị dinh dưỡng mà còn mở rộng sang các yếu tố chức năng, phòng ngừa bệnh tật và hỗ trợ sức khỏe toàn diện. Những sản phẩm có khả năng chống oxy hóa, cải thiện hệ miễn dịch, hỗ trợ tiêu hóa, và chống lão hóa ngày càng được ưa chuộng. Sữa chua – một sản phẩm lên men truyền thống giàu protein, canxi, vi khuẩn có lợi và acid béo thiết yếu – đang được cải tiến và đa dạng hóa bằng cách bổ sung các thành phần chức năng nhằm nâng cao giá trị sử dụng và thu hút thị trường tiêu dùng hiện đại [1, 2].

Matcha là bột trà xanh được chế biến từ lá trà che bóng trước thu hoạch, giúp tích lũy các hợp chất sinh học quý như L-theanine, EGCG, polyphenol và chlorophyll. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh rằng matcha có hoạt tính chống oxy hóa vượt trội, góp phần bảo vệ tế bào, giảm stress oxy hóa, điều hòa huyết áp và cholesterol, đồng thời cải thiện chức năng thần kinh và tâm trạng [3]. Vì vậy, matcha đang được ứng dụng rộng rãi trong thực phẩm chức năng, đồ uống và các sản phẩm lên men như sữa chua. Tuy nhiên, việc bổ sung matcha vào sữa chua không đơn thuần chỉ mang lại lợi ích sức khỏe.

Các polyphenol là tanin trong matcha có thể tương tác với protein sữa, ảnh hưởng đến quá trình gel hóa, trạng thái và tính chất cảm quan của sản phẩm. Đặc biệt, trong môi trường pH thấp của sữa chua, những tương tác này có thể làm biến đổi cấu trúc keo sữa, gây tách whey, giảm độ nhớt hoặc làm biến đổi màu sắc tự nhiên. Ngoài ra, để tăng độ ổn định vật lý và cảm quan cho sữa chua chứa matcha, việc kết hợp với các chất ổn định tự nhiên như xanthan gum là điều cần được xem xét trên cơ sở khoa học. Xanthan gum là polysaccharide an toàn, có khả năng cải thiện độ nhớt, giữ nước, ngăn tách lớp và ổn định cấu trúc gel trong sản phẩm sữa lên men.

Trong bối cảnh nhu cầu thị trường về sữa chua chức năng ngày càng gia tăng, nghiên cứu ảnh hưởng của việc bổ sung matcha kết hợp với xanthan gum đến chất lượng sữa chua trong quá trình bảo quản lạnh là cần thiết. Việc tối ưu tỷ lệ phối trộn không chỉ giúp cải thiện đặc tính lưu biến và cảm quan của sản phẩm mà còn duy trì được hệ vi sinh vật có lợi và giá trị dinh dưỡng đặc trưng. Kết quả nghiên cứu sẽ góp phần định hướng phát triển sản phẩm mới, gia tăng giá trị cho ngành chế biến sữa và thực phẩm chức năng tại Việt Nam.

## II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu

Nguyên liệu: Sữa tiệt trùng Vinamilk không đường, đường kính trắng, chủng vi khuẩn *Lactobacillus bulgaricus* và *Streptococcus thermophilus* (CHR-Hansen- Đan Mạch), 3 bột Matcha Ntea (Việt Nam), Natsu (Nhật Bản) và bột

matcha Đài Loan. 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.

### 2.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm ảnh hưởng của tỷ lệ bổ sung xanthan gum đến chất lượng sữa

chua trong quá trình bảo quản lạnh: Sữa chua được sản xuất từ sữa tươi không

đường tiết trùng với hàm lượng chất béo (3,5%), protein (3,1%) 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 matcha được bổ sung với tỷ lệ 0,5% (m/w sữa nguyên liệu), xanthan gum được bổ sung tại thời điểm phối trộn dịch sữa với tỷ lệ tương ứng là 0, 0,025, 0,05, 0,075, và 0,1% (w/w sữa nguyên liệu).

Thí nghiệm ảnh hưởng của tỷ lệ bổ sung bột matcha đến chất lượng sữa chua trong quá trình bảo quản lạnh: Sữa

### 2.3. Phương pháp phân tích

*Phương pháp xác định pH:* Giá trị pH của các mẫu sữa chua được đo tại các thời điểm 1, 7, 14, 21 và 28 ngày bảo quản lạnh bằng máy đo pH cầm tay ORION 230A+.

*Phương pháp xác định độ nhớt:* Độ nhớt của các mẫu sữa chua sau 1, 7, 14, 21 và 28 ngày bảo quản ở  $4 \pm 2$  °C được đo tại 6 °C bằng thiết bị Brookfield DV+I (Brookfield, Middleboro, MA, USA) (4). Phép đo được tiến hành với spindle S63, ở tốc độ 30 vòng/phút trong 25 giây. Kết quả được biểu thị theo đơn vị mPa.s.

### 2.4. Xử lý số liệu

Dữ liệu được xử lý bằng phần mềm Excel. Sự khác biệt giữa các công thức bổ sung matcha và xanthan gum được đánh giá bằng phân tích phương sai một yếu tố

chua được chuẩn bị tương tự như bố trí thí nghiệm 1, tỷ lệ xanthan gum được xác định từ thí nghiệm 1, tỷ lệ bổ sung bột matcha lần lượt là 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4% và 0,5% (w/w sữa nguyên liệu).

Các chỉ tiêu được phân tích bao gồm pH, độ nhớt và mật độ tế bào của hai chủng vi khuẩn *Lactobacillus bulgaricus* và *Streptococcus thermophilus* tại các mốc thời gian 1, 7, 14, 21 và 28 ngày bảo quản lạnh ở  $4 \pm 2$  °C. Chất lượng cảm quan của sản phẩm sữa chua có bổ sung matcha và xanthan gum được đánh giá bằng thang điểm ưa thích Hedonic (9 điểm) tại thời điểm 1 ngày và 28 ngày bảo quản.

*Phương pháp xác định vi sinh vật đặc trưng của sữa chua:* Số lượng vi khuẩn *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* và *Streptococcus thermophilus* trong sản phẩm được xác định bằng phương pháp đếm khuẩn lạc ở 37 °C.

*Phương pháp đánh giá cảm quan:* Sữa chua bổ sung bột matcha và xanthan gum được đánh giá cảm quan dựa trên các chỉ tiêu màu sắc, mùi, vị, trạng thái và chất lượng tổng thể bằng phương pháp cho điểm theo thang Hedonic [5].

(one-way ANOVA) kết hợp với phép thử Tukey, thực hiện trên phần mềm Minitab 21.

## III. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

### 3.1. Kết quả phân tích một số chỉ tiêu chất lượng của bột matcha

Nguyên liệu đầu vào đóng vai trò then chốt trong việc quyết định chất lượng cảm quan và giá trị dinh dưỡng của sản phẩm thực phẩm chức năng. Trong nghiên cứu này, ba mẫu bột matcha từ các nguồn gốc khác nhau (Nhật Bản, Đài Loan, Việt

Nam) đã được lựa chọn nhằm đánh giá sự khác biệt về đặc tính hóa lý cơ bản bao gồm độ ẩm, hàm lượng chất hòa tan và tannin – những chỉ tiêu quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến tính ổn định, hương vị, màu sắc và cấu trúc gel của sữa chua.

Việc hiểu rõ các đặc điểm này giúp định hướng lựa chọn nguyên liệu phù hợp để ứng dụng trong quá trình phối trộn và chế

biến sản phẩm lên men có bổ sung matcha. Kết quả phân tích được thể hiện trong Bảng 1.

**Bảng 1.** Đánh giá chất lượng matcha nguyên liệu

Mẫu	Hàm lượng CK (%)	Chất hòa tan (% CK)	Tannin (% CK)
Matcha Ntea	6,56 <sup>a</sup> ± 0,156	39,87 <sup>a</sup> ± 0,165	25,14 <sup>a</sup> ± 0,104
Matcha Natsu	4,36 <sup>b</sup> ± 0,056	32,84 <sup>b</sup> ± 0,194	13,63 <sup>b</sup> ± 0,270
Matcha Đài Loan	4,53 <sup>b</sup> ± 0,117	51,27 <sup>c</sup> ± 0,039	15,91 <sup>c</sup> ± 0,318

Các chữ cái a,b,c cho biết sự khác nhau có ý nghĩa về các mẫu theo các chỉ tiêu phân tích ở mức ý nghĩa  $\alpha = 0,05$

Kết quả phân tích độ ẩm, hàm lượng chất hòa tan và tannin của ba mẫu matcha được thể hiện trong Bảng 1. Mẫu matcha Natsu (Nhật Bản) có độ ẩm thấp nhất (4,36%), trong khi mẫu Ntea (Thái Nguyên) có độ ẩm cao nhất (6,56%), cao gấp 1,5 lần so với mẫu Natsu. Theo Giang Trung Khoa (2018), độ ẩm tiêu chuẩn đối với các sản phẩm chè sau sấy (bao gồm chè xanh, chè đen, chè hòa tan) không được vượt quá 5% nhằm đảm bảo khả năng bảo quản lâu dài và hạn chế sự phát triển của vi sinh vật [1]. Do đó, mẫu Ntea không đạt yêu cầu về độ ẩm, điều này có thể ảnh hưởng tiêu cực đến độ ổn định và chất lượng của bột matcha trong quá trình lưu trữ. Ngược lại, mẫu Natsu và mẫu Đài Loan đều có độ ẩm dưới ngưỡng quy định và phù hợp để sử dụng làm nguyên liệu thực phẩm. Sự chênh lệch về độ ẩm giữa các mẫu có thể bắt nguồn từ sự khác biệt trong quy trình sấy và điều kiện sau thu hoạch của từng nhà sản xuất.

Về hàm lượng chất hòa tan, mẫu Natsu ghi nhận mức thấp nhất là 32,84% chất khô, trong khi mẫu matcha Đài Loan đạt giá trị cao nhất (51,27% CK), cao gấp 1,56 lần so với Natsu. Theo Vũ Thị Thư và cs. (2001), hàm lượng chất hòa tan là một chỉ số quan trọng phản ánh mức độ chất lượng của nguyên liệu chè [1]. Hàm lượng này thường liên quan đến khả năng chiết xuất các hợp chất có lợi, đặc biệt là

polyphenol, L-theanine và các acid amin, góp phần tạo nên hương vị đậm đà và giá trị cảm quan tích cực cho sản phẩm chế biến từ chè. Do đó, về mặt lý thuyết, mẫu matcha Đài Loan có tiềm năng mang lại chất lượng cao hơn khi được ứng dụng vào thực phẩm. Đối với hàm lượng tannin, mẫu Natsu có giá trị thấp nhất là 13,63% CK, trong khi mẫu Ntea cao nhất với 25,14% CK – cao gấp 1,84 lần so với mẫu Natsu. Tannin là nhóm hợp chất polyphenol có khả năng tạo vị đặc trưng, ảnh hưởng đến mùi, vị và màu sắc của sản phẩm trà [1]. Sự khác biệt đáng kể về hàm lượng tannin giữa các mẫu có thể giải thích cho sự khác biệt cảm quan: mẫu Ntea có xu hướng đậm vị hơn, màu sắc sẫm và mùi nồng hơn so với mẫu Natsu – vốn được đánh giá có vị chất dịu, hậu ngọt và màu xanh tươi sáng. Sự biến thiên về hàm lượng tannin và các hợp chất hòa tan có thể chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như giống chè, điều kiện canh tác, mùa vụ, đất trồng và kỹ thuật chế biến sau thu hoạch [1].

Tổng hợp từ ba chỉ tiêu trên cho thấy, mặc dù mẫu Natsu có hàm lượng chất hòa tan thấp hơn so với các mẫu còn lại, nhưng lại sở hữu độ ẩm đạt chuẩn, hàm lượng tannin thấp – điều này có thể giúp cải thiện sự chấp nhận cảm quan khi ứng dụng trong các sản phẩm như sữa chua. Vị chất nhẹ, hậu ngọt, cùng độ ổn định trong bảo quản khiến mẫu matcha Natsu

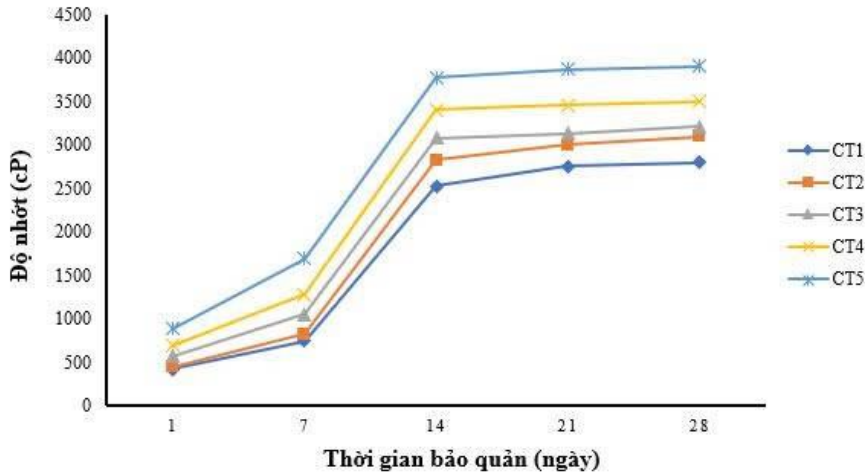
trở thành lựa chọn phù hợp cho nghiên cứu phối trộn vào sữa chua nhằm nâng

cao giá trị chức năng mà vẫn duy trì chất lượng cảm quan và kết cấu gel ổn định.

### 3.2. Kết quả đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ bổ sung xanthan gum đến chất lượng sữa chua trong quá trình bảo quản lạnh

Kết quả nghiên cứu sự thay đổi độ nhớt của sữa chua bổ sung matcha với tỷ lệ bổ sung xanthan gum trong thời gian

bảo quản lạnh ở 4-6°C tại các thời điểm theo dõi trong 1, 7, 14, 21, 28 ngày được thể hiện trên Hình 1.

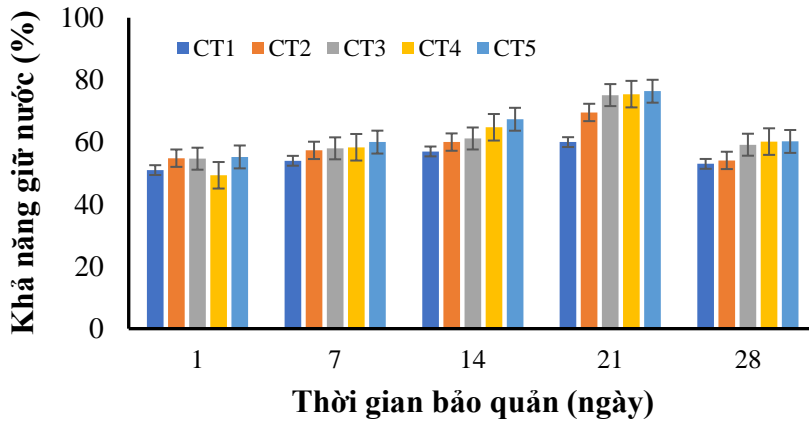


**Hình 1.** Sự thay đổi độ nhớt của sữa chua bổ sung matcha theo tỷ lệ bổ sung xanthan gum trong quá trình bảo quản lạnh.

Ghi chú: CT1: không bổ sung xanthan gum, CT2: bổ sung 0,025% xanthan gum, CT3: bổ sung 0,05% xanthan gum, CT4: bổ sung 0,075% xanthan gum, CT5: bổ sung 0,1% xanthan gum.

Từ hình ta thấy độ nhớt của các CT đều tăng lên trong quá trình bảo quản lạnh và độ nhớt sẽ tăng cao nhất từ ngày 7 đến ngày 14 bảo quản vì lúc này cũng chính là khoảng thời gian phát triển mạnh mẽ nhất của 2 chủng vi khuẩn lactic đặc biệt là *S. thermophilus* sẽ sản xuất exopolysaccharite trong quá trình lên men lactic, có khả năng liên kết với casein của sữa tạo ra độ nhớt làm cho độ nhớt của sữa chua tăng và thêm vào đó độ nhớt cũng tăng theo tỷ lệ bổ sung xanthan gum vào sữa chua. CT5 bổ sung 0,1% xanthan gum có độ nhớt cao nhất, CT1 không bổ sung xanthan gum có độ nhớt thấp nhất trong thời gian bảo quản. Kết quả này

tương tự nghiên cứu của Koksoy and Kilic (2004) độ nhớt của sữa chua tăng theo việc tăng nồng độ chất ổn định được bổ sung. Sự gia tăng độ nhớt trong sữa chua có chứa tỷ lệ chất ổn định khác nhau có thể do sự tương tác giữa chất ổn định và các hạt casein do có sự tham gia của gel bền vững khi nồng độ được tăng lên [1]. Tương tự, Rafid và cs. (2019) và đã báo cáo rằng sử dụng chất làm dày như xanthan gum đang được coi là một phương pháp kiểm soát sự tách béo của sữa lên men [2, 3]. Xanthan gum làm tăng độ nhớt, làm giảm sự tách béo, điều này được cho là do sự tương tác giữa phần gum và phần sữa.



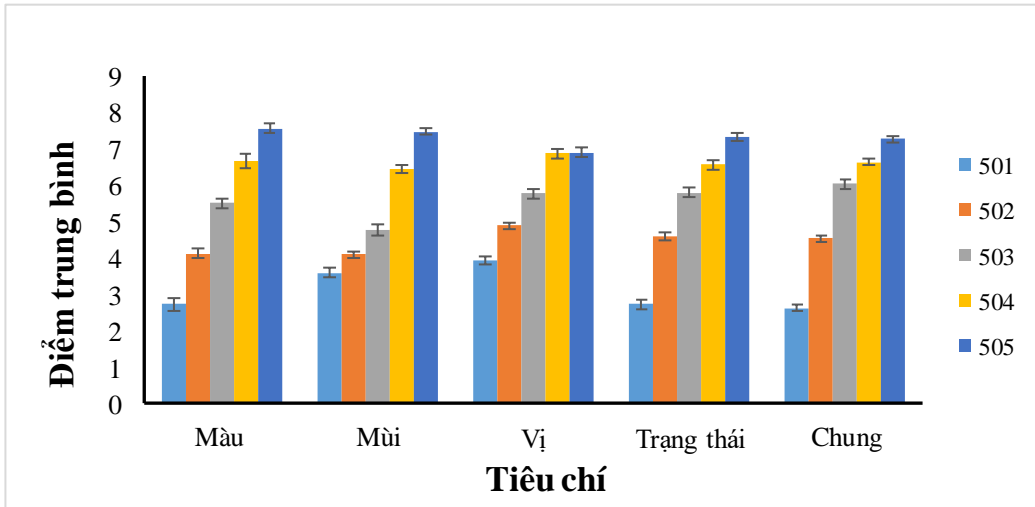
**Hình 2.** Ảnh hưởng của xanthan gum đến khả năng giữ nước của sữa chua trong quá trình bảo quản lạnh

Ghi chú: CT1: không bổ sung xanthan gum, CT2: bổ sung 0,025% xanthan gum, CT3: bổ sung 0,05% xanthan gum, CT4: bổ sung 0,075% xanthan gum, CT5: bổ sung 0,1% xanthan gum.

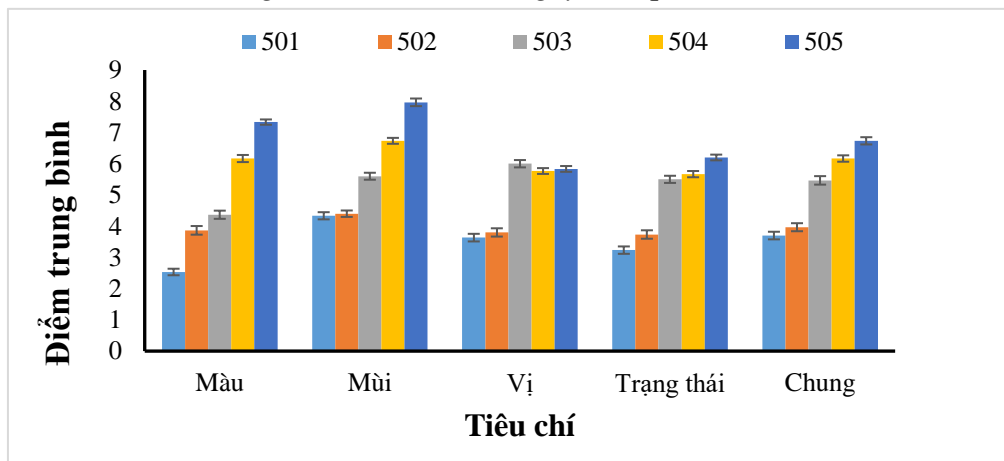
Kết quả theo dõi khả năng giữ nước (Water Holding Capacity – WHC) của các công thức sữa chua trong suốt thời gian bảo quản được trình bày trên Hình 2. Tất cả các công thức đều cho thấy xu hướng tăng khả năng giữ nước trong 21 ngày đầu, sau đó giảm nhẹ vào ngày thứ 28. Đặc biệt, công thức CT5 với mức bổ sung xanthan gum cao nhất (0,1%) có WHC tăng đáng kể, từ 55,23% ở ngày 0 lên đến 76,36% ở ngày 21, vượt trội so với CT1 (không bổ sung xanthan gum) – chỉ tăng từ 51% lên khoảng 60% trong cùng khoảng thời gian. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Macit và cs. (2017) và được khẳng định lại trong các nghiên cứu của Ge và cs. (2019) cho thấy rằng việc bổ sung chất ổn định có thể cải thiện rõ rệt WHC của sữa chua [4,5]. Nồng độ xanthan gum càng cao, khả năng giữ nước càng lớn, nhờ vào khả năng tạo mạng gel ba chiều giúp liên kết nước tự

do và ổn định cấu trúc gel. Các chất ổn định như xanthan gum không chỉ tạo liên kết vật lý với nước mà còn có thể tương tác với protein trong hệ sữa, từ đó tăng khả năng hydrat hóa và giảm hiện tượng tách huyết thanh (*syneresis*) [6,7]. Ngoài ra, xanthan gum còn có khả năng làm tăng độ nhớt nền gel, làm chậm quá trình thoát nước trong sản phẩm sữa lên men [2].

Sự hiện diện của matcha giúp bổ sung thêm chất xơ và polyphenol không tan, có thể được giữ lại trong mạng gel tạo bởi xanthan gum, góp phần ổn định thêm cấu trúc của sản phẩm. Tuy nhiên, đến ngày thứ 28, WHC của tất cả các công thức đều giảm nhẹ, có thể do các liên kết gel suy yếu theo thời gian bảo quản lạnh – hiện tượng này đã được mô tả trong các nghiên cứu gần đây như của López-Sánchez và cs. (2020) [8].



**Hình 3.** Kết quả đánh giá cảm quan sữa chua bổ sung matcha theo tỷ lệ xanthan gum tại thời điểm 1 ngày bảo quản.



**Hình 4.** Kết quả đánh giá cảm quan sữa chua bổ sung matcha theo tỷ lệ xanthan gum tại thời điểm 28 ngày bảo quản.

501: không bổ sung xanthan gum, 502: bổ sung 0,025% xanthan gum, 503: bổ sung 0,05% xanthan gum, 504: bổ sung 0,075% xanthan gum, 505: bổ sung 0,1% xanthan gum.

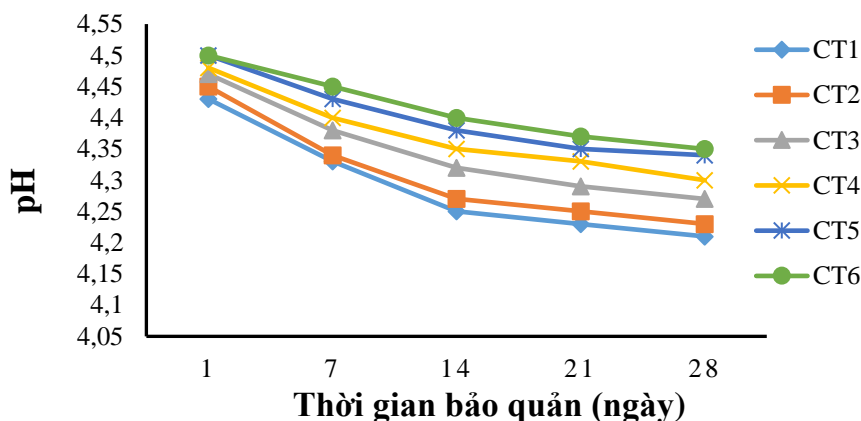
Dựa vào kết quả đánh giá cảm quan ở Hình 3 và Hình 4, cho thấy điểm số tiêu chí ở các công thức khác nhau rõ rệt. Ở cả ngày 1 và ngày 28, mẫu 505 đều đạt điểm tổng thể cao nhất nhờ hàm lượng xanthan gum cao tạo mạng lưới gel, giữ các chất xơ không hòa tan của matcha giúp sữa chua đồng đều về màu, mùi và vị [2]. Trong khi ở mẫu 501 không bổ sung xanthan gum có hiện tượng phân lớp và màu sắc, mùi kém. Còn các mẫu 502, 503,

504 có điểm trung gian tương ứng với hàm lượng xanthan gum bổ sung. Sau 28 ngày bảo quản, điểm tổng thể giảm, màu sắc và vị ngọt cũng giảm, vị chua tăng, nhưng mẫu 505 vẫn giữ điểm cảm quan cao nhất cũng như mùi matcha rõ rệt nhất. Kết quả này cho thấy xanthan gum cải thiện đáng kể màu, mùi, vị, cấu trúc của sữa chua và tỷ lệ bổ sung 0,1% được đánh giá là tối ưu để sử dụng cho các thí nghiệm tiếp theo.

### 3.3. Kết quả đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ bổ sung matcha đến chất lượng sữa chua trong bảo quản lạnh

Kết quả nghiên cứu sự thay đổi pH của sữa chua bổ sung matcha với tỷ lệ bổ sung xanthan gum trong thời gian bảo

quản lạnh (4-6°C) tại các thời điểm theo dõi trong 1, 7, 14, 21, 28 ngày.

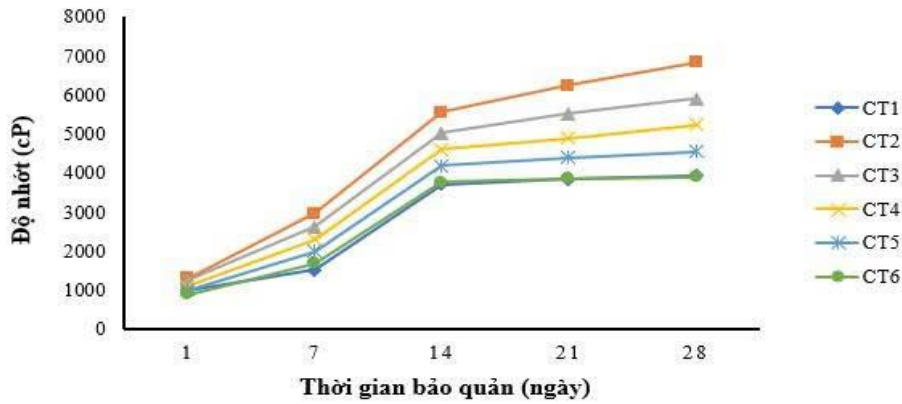


**Hình 5.** Sự thay đổi pH của sữa chua bổ sung matcha theo tỷ lệ bổ sung matcha trong quá trình bảo quản lạnh.

CT1: không bổ sung matcha, CT2: bổ sung 0,1% matcha, CT3: bổ sung 0,2% matcha, CT4: bổ sung 0,3% matcha, CT5: bổ sung 0,4% matcha, CT6: bổ sung 0,5% matcha

Kết quả thể hiện ở Hình 5 cho thấy giá trị pH của sữa chua ở tất cả các công thức đều có xu hướng giảm dần trong suốt quá trình bảo quản từ ngày 1 đến ngày 28. Ở CT1 có giá trị pH thấp nhất trong khi ở CT6 lại duy trì pH ở mức cao nhất. Cụ thể, sau 28 ngày theo dõi, pH của CT1 giảm từ 4,43 xuống 4,21 còn CT6 giảm từ 4,50 xuống 4,35. Theo Georgakouli và cs. (2016) việc bổ sung polyphenol ở nồng độ thích hợp (khoảng 1250ppm) có thể thúc đẩy quá trình hình thành và tích tụ acid lactic đồng thời kích thích sự phát triển của hai chủng *S. thermophilus* và *L. bulgaricus* giúp cải thiện chất lượng và thời gian bảo quản [9]. Tuy nhiên, trong bột matcha chứa

hàm lượng polyphenol rất cao (khoảng 30% CK) [(10) cùng với sự hiện diện của L-theanine có thể làm giảm hoạt động trao đổi chất của vi khuẩn lactic dẫn đến hàm lượng acid lactic thấp hơn và giá trị pH cao hơn [11]. Trong quá trình bảo quản lạnh, pH giảm mạnh từ ngày 7 đến ngày 14 tương ứng với các giai đoạn sinh trưởng tối đa của vi khuẩn lactic, sau đó từ ngày 21 đến ngày 28, tốc độ pH giảm chậm lại do vi khuẩn bước vào pha ổn định. Như vậy, có thể thấy hàm lượng matcha bổ sung có ảnh hưởng đến pH của sữa chua, nồng độ polyphenol cao hơn dẫn đến pH bảo quản cao hơn, đồng thời ảnh hưởng đến khả năng phát triển của vi sinh vật [12].



**Hình 6.** Sự thay đổi độ nhớt của sữa chua bổ sung matcha theo tỷ lệ bổ sung matcha trong quá trình bảo quản lạnh

CT1: không bổ sung matcha, CT2: bổ sung 0,1% matcha, CT3: bổ sung 0,2% matcha, CT4: bổ sung 0,3% matcha, CT5: bổ sung 0,4% matcha, CT6: bổ sung 0,5% matcha

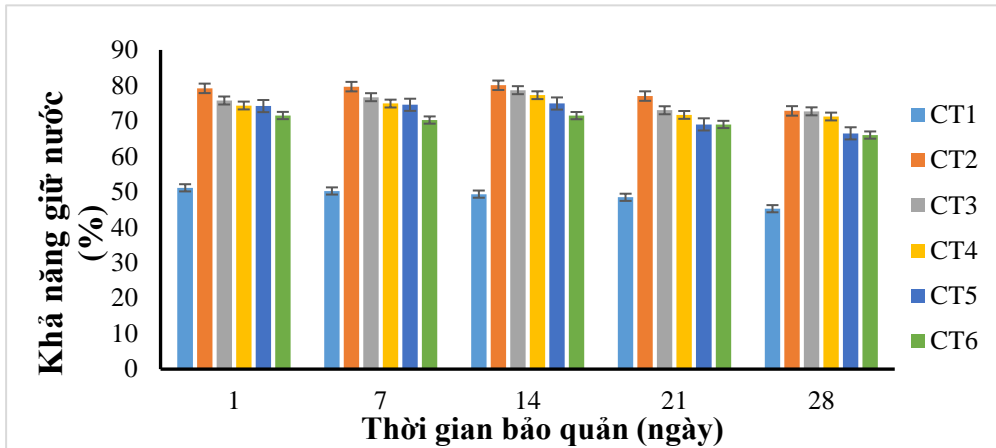
Dựa vào kết quả ở Hình 6 cho thấy độ nhớt của sữa chua ở tất cả các công thức đều có xu hướng tăng dần trong suốt quá trình bảo quản từ ngày 1 đến ngày 28, trong đó mức tăng rõ rệt nhất được ghi nhận từ ngày 1 đến ngày 14 và chậm lại ở giai đoạn sau. Xu hướng này phù hợp với nghiên cứu của Arzu Kavaz Yüksel và cs. (2016) về việc bổ sung bột matcha làm tăng độ nhớt của sản phẩm [14]. Sự gia tăng này có thể bắt nguồn từ đặc tính hóa lý của bột matcha và khả năng liên kết giữa nước với các thành phần chất xơ. Bên cạnh đó, trong thành phần matcha có chứa khoảng 6-18% hemicellulose, một polysaccharide không tan trong nước nên khi được bổ sung vào sữa chua các phần tử này đã tương tác với xanthan gum làm tăng độ nhớt của hệ gel [14]. Tuy nhiên, khi ở công thức có hàm lượng matcha cao lại có thể dẫn đến sự phân tán của phần tử rắn kém hơn gây giảm hiệu quả tương tác với xanthan gum làm giảm độ nhớt của sản phẩm. Ngoài ra, kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu Asaduzzaman & cs. (2021) do sự tương tác nhiệt cảm ứng giữa protein và casein góp phần hình thành mạng gel dày đặc giúp giảm hiện tượng syneresis và làm cho độ nhớt tăng

lên [15]. Đồng thời, vi khuẩn lên men lactic đặc biệt là chủng *S. thermophilus*, trong quá trình lên men sinh ra exopolysaccharit cũng có khả năng liên kết với casein của sữa tạo ra độ nhớt làm cho độ nhớt ở các công thức có độ tăng cực lớn.

Theo kết quả ở Hình 7, khả năng giữ nước ở tất cả các công thức đều có xu hướng tăng đến ngày 14, sau đó giảm dần đến ngày 28. Trong các công thức bổ sung, CT2 (0,1% matcha) thể hiện khả năng giữ nước cao nhất, trong khi CT6 (0,5% matcha) thấp nhất so với các công thức còn lại. Trong khi đó, ở mẫu đối chứng CT1, không bổ sung matcha cho thấy khả năng giữ nước giảm liên tục trong suốt quá trình bảo quản. Sự tăng khả năng giữ nước từ ngày 1 đến ngày 14 có thể giải thích bằng vai trò của xanthan gum trong việc hình thành mạng lưới cấu trúc [2], giữ lại hemicellulose và nước tự do trong matcha. Ngoài ra, Polyphenol trong matcha có khả năng tương tác với protein cải thiện cấu trúc sữa chua [16]. Tuy nhiên, từ ngày 14 đến ngày 28 khả năng giữ nước giảm do mạng lưới cấu trúc và liên kết yếu đi, không còn giữ được nước tự do. Khi ở nồng độ

polyphenol cao, sự hình thành các liên kết polyphenol-protein làm micelle casein tái cấu trúc và chiếm nhiều diện tích trong mạng lưới gel, thúc đẩy sự tách nước. Điều này giải thích tại sao khả năng giữ

nước ở CT6 thấp hơn CT2 [17,18]. Như vậy, tỷ lệ bổ sung matcha có ảnh hưởng đáng kể đến khả năng giữ nước của sữa chua trong quá trình bảo quản lạnh.



**Hình 7.** Sự thay đổi khả năng giữ nước của sữa chua bổ sung matcha theo tỷ lệ bổ sung matcha trong quá trình bảo quản lạnh.

CT1: không bổ sung matcha, CT2: bổ sung 0,1% matcha, CT3: bổ sung 0,2% matcha, CT4: bổ sung 0,3% matcha, CT5: bổ sung 0,4% matcha, CT6: bổ sung 0,5% matcha

**Bảng 2.** Sự thay đổi hàm lượng protein của sữa chua bổ sung matcha trong quá trình bảo quản lạnh

Mẫu	Ngày 1	Ngày 7	Ngày 14	Ngày 21	Ngày 28
CT1	3.100 <sup>b</sup> ±0.100	3.211 <sup>ab</sup> ±0.030	3.100 <sup>b</sup> ±0.027	3.221 <sup>ab</sup> ±0.020	3.261 <sup>ab</sup> ±0.006
CT2	3.211 <sup>ab</sup> ±0.027	3.161 <sup>ab</sup> ±0.020	3.201 <sup>ab</sup> ±0.000	3.241 <sup>ab</sup> ±0.020	3.302 <sup>ab</sup> ±0.008
CT3	3.221 <sup>ab</sup> ±0.020	3.251 <sup>ab</sup> ±0.044	3.161 <sup>ab</sup> ±0.020	3.231 <sup>ab</sup> ±0.063	3.322 <sup>a</sup> ±0.008
CT4	3.342 <sup>a</sup> ±0.020	3.281 <sup>ab</sup> ±0.020	3.181 <sup>ab</sup> ±0.020	3.261 <sup>ab</sup> ±0.035	3.241 <sup>ab</sup> ±0.000
CT5	3.342 <sup>a</sup> ±0.000	3.181 <sup>ab</sup> ±0.053	3.201 <sup>ab</sup> ±0.000	3.331 <sup>a</sup> ±0.027	3.241 <sup>ab</sup> ±0.017
CT6	3.332 <sup>a</sup> ±0.020	3.241 <sup>ab</sup> ±0.020	3.161 <sup>ab</sup> ±0.020	3.302 <sup>ab</sup> ±0.036	3.251 <sup>ab</sup> ±0.000

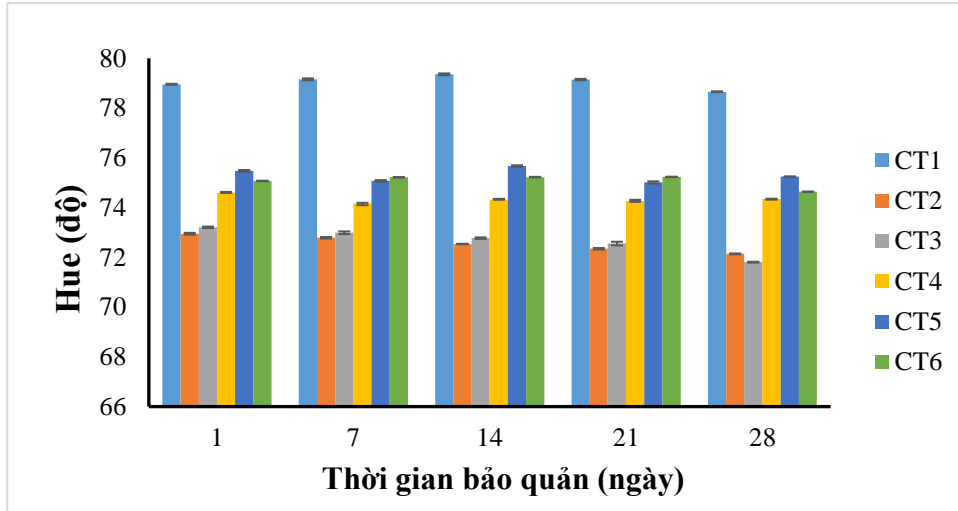
Các chữ cái a,b,c cho biết sự khác nhau có ý nghĩa về các mẫu theo các chỉ tiêu phân tích ở mức ý nghĩa  $\alpha = 0,05$  trong phép so sánh Tukey 1 chiều. CT1: không bổ sung matcha, CT2: bổ sung 0,1% matcha, CT3: bổ sung 0,2% matcha, CT4: bổ sung 0,3% matcha, CT5: bổ sung 0,4% matcha, CT6: bổ sung 0,5% matcha

Kết quả ở Bảng 2 cho thấy hàm lượng protein của các công thức sữa chua không có sự khác biệt đáng kể trong suốt quá trình bảo quản lạnh. Ở các mẫu CT1 và CT3, hàm lượng protein có xu hướng tăng nhẹ, trong khi CT4 và CT6 giảm dần, song sự thay đổi này không có ý nghĩa

thống kê. Ở ngày 1, CT6 (0,5% matcha) có hàm lượng protein cao hơn CT1 (không bổ sung matcha) do matcha chứa khoảng 20-22% protein (14). Tuy nhiên, từ ngày 7 đến ngày 28 hàm lượng protein ở CT6 giảm,

có thể do polyphenol trong matcha tương tác với protein sữa, đặc biệt là casein, tạo phức hợp protein-polyphenol làm giảm lượng protein tự do [19]. Ngược lại ở CT2 và CT3, hàm lượng protein tăng nhẹ trong quá trình bảo quản, có thể là do xanthan

gum hình thành mạng lưới liên kết protein-nước giúp ổn định cấu trúc gel và hạn chế mất mát protein [20]. Nhìn chung, tỷ lệ matcha bổ sung có ảnh hưởng nhất định đến hàm lượng protein của sữa chua trong quá trình bảo quản lạnh.



**Hình 8.** Sự thay đổi màu sắc của sữa chua bổ sung matcha trong thời gian bảo quản lạnh

CT1: không bổ sung matcha, CT2: bổ sung 0,1% matcha, CT3: bổ sung 0,2% matcha, CT4: bổ sung 0,3% matcha, CT5: bổ sung 0,4% matcha, CT6: bổ sung 0,5% matcha

Kết quả Hình 8 cho thấy sự thay đổi giá trị màu sắc °Hue của các mẫu sữa chua đều có xu hướng giảm trong suốt quá trình bảo quản. Mẫu đối chứng CT1 có mức giảm thấp nhất từ 78,95 xuống còn 78,65 (giảm 0,30 đơn vị), trong khi CT6 giảm mạnh nhất từ 75,07 xuống 74,63 (giảm 0,43 đơn vị). Xu hướng giảm màu sắc có thể là do chlorophyll trong matcha chiếm khoảng 0,6% chất khô [21] và tăng theo lượng matcha bổ sung. Chlorophyll có cấu trúc porphyrin mang

tính acid-bazơ [10, 11], do đó có khả năng tương tác với acid lactic sinh ra trong quá trình bảo quản dẫn đến biến đổi màu và giảm giá trị °Hue của sữa chua. Trong các công thức bổ sung matcha, CT4 thể hiện sự ổn định màu tốt nhất, với mức giảm không đáng kể trong suốt thời gian bảo quản. Nhìn chung, tỷ lệ matcha bổ sung có ảnh hưởng nhất định đến sự biến đổi màu sắc của sữa chua trong quá trình bảo quản lạnh.

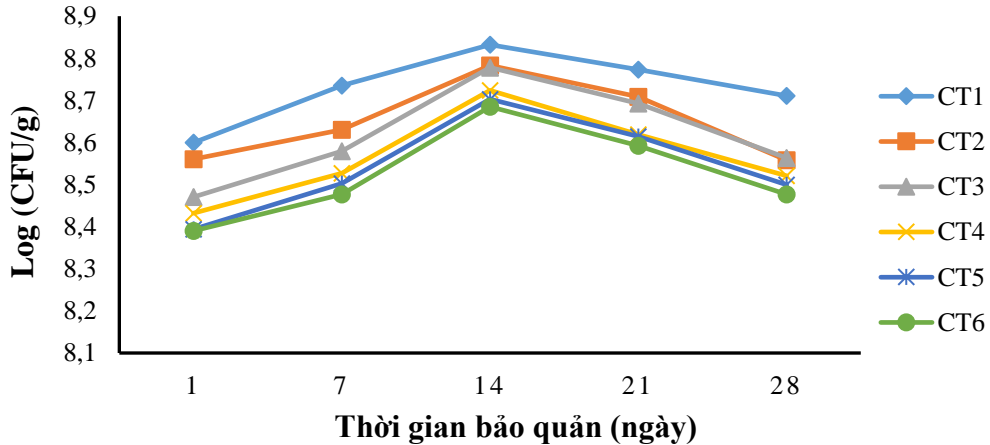
### 3.4. Kết quả đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ bổ sung matcha đến mật độ tế bào vi khuẩn đặc trưng của sữa chua trong quá trình bảo quản lạnh

Khuẩn lạc của *Lactobacillus bulgaricus* được nuôi cấy trên môi trường MRS có dạng tròn nhỏ, màu trắng sữa, đường kính khoảng 3-4mm, trong khi *Streptococcus thermophilus* nuôi cấy trên môi trường M17 có dạng tròn nhỏ, màu

trắng đục và kích thước nhỏ hơn. Trong sữa chua hai chủng này cộng sinh, hỗ trợ nhau trong quá trình lên men. *S. thermophilus* phát triển trước, sử dụng amino acid và peptide do *L. bulgaricus* tạo ra và sinh ra acid formic cùng CO<sub>2</sub>

kích thích sự phát triển của *L. bulgaricus* [(22)]. Khi pH giảm chậm, *L. bulgaricus* tiếp tục sinh acid lactic, góp phần tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của *S.*

*thermophilus* [(23)]. *S. thermophilus* tạo ra diacetyl tạo vị kem, còn *L. bulgaricus* sinh ra acetaldehyde tạo hương đặc trưng cho sữa chua [24].

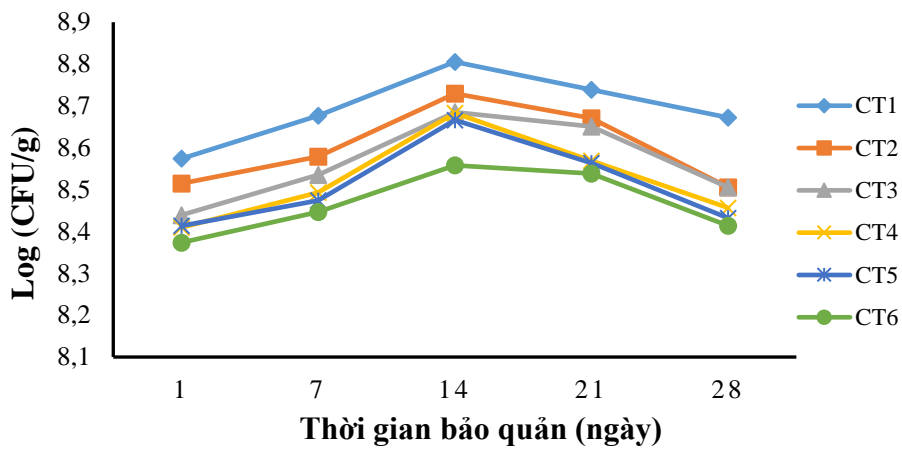


**Hình 9.** Mật độ tế bào vi khuẩn *S. thermophilus* trong sữa chua bổ sung matcha trong thời gian bảo quản lạnh.

Ghi chú: CT1: không bổ sung matcha, CT2: bổ sung 0,1% matcha, CT3: bổ sung 0,2% matcha, CT4: bổ sung 0,3% matcha, CT5: bổ sung 0,4% matcha, CT6: bổ sung 0,5% matcha

Theo kết quả Hình 9 cho thấy, mật độ tế bào *S. thermophilus* có xu hướng tăng lên từ ngày 7 đến ngày 14 và giảm dần đến ngày 28, phù hợp với kết quả nghiên cứu của Georgakoul và cộng sự. (2016) [9]. Trong giai đoạn đầu, đặc biệt từ ngày 1 đến ngày 14, mật độ tế bào tăng mạnh do vi khuẩn đã thích nghi với môi trường và sử dụng hiệu quả nguồn dinh dưỡng trong sữa chua. Ở ngày 14, CT1 đạt mật độ cao nhất (8,83 log CFU/g), trong khi CT6 có mật độ thấp nhất (8,68 log CFU/g). Nguyên nhân là do CT6 chứa tỷ lệ matcha bổ sung cao mà trong đó có hàm lượng polyphenol đáng kể (khoảng

30% CK), có khả năng ức chế sự sinh trưởng của vi sinh vật [(10)]. Từ ngày 21 đến ngày 28, mật độ vi khuẩn giảm rõ rệt do nguồn dinh dưỡng suy giảm khiến hoạt động sinh trưởng bị hạn chế. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Sarvari và cộng sự. (2014), trong đó *S. thermophilus* phát triển mạnh trong giai đoạn đầu và duy trì mật độ > 8,70 log CFU/g trong suốt quá trình bảo quản [25]. Như vậy, có thể kết luận rằng tỷ lệ bổ sung matcha càng cao thì mật độ tế bào *S. thermophilus* càng thấp, phản ánh rõ tác động ức chế của polyphenol trong matcha lên sự phát triển của vi khuẩn.



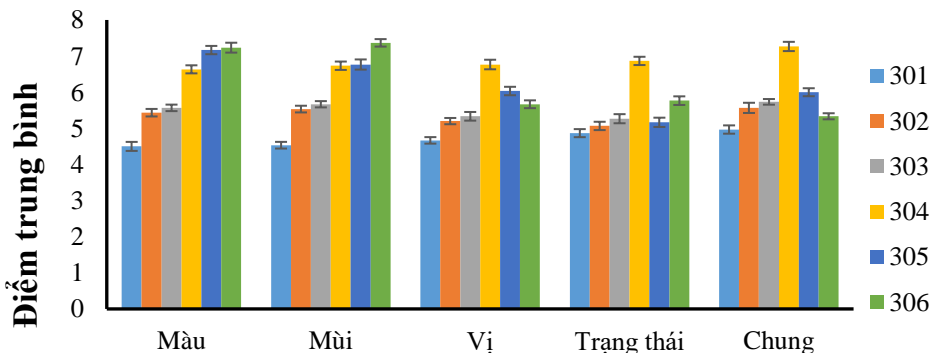
**Hình 10.** Mật độ tế bào vi khuẩn *L. bulgaricus* trong sữa chua bổ sung matcha trong thời gian bảo quản lạnh.

Ghi chú: CT1: không bổ sung matcha, CT2: bổ sung 0,1% matcha, CT3: bổ sung 0,2% matcha, CT4: bổ sung 0,3% matcha, CT5: bổ sung 0,4% matcha, CT6: bổ sung 0,5% matcha

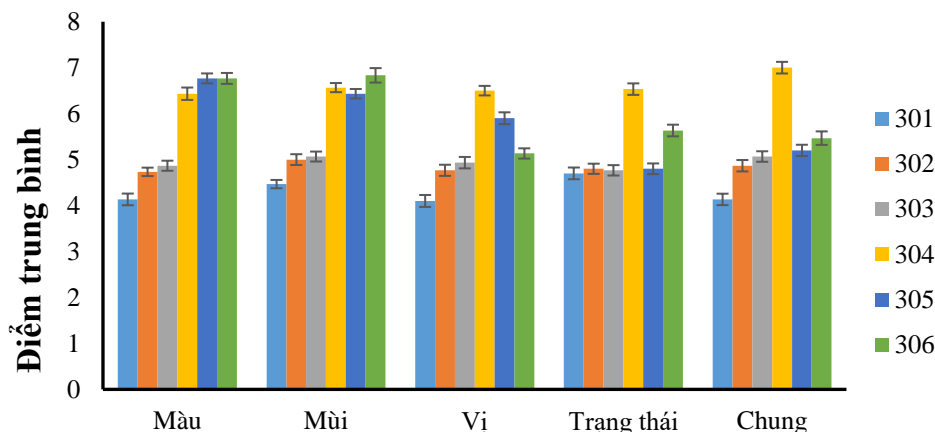
Mật độ tế bào *L. bulgaricus* tăng từ ngày 1 đến ngày 14 rồi giảm đến ngày 28, tương tự *S. thermophilus* (Hình 10). Giai đoạn đầu, vi khuẩn phát triển mạnh nhờ hấp thu dinh dưỡng từ sữa chua và lượng đường 3–15% trong matcha. Ở ngày 14, CT1 đạt mật độ cao nhất (8,8 log CFU/g), trong khi CT6 thấp nhất (8,6 log CFU/g) do hàm lượng polyphenol cao (~30% CK) ức chế vi khuẩn [(10)]. Từ

ngày 14 đến 28, mật độ tế bào giảm do cạn dinh dưỡng và tích lũy sản phẩm trao đổi chất; CT1 giảm từ 8,80 xuống 8,67 log CFU/g và CT6 từ 8,55 xuống 8,41 log CFU/g. Nhìn chung, mật độ *L. bulgaricus* luôn thấp hơn *S. thermophilus*, và tăng tỷ lệ matcha làm giảm mật độ *L. bulgaricus*, phản ánh rõ tác động ức chế của polyphenol [(14)].

### 3.5. Kết quả đánh giá cảm quan sữa chua trong quá trình bảo quản lạnh



**Hình 11.** Kết quả đánh giá cảm quan sữa chua bổ sung matcha theo tỷ lệ matcha trong ngày 1 bảo quản



**Hình 12.** Kết quả đánh giá cảm quan sữa chua bổ sung matcha theo tỷ lệ matcha trong ngày 28 bảo quản.

301: không bổ sung matcha, 302: bổ sung 0,1% matcha, 303: bổ sung 0,2% matcha, 304: bổ sung 0,3% matcha, 305: bổ sung 0,4% matcha, 306: bổ sung 0,5% matcha

Dựa trên Hình 11 và 12, các mẫu sữa chua khác biệt rõ rệt về cảm quan. Mẫu 304 luôn có điểm trung bình cao nhất ở cả ngày 1 và ngày 28, trong khi mẫu 301 thấp nhất trong suốt quá trình bảo quản.

Ở ngày 1, mẫu 306 đạt điểm màu và mùi cao nhất nhờ hàm lượng matcha lớn, nhưng mẫu 304 lại được ưa chuộng hơn về vị và cấu trúc do bổ sung matcha ở mức vừa phải (0,3%), giúp mạng lưới xanthan gum ổn định, phân tán tốt các

phần tử không hòa tan và tạo cấu trúc mịn với hậu vị dễ chịu. Sau 28 ngày, điểm cảm quan của các mẫu đều giảm, song 304 vẫn giữ chất lượng tốt nhất. Các mẫu chứa nhiều matcha (305, 306) duy trì màu và mùi đặc trưng nhưng cấu trúc kém đồng nhất do mạng lưới xanthan gum bị suy yếu. Nhìn chung, tỷ lệ matcha ảnh hưởng rõ rệt đến màu, mùi, vị và cấu trúc; trong đó mức 0,3% là tối ưu, tạo sản phẩm hài hòa và được chấp nhận cao nhất.

#### IV. KẾT LUẬN

Bột matcha Natsu có chất lượng phù hợp để bổ sung vào sữa chua, trong khi xanthan gum giúp tăng độ nhớt và khả năng giữ nước, với tỷ lệ thích hợp là 0,1%. Việc bổ sung matcha ảnh hưởng đến pH, độ nhớt và khả năng giữ nước của sữa chua: pH giảm, độ nhớt và khả năng giữ nước tăng đến ngày 14 rồi giảm dần đến ngày 28 trong quá trình bảo quản; mẫu sữa chua bổ sung 0,5% matcha cho pH và độ nhớt cao nhất nhưng giữ nước

thấp nhất. Mật độ *L. bulgaricus* và *S. thermophilus* tăng mạnh từ ngày 7–14 trong quá trình bảo quản và giảm sau đó, trong đó CT6 (bổ sung 0,5% matcha) có mật độ thấp nhất. Hàm lượng protein và màu sắc ít biến động và không khác biệt có ý nghĩa giữa các công thức. Kết quả cảm quan cho thấy tỷ lệ bổ sung matcha 0,3% mang lại chất lượng cân đối của sữa chua và được hội đồng cảm quan đánh giá cao.

#### Tài liệu tham khảo

1. Tamime A, Robinson R. Yoghurt: science and technology. 2nd ed. Cambridge: Woodhead Publishing 1999.
2. Fernandez MA, Marette A. Potential health benefits of combining yogurt and fruits based on their probiotic and prebiotic properties. *Advances in Nutrition*. 2017;8(1):155S-64S. doi: 10.3945/an.115.011114
3. Kim JM, Lee U, Kang JY, Park SK, Kim JC, Heo HJ. Matcha Improves Metabolic Imbalance-Induced Cognitive Dysfunction. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2020;2020(1):8882763. doi: 10.1155/2020/8882763
4. Hà DT. Kỹ thuật phân tích cảm quan thực phẩm. Hà Nội: Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật; 2010.
5. Khoa GT. Bài giảng Công nghệ chế biến chè. Hà Nội: Học Viện Nông nghiệp Việt Nam; 2018.
6. Thư VT, Lê Doãn Diên NTG, Khoa GT. Các hợp chất có trong chè và một số phương pháp phân tích thông dụng trong sản xuất chè ở Việt Nam. Hà Nội: Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội. 2001.
7. Babu KS, Liu DZ, Amamcharla JK. Application of micro-and nano-bubbles as a tool to improve the rheological and microstructural properties of formulated Greek-style yogurts. *Foods*. 2022;11(4):619. doi: 10.3390/foods11040619
8. Koksoy A, Kilic M. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. *Food hydrocolloids*. 2004;18(4):593-600. doi: 10.1016/j.foodhyd.2003.10.002
9. Rafiq L, Zahoor T, Sagheer A, Khalid N, ur Rahman U, Liaqat A. Augmenting yogurt quality attributes through hydrocolloidal gums. *Asian-Australasian journal of animal sciences*. 2019;33(2):323. doi: 10.5713/ajas.18.0218
10. Baniasadidehkordi M, Joyner HS. The impact of formulation on the rheological, tribological, and microstructural properties of acid milk gels. In: Joyner HS, editor. *Rheology of Semisolid Foods*. Cham: Springer; 2019. p. 275–321. doi:10.1007/978-3-030-27134-3\_10
11. Macit E, Bakirci I. Effect of different stabilizers on quality characteristics of the set-type yogurt. *African Journal of Biotechnology*. 2017;16(46):2142-51. doi: 10.5897/AJB2017.16197
12. Ge Z, Yin D, Li Z, Chen X, Dong M. Effects of commercial polysaccharides stabilizers with different charges on textural, rheological, and microstructural characteristics of set yoghurts. *Foods*. 2022;11(12):1764. doi: 10.3390/foods11121764
13. Duboc P, Mollet B. Applications of exopolysaccharides in the dairy industry. *International dairy journal*. 2001;11(9):759-68. doi: 10.1016/S0958-6946(01)00119-4
14. Butt AA, Ahmed Z. Role of Extra Cellular Polysaccharides in Dairy Products. *Next-Generation Technologies in Dairy Processing and Production: IGI Global Scientific Publishing*; 2026. p. 65-106. doi: 10.4018/979-8-3693-9949-1.ch003
15. Georgakouli K, Mpesios A, Kouretas D, Petrotos K, Mitsagga C, Giavasis I, et al. The effects of an olive fruit polyphenol-enriched yogurt on body composition, blood redox status, physiological and metabolic parameters and yogurt microflora. *Nutrients*. 2016;8(6):344. doi: 10.3390/nu8060344
16. Komes D, Horžić D, Belščak A, Ganić KK, Vulić I. Green tea preparation and its influence on the content of bioactive compounds. *Food research international*. 2010;43(1):167-76. doi: 10.1016/j.foodres.2009.09.022
17. Kochman J, Jakubczyk K, Antoniewicz J, Mruk H, Janda K. Health benefits and chemical composition of matcha green tea: A review. *Molecules*. 2020;26(1):85. doi: 10.3390/molecules26010085
18. Amirdivani S, Baba ASH. Green tea yogurt: major phenolic compounds and microbial growth. *Journal of food science and technology*. 2015;52(7):4652-60. doi: 10.1007/s13197-014-1670-6
19. Yüksel AK, Yüksel M, Şat İG. Determination of certain physicochemical characteristics and sensory properties of green tea powder (matcha) added ice creams and detection of their organic acid and mineral contents. *GIDA/ The Journey of Food*. 2017;42(2):116–126. doi:10.15237/gida.GD16072
20. Thi Vu T, Mgebrishvili I, Hramova V, Korotkova A, Gorlov I. The analysis of the using efficiency Japanese matcha tea in the fermented milk products production. *Journal of Hygienic Engineering and Design* 2017
21. Asaduzzaman M, Mahomud MS, Haque ME. Heat-Induced Interaction of Milk Proteins:

- Impact on Yoghurt Structure. International journal of food science. 2021;2021(1):5569917.
22. Dönmez Ö. Effect of protein–polyphenol interaction on the physicochemical properties of set type yogurt and on the digestibility of milk proteins. Ankara: Hacettepe University, Fen Bilimleri Enstitüsü; 2017.
23. Ma W, Tribet C, Guyot S, Zanchi D. Tannin-controlled micelles and fibrils of  $\kappa$ -casein. J Chem Phys. 2019;151(24):244902. doi:10.1063/1.5121018.
24. Ma W, Baron A, Guyot S, Bouhallab S, Zanchi D. Kinetics of the formation of  $\beta$ -casein/tannin mixed micelles. RSC Adv. 2012;2(9):3934–3941. doi:10.1039/C2RA21060J.
25. Yüksel Z, Avcı E, Erdem YK. Characterization of binding interactions between green tea flavonoids and milk proteins. Food Chem. 2010;121(2):450–456. doi:10.1016/j.foodchem.2009.12.040.
26. Mehanna NM, Ibrahim EM, El-Nawasany LI. Impact of some hydrocolloids on the physical characteristics and quality of non-fat yoghurt. Int Food Res J. 2013;20(5):2591–2598.
27. Nguyễn TPT. Nghiên cứu ứng dụng bột trà xanh Matcha trong sản xuất thực phẩm chức năng. Đà Nẵng: Đại học Đà Nẵng; 2011.
28. Siddiqi M, Tarrach A, Chen ZH, LaPointe G. Phenotypic differentiation of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* isolates found in yogurt starter cultures. Fermentation. 2024;10(12):601. doi:10.3390/fermentation10120601.
29. Dan T, Hu H, Tian J, He B, Tai J, He Y. Influence of different ratios of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* on fermentation characteristics of yogurt. Molecules. 2023;28(5):2123. doi:10.3390/molecules28052123
30. Chen C, Zhao S, Hao G, Yu H, Tian H, Zhao G. Role of lactic acid bacteria on the yogurt flavour: a review. Int J Food Prop. 2017;20(Suppl 1):S316–S330. doi:10.1080/10942912.2017.1328610.
31. Sarvari F, Mortazavian AM, Fazeli MR. Biochemical characteristics and viability of probiotic and yogurt bacteria in yogurt during the fermentation and refrigerated storage. Appl Food Biotechnol. 2014;1(1):55–61.