

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA TỈ LỆ DỊCH KHOAI LANG TÍM BỔ SUNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG SỮA CHUA ĐEO

Nguyễn Thị Ngọc Dế^{1*}, Châu Minh Tân¹, Nguyễn Bảo Lộc²

¹Khoa Công nghệ - Thủy sản, Trường Cao đẳng Kinh tế Kỹ thuật Cần Thơ

²Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ

*Email: ntnde@ctec.edu.vn

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu là đánh giá ảnh hưởng của tỉ lệ dịch khoai lang tím (KLT) bổ sung vào quy trình sản xuất sữa chua dẻo. Nghiên cứu đã tiến hành khảo sát tỉ lệ dịch KLT bổ sung so với hỗn hợp sữa (0, 25, 50, 75, 100% v/v) thông qua đánh giá các chỉ tiêu bao gồm tính chất cơ lý (độ cứng, độ nhớt, pH, giá trị màu sắc về độ sáng L^* và thành phần hóa học (hàm lượng axit lactic và hàm lượng anthocyanin) theo thời gian lên men (0, 2, 4, 6, 8 giờ). Kết quả cho thấy, so với mẫu đối chứng thì tỉ lệ bổ sung 75% (v/v) dịch KLT vào quy trình sản xuất sữa chua dẻo sẽ làm giảm độ cứng, độ nhớt và độ chua, lần lượt là 1,97; 1,3; 1,03 lần. Tuy nhiên, hàm lượng anthocyanin tăng xấp xỉ 80 lần.

Từ khóa: Khoai lang tím, sữa chua, tỉ lệ bổ sung.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sữa chua (Yoghurt) là một trong những sản phẩm lên men từ sữa, tác dụng rất tốt đến sức khỏe con người do có nguồn protein và carbohydrate thủy phân, vitamin, khoáng chất dồi dào [1] và được tiêu thụ trên toàn cầu. Mỗi quốc gia có sản phẩm đặc trưng riêng. Tuy nhiên, cơ chế chung của quá trình sản xuất sữa chua là nhờ vào hoạt động của chủng vi khuẩn lactic, sản sinh axit lactic làm thay đổi pH của dịch sữa ban đầu [2]. Sữa chua được khuyến cáo dùng làm thức ăn tráng miệng hoặc ăn kèm với bữa ăn chính trong ngày [3]. Hiện nay, trên thị trường có nhiều loại sữa chua được bổ sung các thành phần chất xơ, trái cây như: Dâu tây, dịch khóm, nha đam... nhằm nâng cao giá trị dinh dưỡng và góp phần đa dạng sản phẩm sữa chua trên thị trường.

Khoai lang tím (KLT) là một trong những nông sản được quan tâm vào những năm gần đây do có màu sắc bắt mắt và chứa thành phần các chất có hoạt tính sinh học cao, đặc biệt là anthocyanin. Anthocyanin có khả năng chống oxy hóa, trung hòa gốc tự, có thể ngăn ngừa lão hóa, ung thư và các bệnh thoái hóa, như: Xơ vữa động mạch và viêm khớp, bảo vệ gan, hạ huyết áp, hạ

đường huyết, kháng khuẩn, chống viêm và chống béo phì [4 - 6]. Tuy nhiên, những năm gần đây, sản lượng KLT tăng nhưng giá thành thấp do biến động của thị trường và dịch bệnh. Trung bình mỗi năm có khoảng 18% KLT phụ phẩm (bao gồm các củ khoai bị trầy xước trong quá trình thu hoạch, kích thước không đạt chuẩn so với khoai xuất khẩu) thường có giá trị kinh tế rất thấp [7].

Để góp phần nâng cao giá trị sử dụng của KLT phụ phẩm, đa dạng hóa sản phẩm sữa chua và giảm giá thành sản xuất, sự kết hợp giữa quy trình sản xuất sữa chua dẻo và KLT là hướng đi mới. Tuy nhiên, dịch KLT bổ sung vào quy trình sản xuất sữa chua dẻo có khả năng ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm. Chính vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu là đánh giá ảnh hưởng của tỉ lệ dịch KLT bổ sung đến sự thay đổi chất lượng của sữa chua dẻo cũng như chọn được tỉ lệ phù hợp nhất cho quy trình sản xuất sản phẩm.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

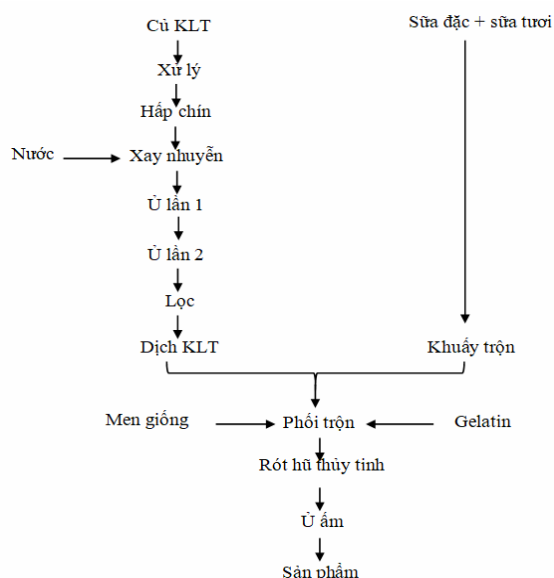
Các nguyên liệu sử dụng trong nghiên cứu: Sữa cô đặc Ngôi sao Phương Nam (loại hộp giấy, Vinamilk, hàm lượng đậm 2,7 g/100 g, hàm lượng chất béo 10,08 g/100 g), sữa tươi tiệt trùng (loại

hộp giấy, Vinamilk, hàm lượng đậm 3,0 g/100 ml, hàm lượng chất béo 3,3 g/ml), gelatin (dạng bột, xuất xứ Đức, độ Bloom 250) được mua tại siêu thị. Giống vi khuẩn axit lactic thương mại YC381 (bao gồm hệ *Lactobacillus bulgaricus* và *Streptococcus thermophilus*, có mật số ban đầu 10^{11} cfu/ml được sản xuất bởi Công ty CHR HANSEN - Đan Mạch, nhiệt độ ủ 35 - 45°C). Enzyme chịu nhiệt α -amylase (từ *Bacillus licheniformis*, 132 KNU/g, tên thương mại là Termamyl 120L), glucoamylase (từ *Aspergillus niger*, 296,5 AGU/g, tên thương mại là Dextrozyme GA), được sản xuất bởi Novozymes - Đan Mạch.

KLT được thu mua tại Công ty TNHH MTV Thanh Bình Tân (xã Thành Trung, huyện Bình Tân, tỉnh Vĩnh Long).

Hóa chất phân tích bao gồm: Ethanol (GHTech - Trung Quốc, độ tinh khiết 99,7%), axit clohydric (Xilong - Trung Quốc, độ tinh khiết 36%), ống NaOH chuẩn 0,1N (Cemaco - Việt Nam), kali clorua (GHTech - Trung Quốc, độ tinh khiết 99,7%), natri acetat (Xilong - Trung Quốc, độ tinh khiết 99%).

2.2. Quy trình chế biến



Hình 1. Quy trình sản xuất sữa chua bổ sung dịch KLT

2.3. Tiến hành thí nghiệm

Lựa chọn những củ KLT đạt tiêu chuẩn chế biến, rửa sạch và hấp chín (100°C/15 phút). Sau

hấp chín, KLT được xay với nước theo tỉ lệ 1: 2 (w/v). Sau đó tiến hành ủ lần 1 với enzyme α -amylase (0,05%, v/v) ở nhiệt độ kiểm soát 80°C trong 40 phút. Tiếp tục ủ lần 2 với enzyme glucoamylase (0,1%, v/v) ở nhiệt độ kiểm soát là 60°C trong 120 phút. Sau thời gian ủ, dịch KLT thô được lọc bằng vải mùng 3 lớp, thu được dịch KLT [8].

Sữa cô đặc và sữa tươi tiệt trùng được khuấy trộn với nhau theo tỉ lệ 1: 1 (w/v) tạo thành hỗn hợp sữa. Tiến hành phối trộn dịch KLT vào hỗn hợp sữa theo tỉ lệ bổ sung (0, 25, 50, 75, 100% v/v) và thêm 3% men giống, 2% gelatin vào hỗn hợp sữa và KLT (w/v). Tiến hành rót hũ thủy tinh (đường kính 50 mm, cao 70 mm) và ủ ấm ở nhiệt độ 40°C $\pm$ 1°C. Sản phẩm sữa chua dẻo bổ sung KLT được phân tích các chỉ tiêu theo thời gian khảo sát.

Chỉ tiêu theo dõi: Độ cứng, độ nhớt, pH, giá trị màu sắc về độ sáng (L*), hàm lượng axit lactic và hàm lượng anthocyanin.

2.4. Phương pháp phân tích

2.4.1. Xác định độ cứng

Sử dụng thiết bị đo cấu trúc thực phẩm (TMS - PRO - Mỹ). Mẫu sữa chua được giữ lạnh ở tủ mát (10°C/15 phút) để ổn định cấu trúc. Sau đó được cắt thành khối hình trụ, có đường kính 25 mm, chiều cao 30 mm, tốc độ di chuyển của đầu đo 100 mm/phút, tải tối đa 500 N, đầu đo hình tròn (đường kính 75 mm). Tất cả các thông số cài đặt được cố định cho toàn bộ các mẫu phân tích. Kết quả được ghi nhận hoàn toàn tự động.

2.4.2. Xác định độ nhớt

Sữa chua sau ủ được lấy ra để ở nhiệt độ phòng (khoảng 5 phút), khuấy đồng nhất (khuấy nhẹ nhàng, tránh hình thành bọt). Độ nhớt được đo bằng cách sử dụng máy đo độ nhớt Brookfield (Brookfield DVII, Mỹ), que đo số 6 với tốc độ 2 vòng/phút. Kết quả được ghi lại sau 50 giây [9].

2.4.3. Xác định giá trị pH

Sử dụng máy đo pH để bàn (Inolab pH 7110 SET 4, Đức) để xác định pH của sản phẩm sữa chua. Trước khi đo, máy được hiệu chuẩn với dung dịch pH đệm chuẩn 4, 7 và 10 [9].

2.4.4. Xác định hàm lượng axit lactic

Hàm lượng axit lactic được xác định bằng phương pháp xác định độ chua; kết quả độ chua được quy đổi ra lượng axit lactic [10].

2.4.5. Xác định hàm lượng anthocyanin

Hàm lượng anthocyanin được xác định theo phương pháp vi sai. Độ hấp thụ màu anthocyanin trong dung dịch đệm khác nhau (pH 1 và 4,5) được đo tại các bước sóng tương ứng 520 và 700 nm bằng máy hấp thụ quang phổ U-2800 (Simadzu, Nhật Bản) [11].

2.4.6. Xác định giá trị màu sắc

Sử dụng máy đo màu cầm tay MiniScan EZ 4500L – Mỹ để phân tích sự thay đổi về độ sáng và màu sắc của sản phẩm thông qua thông số độ sáng (L^*). Tiến hành đo đặc ở 3 vị trí khác nhau tại 3 điểm (theo đường chéo khối sữa chua) cho cùng một mẫu trên mỗi lần đo. Kết quả đo là kết quả trung bình của 3 lần đo được hiển thị trên máy.

2.4.7. Phương pháp xử lý số liệu

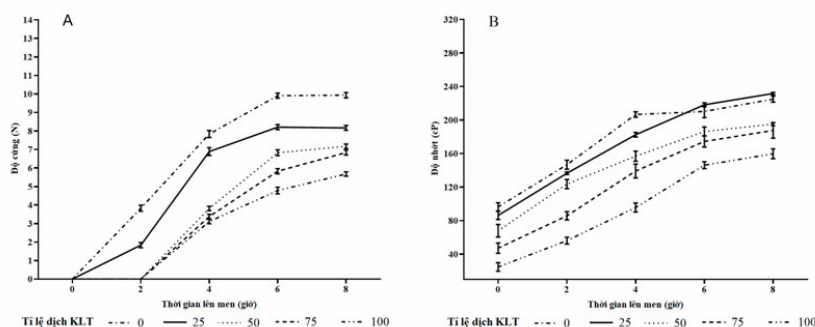
Phân tích phương sai (ANOVA) được sử dụng để đánh giá sự khác biệt đáng kể giữa nhiều nhóm theo các phương pháp khảo sát khác nhau, sau đó là thử nghiệm LSD bằng phần mềm thống kê Statgraphics (VA, Mỹ) và phần mềm GraphPad

Prism (GraphPad Software, LLC, Mỹ) được sử dụng để vẽ đồ thị. Dữ liệu được trình bày dưới dạng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn ($\pm$ SD) của thí nghiệm ba lần với $p < 0,05$ có ý nghĩa thống kê. Kết quả nghiên cứu được tính trên khối lượng khô.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của tỉ lệ dịch KLT bổ sung đến tính chất cơ lý của sữa chua dẻo theo thời gian lên men

Sữa chua là sản phẩm khá phổ biến trên thế giới, ngoài việc có hương vị thơm ngon, cấu trúc mềm mịn thì giá trị sức khỏe mang lại cho con người là rất lớn [12]. Cấu trúc của sữa chua được hình thành do quá trình tạo gel bởi tác nhân axit được sinh ra từ vi khuẩn lactic. Cấu trúc gel khác nhau tạo thành các sản phẩm sữa chua khác nhau và được đặc trưng bởi độ cứng và độ nhớt trong suốt quá trình lên men sản phẩm [13]. Kết quả ảnh hưởng của tỉ lệ dịch KLT bổ sung đến độ cứng và độ nhớt của sữa chua dẻo theo thời gian lên men được thể hiện qua hình 2.



Hình 2. Ảnh hưởng của tỉ lệ dịch KLT bổ sung đến tính chất cơ lý sữa chua dẻo

Kết quả ở hình 2.A cho thấy, tỉ lệ dịch KLT bổ sung có ảnh hưởng đến độ cứng của sản phẩm sữa chua theo thời gian lên men. Theo đó, độ cứng sữa chua có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) giữa các tỉ lệ bổ sung dịch KLT từ 0 – 100% và theo thời gian lên men từ 0 – 8 giờ. Cụ thể, độ cứng của sữa chua đo được có xu hướng giảm dần độ cứng theo tỉ lệ bổ sung, lần lượt là 0% (6,30 N), 25% (5,02 N), 50% (3,56 N), 75% (3,21 N) và 100% (2,71 N). Nghĩa là, khi bổ sung lượng dịch KLT càng nhiều thì độ cứng càng giảm. Nguyên nhân do cấu trúc của sữa chua hình thành là do quá trình lên men, sự tập hợp của các hạt micelle casein liên kết nhau

bằng liên kết kỵ nước, tương tác tĩnh điện giữa protein k-casein và whey dẫn đến hình thành cấu trúc mạng lưới ba chiều. Khi bổ sung các thành phần không phải protein sẽ làm giảm đi tính liên kết của mạng lưới gel, dẫn đến giảm độ cứng của sản phẩm [14, 15]. Bên cạnh đó, thời gian ủ lên men sẽ làm gia tăng độ cứng của sữa chua từ 0 – 8 giờ lên men. Tuy nhiên, nếu xét cùng một thời điểm lên men (6 giờ ủ) thì lượng dịch khoai bổ sung càng nhiều, độ cứng càng giảm so với mẫu đối chứng (9,91 N), với độ cứng lần lượt là 25% (8,21 N), 50% (6,82 N), 75% (5,83 N) và 100% (4,78 N). Mật số vi khuẩn lactic sẽ gia tăng theo thời gian lên men, sản

sinh ra một lượng axit lactic đáng kể làm giảm pH của hỗn hợp sữa. Khi pH của dịch sữa tiến dần về điểm đẳng điện (pI) thì hình thành các nút mạng gel protein được chặt chẽ [16]. Độ bền của cấu trúc gel này thay đổi phụ thuộc vào độ giảm của pH và lực liên kết giữa casein và whey protein thông qua cầu nối disulfure [17].

Hình 2.B thể hiện kết quả đánh giá độ nhớt của sữa chua khi bổ sung tỉ lệ dịch KLT khác nhau theo thời gian lên men. Độ nhớt của sữa chua có xu hướng tăng dần theo thời gian lên men và giảm dần khi gia tăng tỉ lệ bổ sung dịch KLT từ 25 – 100% so với mẫu không bổ sung dịch KLT. Cụ thể, mẫu sữa chua không bổ sung dịch KLT có độ nhớt cao nhất là 177,04 cP, so với mẫu bổ sung 100% dịch KLT là 96,52 cP và khác biệt ý nghĩa thống kê so với các tỉ lệ còn lại từ 25 – 75%, lần lượt là 171,09 - 126,91 cP. Nếu xét ở 6 giờ ủ, độ nhớt của sữa chua ở mẫu đối chứng và ở tỉ lệ bổ sung 25% dịch KLT không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê, với độ nhớt lần lượt là 210,35 cP và 218,23 cP. Tuy nhiên, ở các tỉ lệ bổ sung dịch KLT còn lại thì độ nhớt của sữa chua đều có xu hướng giảm và khác biệt ý nghĩa thống kê so với mẫu đối chứng từ 50 - 100% là 186,38 – 146,17 cP. Kết quả này có được là do mẫu sữa chua không bổ sung dịch KLT thì hàm lượng chất khô hòa tan cao nhất, khi bổ sung dịch KLT theo tỉ lệ từ 25 – 100% thì lượng nước thêm vào lớn hơn so với lượng chất khô có trong hỗn hợp. Chính vì vậy mà độ nhớt của sản phẩm có xu hướng giảm theo tỉ lệ dịch KLT bổ sung. Tuy nhiên, khi kéo dài thời gian lên men, mật số vi khuẩn lactic gia tăng, đưa pH về gần bằng pI, các phân tử protein có xu hướng liên kết lại với nhau bởi cầu nối disulfide làm tăng độ nhớt của sản phẩm [9].

3.2. Ảnh hưởng của tỉ lệ dịch KLT bổ sung đến thành phần hóa học của sữa chua dẻo theo thời gian lên men

Giá trị pH và hàm lượng axit lactic là các yếu tố quan trọng quyết định chất lượng, thời hạn sử dụng, sự ổn định và sự chấp nhận của các sản phẩm sữa chua. Hơn nữa, độ pH cũng rất quan trọng đến mức độ an toàn của sản phẩm thực phẩm [18]. Kết quả phân tích sự thay đổi thành

phần hóa học (pH, hàm lượng axit lactic và anthocyanin) được thể hiện ở hình 3.

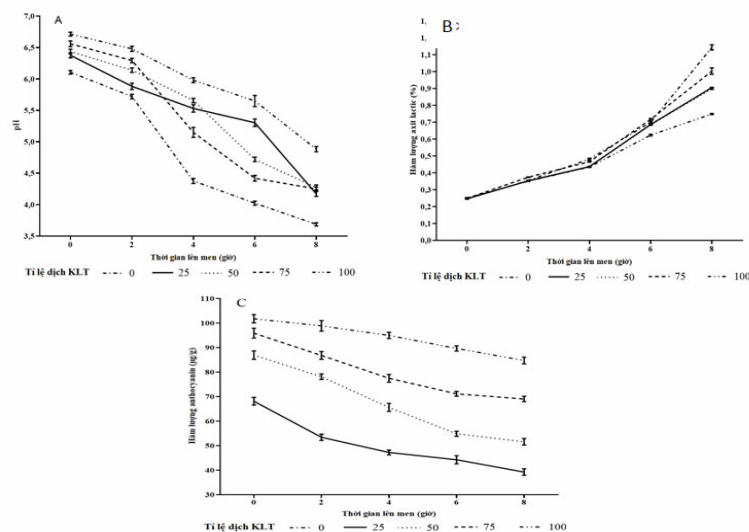
Giá trị pH có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) giữa các tỉ lệ bổ sung dịch KLT và các khoảng thời gian lên men được thể hiện qua hình 3.A. Nhìn chung, giá trị pH của sản phẩm sữa chua bổ sung dịch KLT có xu hướng giảm theo thời gian lên men. Đối với mẫu sữa chua không bổ sung dịch KLT thì giá trị pH đạt thấp nhất là 4,78 và cao nhất là mẫu sữa chua bổ sung 100% dịch KLT là 5,94. Tuy nhiên, ở mẫu bổ sung 25% và 50% dịch KLT không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) giữa 2 tỉ lệ này với giá trị pH lần lượt là 5,45 và 5,44. Bên cạnh đó, kết quả ở hình 3.A còn cho thấy, khi xét ở cùng một mốc thời gian lên men (8 giờ ủ), giá trị pH của mẫu đối chứng thấp nhất (3,69) và có xu hướng tăng lên theo tỉ lệ bổ sung từ 25 - 100%, tương ứng với giá trị pH từ 4,17 – 4,88. Tuy nhiên, nếu xét ở 6 giờ ủ thì tỉ lệ bổ sung 75% dịch KLT có giá trị pH là 4,42, phù hợp với cảm quan chung của nhiều người (pH 4,0 - 4,4) và an toàn thực phẩm (pH > 4,5 sẽ tạo điều kiện cho các vi khuẩn như *Salmonella* và *Escherichia coli* phát triển) [19, 20].

Hàm lượng axit lactic (Hình 3.B) cũng có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các tỉ lệ dịch KLT bổ sung và thời gian lên men sản phẩm sữa chua. Theo đó, ở mẫu không bổ sung dịch KLT, hàm lượng axit lactic cao nhất (0,58%) và khác biệt ý nghĩa thống kê so với các tỉ lệ còn lại 25% (0,52%), 50% (0,53%), 75% (0,56%), 100% (0,48%). Tuy nhiên, không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa tỷ lệ bổ sung từ 25 – 50% dịch KLT. Đồng thời, hàm lượng axit lactic cũng tăng dần theo thời gian lên men và có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các khoảng thời gian theo khảo sát. Theo đó, khi xét ở tỷ lệ bổ sung 75% dịch KLT cho thấy, hàm lượng axit tăng theo thời gian lên men. Hàm lượng axit lactic thấp nhất ở 0 giờ ủ (0,249%), sau đó tăng từ 2 - 8 giờ ủ với hàm lượng axit lactic lần lượt tăng tương ứng từ 0,374 - 1,003%. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Son và cs (2023) [21], khi đánh giá hàm lượng axit lactic sinh ra theo thời gian lên men sữa chua bởi chủng vi khuẩn lactic *Bifidobacterium longum*. Bên cạnh đó, theo Nguyễn Chí Dũng và cs (2016) [22], mật số vi

khuẩn lactic sẽ tăng theo thời gian lên men sữa chua, chính vì vậy mà hàm lượng axit lactic cũng gia tăng ở một khoảng thời gian nhất định trước khi sản phẩm bị hư hỏng.

Hàm lượng anthocyanin trong sản phẩm sữa chua dẻo bổ sung KLT được thể hiện ở hình 3.C. Kết quả phân tích cho thấy, hàm lượng anthocyanin có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các tỉ lệ bổ sung khác nhau theo thời gian khảo sát. Theo đó, khi bổ sung tỉ lệ dịch KLT càng nhiều thì hàm lượng anthocyanin có xu hướng tăng. Đồng thời, thời gian ủ lên men càng dài thì hàm lượng anthocyanin có xu hướng giảm. Cụ thể, ở mẫu đối chứng (không bổ sung dịch KLT) thì hàm lượng anthocyanin bằng 0 µg/g. Nhưng đối với các mẫu bổ sung dịch KLT từ 25 – 100% thì hàm lượng anthocyanin có sự thay đổi đáng kể ($p < 0,05$). Hàm lượng anthocyanin cao nhất đối với mẫu sữa chua bổ sung 100% dịch KLT ở 0 giờ ủ lên men và thấp nhất đối với mẫu sữa chua được ủ 8 giờ, với tỉ lệ bổ sung 25% dịch KLT. Tính ổn định anthocyanin trong quá trình bảo quản cực kỳ nhạy

cảm với các điều kiện môi trường, bao gồm: pH, oxy, nhiệt độ và ánh sáng... [22]. Đối với nghiên cứu này, nhiệt độ và ánh sáng có thể loại trừ vì các mẫu sữa chua được lên men ở cùng điều kiện. Một số nghiên cứu đã kết luận rằng, tốc độ thoái hóa của anthocyanin có tương quan tỉ lệ thuận với các giá trị pH trong các điều kiện ủ [23]. Nghĩa là hàm lượng anthocyanin giảm khi giá trị pH giảm (hàm lượng axit tăng). Anthocyanin được cấu tạo từ anthocyanidin và đường, rất có khả năng vi khuẩn lactic phát triển sẽ sử dụng phần đường của anthocyanin dẫn đến hàm lượng anthocyanin giảm [23]. Qua nghiên cứu cho thấy, hàm lượng anthocyanin trong sữa chua bổ sung dịch KLT giảm khi pH giảm theo thời gian. Tuy nhiên, đối với tỉ lệ dịch KLT bổ sung 75% thì giữa 6 và 8 giờ lên men khác biệt không ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Điều này có thể giải thích, mặc dù anthocyanin giảm theo chiều giảm của pH nhưng trong một khoảng pH nhỏ nào đó thì hàm lượng anthocyanin vẫn ổn định.



Hình 3. Ảnh hưởng của tỉ lệ dịch KLT bổ sung đến thành phần hóa học của sữa chua dẻo

A: Giá trị pH; B: Hàm lượng axit lactic; C: Hàm lượng anthocyanin

3.3. Ảnh hưởng của tỉ lệ dịch KLT bổ sung đến giá trị màu sắc của sữa chua dẻo theo thời gian lên men

Màu sắc là một chỉ tiêu quan trọng đánh giá tính chất cảm quan của thực phẩm. Sản phẩm có màu sắc đặc trưng, bắt mắt góp phần nâng cao

giá trị của thực phẩm. Đối với sản phẩm sữa chua dẻo bổ sung dịch KLT, màu tím đặc trưng của KLT được xuất hiện ở cường độ màu khác nhau phụ thuộc vào tỉ lệ bổ sung dịch KLT và thời gian lên men sản phẩm. Kết quả được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của tỉ lệ dịch KLT bổ sung đến giá trị L* của sữa chua dẻo

Tỉ lệ dịch KLT bổ sung (%)	Thời gian ủ lên men (giờ)				
	0	2	4	6	8
0	86,33 ± 0,41 ^{a NS}	87,28 ± 1,75 ^{a NS}	85,85 ± 1,12 ^{a NS}	87,68 ± 0,52 ^{a NS}	86,47 ± 1,55 ^{a NS}
25	54,55 ± 1,64 ^{b E}	59,58 ± 0,73 ^{b D}	67,03 ± 1,94 ^{b C}	74,93 ± 3,24 ^{b B}	78,51 ± 0,83 ^{b A}
50	47,05 ± 1,67 ^{c E}	49,08 ± 0,74 ^{c D}	54,04 ± 0,81 ^{c C}	59,80 ± 0,40 ^{c B}	64,31 ± 0,89 ^{c A}
75	40,92 ± 1,37 ^{d E}	46,22 ± 0,54 ^{d D}	50,09 ± 1,25 ^{d C}	56,09 ± 1,47 ^{d B}	60,72 ± 1,90 ^{d A}
100	35,47 ± 1,70 ^{e E}	40,59 ± 1,31 ^{e D}	46,76 ± 0,60 ^{e C}	51,33 ± 0,91 ^{e B}	57,58 ± 1,08 ^{e A}

Ghi chú: Các ký tự viết thường (a - e) trong cùng một cột thể hiện cùng 1 mốc thời gian ủ lên men sữa chua dẻo theo các tỉ lệ bổ sung dịch KLT khác nhau. Các ký hiệu (A - E) trên cùng một dòng, thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê của một tỉ lệ bổ sung dịch KLT ở các mốc thời gian ủ lên men khác nhau. NS: Không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê.

Kết quả ở bảng 1 cho thấy, tỉ lệ bổ sung dịch KLT vào sữa chua có ảnh hưởng rất lớn đến sự thay đổi độ sáng (L*) của sản phẩm. Mẫu đối chứng không bổ sung dịch KLT có độ sáng cao nhất (màu trắng), tuy nhiên khi bổ sung dịch KLT thì độ sáng có xu hướng giảm. Nghĩa là bổ sung càng nhiều dịch KLT thì màu của sữa chua dẻo có xu hướng sậm màu hơn. Đồng thời, độ sáng của sữa chua có xu hướng tăng lên theo thời gian lên men. Nói cách khác, quá trình lên men sẽ giúp cho sản phẩm sáng màu hơn. Nguyên nhân là do sự khác độ sáng, chủ yếu là do sự thay đổi màu của anthocyanin trong dịch KLT. Theo đó, khi thời gian lên men kéo dài, lượng axit lactic sinh ra nhiều, làm giảm giá trị pH dẫn đến màu của anthocyanin có xu hướng chuyển sang màu hồng sáng. Bên cạnh đó, thời gian ủ lên men dài cũng làm giảm hàm lượng anthocyanin trong sản phẩm. Theo Scibisz và cs (2012) [24], quá trình lên men và bảo quản sẽ làm thay đổi độ sáng của sữa chua bổ sung quả việt quất. Nguyên nhân là do sự chuyển đổi cation flavylum từ có màu của anthocyanin thành dạng không màu. Wallace và Giusti (2008) [25] cũng khẳng định rằng, sữa chua bổ sung 10 mg quả hoàng liên gai (*Berberis boliviana*) sẽ có độ sáng cao hơn so với bổ sung 20 mg quả hoàng liên gai giàu anthocyanin.

3.4. Tương quan giữa các chỉ tiêu đánh giá sản phẩm sữa chua dẻo bổ sung dịch KLT

Kết quả đánh giá mối tương quan giữa các chỉ tiêu đánh giá chất lượng sữa chua bổ sung dịch

KLT cho thấy, tất cả các chỉ tiêu đánh giá đều có mối liên hệ với nhau và ảnh hưởng đến nhau. Giá trị tương quan R² khá cao (R² > 0,9) [26]. Theo đó, hàm lượng axit lactic có mối tương quan thuận chiều độ cứng (R² = 0,96) và độ sáng (R² = 0,98), nghĩa là hàm lượng axit lactic tăng sẽ là tăng độ cứng và độ sáng của sản phẩm sữa chua dẻo bổ sung dịch KLT. Tuy nhiên, hàm lượng axit lactic lại có mối tương quan nghịch chiều với giá trị pH (R² = -0,98) và hàm lượng anthocyanin (R² = -0,98). Điều này cho thấy, khi hàm lượng axit lactic tăng thì giá trị pH sẽ giảm và làm giảm hàm lượng anthocyanin có trong sản phẩm.

	Hàm lượng axit lactic	Độ cứng	Giá trị pH	Hàm lượng anthocyanin	Độ sáng L*
Hàm lượng axit lactic	1,00	0,96	-0,98	-0,98	0,98
Độ cứng	0,96	1,00	-0,95	-0,94	0,96
Giá trị pH	-0,98	-0,95	1,00	0,97	-0,98
Hàm lượng anthocyanin	-0,98	-0,94	0,97	1,00	-0,96
Độ sáng L*	0,98	0,96	-0,98	-0,96	1,00

Hình 4. Tương quan giữa các chỉ tiêu đánh giá sữa chua dẻo bổ sung dịch KLT

Ghi chú: Dấu (-) thể hiện mối tương quan nghịch chiều.

Hàm lượng anthocyanin trong sản phẩm cũng có mối tương quan mật thiết với các chỉ tiêu còn lại

khi đánh giá sản phẩm sữa chua dẻo bổ sung KLT. Hàm lượng anthocyanin có mối tương quan nghịch chiều với hàm lượng axit, độ cứng và độ sáng, với giá trị R^2 lần lượt là -0,98; -0,94; -0,96 nhưng lại cùng chiều với giá trị pH ($R^2 = 0,97$). Kết quả này cho thấy, nếu sản phẩm lên men ở thời gian dài, pH xuống thấp thì ảnh hưởng rất lớn đến hàm lượng anthocyanin có trong sản phẩm.

4. KẾT LUẬN

Tỉ lệ dịch KLT bổ sung vào quy trình sản xuất sữa chua làm thay đổi tính chất cơ lý và thành phần hóa học cũng như màu sắc của sản phẩm. Theo đó, khi bổ sung tỉ lệ 75% dịch KLT vào sữa chua và được ủ lên men 6 giờ sẽ cho sản phẩm có chất lượng tốt nhất về độ cứng, độ nhớt, cũng như giữ được hàm lượng anthocyanin cao trong sản phẩm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Campos, D. C. S., Neves, L. T. B. C., Flach, A., Costa, L. A. M. A. & De Sousa, B. O. (2017). Post-acidification and evaluation of anthocyanins stability and antioxidant activity in açai fermented milk and yogurts (*Euterpe oleracea* Mart.). *Rev Bras Frutic*, 39(5), 1 - 13.
2. Deshwal, G. K., Tiwari, S., Kumar, A., Raman, R. K. & Kadyan, S. (2021). Review on factors affecting and control of post-acidification in yoghurt and related products. *Trends Food Sci Technol*, 109, 499 - 512.
3. Hadjimbei, E., Botsaris, G. & Chrysostomou, S. (2022). Beneficial effects of yoghurts and probiotic fermented milks and their functional food potential. *Foods*, 11, 1 - 15. Doi.org/10.3390/foods11172691
4. Jiao, Y., Jiang, Y., Zhai, W. & Yang, Z. (2012). Studies on antioxidant capacity of anthocyanin extract from purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Afr J Biotechnol*, 11(27).
5. Wang, S., Nie, S. & Zhu, F. (2016). Chemical constituents and health effects of sweet potato. *Food Res Int*, 89(1), 90 - 116.
6. Lim, S., Xu, J., Kim, J., Chen, T. Y., Su, X. & Standard, J. (2013). Role of anthocyanin-enriched purple-fleshed sweet potato p40 in colorectal cancer prevention. *Mol Nutr Food Res*, 57(11), 1908 - 1917.
7. Hồ Thanh Thâm, Mai Trương Hồng Hạnh (2020). Năng suất và thành phần hóa học của dây và củ khoai lang phụ phẩm làm thức ăn cho gia súc, gia cầm tại huyện Bình Tân, tỉnh Vĩnh Long. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ*, 56(5), 87.
8. Huỳnh Văn Vũ, Nguyễn Minh Thủy (2014). Ảnh hưởng của tỷ lệ nước bổ sung và enzyme α -amylase trong thủy phân tinh bột KLT Nhật. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ*. Chuyên đề Nông nghiệp, tập 1, 28 - 34.
9. Krisnaningsih, A. T., Radiati, L. E., Purwadi, Evanuarini, H. & Rosyidi, D. (2019). The effect of incubation time to the physicochemical and microbial properties of yoghurt with local taro (*Colocasia esculenta* (L.) schott) starch as stabilizer. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 7(2), 547 - 554.
10. Ibrahim, S. (2013). Effects of enzyme concentration, temperature, pH and time on the degree of hydrolysis of protein extract from viscera of tuna (*Euthynnus affinis*) by using alcalase. *Sains Malaysiana*, 42(3), 279 - 287.
11. Wrolstad, R. E. & Culver, C. A. (2012). Alternatives to those artificial FD&C food colorants. *Annu Rev Food Sci Technol*, 3(1), 59 - 77.
12. Macori, G. & Cotter, P. D. (2018). Novel insights into the microbiology of fermented dairy foods. *Curr Opin Biotechnol*, 49, 172 - 178.
13. Li, S., Ye, A. & Singh, H. (2021). Effects of seasonal variations on the quality of set yogurt, stirred yogurt and Greek-style yogurt. *J Dairy Sci*, 104(2), 1 - 9.
14. Yang, L., Wang, L., Chi, Y. & Chi, Y. (2024). Effect of whole egg liquid on physicochemical, quality, fermentation and sensory characteristics of yogurt. *Foods*, 13(2), 321.
15. Sah, B. N. P., Vasiljevic, T., McKechnie, S. & Donkor, O. N. (2016). Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 978 - 986.
16. Ozcan, T., Ozdemir, T. & Avci, H. R. (2021). Survival of *Lactobacillus casei* and

functional characteristics of reduced sugar red beetroot yoghurt with natural sugar substitutes. *Int J Dairy Technol*, 74(1), 148 - 160.

17. Ozcan, T., Ozdemir, T. & Avci, H. R. (2020). Survival of lactobacillus casei and functional characteristics of reduced sugar red beetroot yoghurt with natural sugar substitutes. *Int J Dairy Technol*, 74(1), 148 - 160.

18. Gonçalves, R. F. S., Rodrigues, R., Vicente, A. A. & Pinheiro, A. C. (2023). Incorporation of solid lipid nanoparticles into stirred yogurt: Effects in physicochemical and rheological properties during shelf-life. *Nanomaterials*, 13(1), 83 - 93.

19. Robinson, R. K. & Itsaranuwat, P. (2007). Properties of yoghurt and their appraisal. *Fermented Milks*, 76 - 94.

20. Granata, L. A. & Morr, C. V. (1996). Improved acid, flavor and volatile compound production in a high protein and fiber soymilk yogurt-like product. *J Food Sci*, 61(2), 331 - 336.

21. Son, J. K., Jo, Y. J., Jung, Y. J., Lee, Y. R., Lee, J. & Jeong, H. S. (2023). Fermentation and quality characteristics of yogurt treated with bifidobacterium longum. *Nutrients*, 15(15), 23 - 29.

22. Nguyễn Chí Dũng, Phạm Thị Mỹ Lệ & Nguyễn Thị Kim Chi (2016). Nghiên cứu chế biến

sản phẩm yaourt bổ sung KLT (*Solanum andigenum*). *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Đồng Tháp*, 22, 115 - 120.

23. Hosoda, K., Eruden, B., Matsuyama, H. & Shioya, S. (2009). Silage fermentative quality and characteristics of anthocyanin stability in anthocyanin-rich corn (*Zea mays* L.). *Asian-Australas J Anim Sci*, 22(4), 528 - 533.

24. Scibisz, I., Ziarno, M., Mitek, M. & Zare, D. (2012). Effect of probiotic cultures on the stability of anthocyanins in blueberry yoghurts. *LWT- Food Science and Technology*, 49, 208 - 212.

25. Wallace, T. C. & Giusti, M. M. (2008). Determination of color, pigment and phenolic stability in yogurt systems colored with nonacylated anthocyanins from *Berberis boliviana* L. as compared to other natural/synthetic colorants. *Journal of Food Science*, 73(4), 241 - 248.

26. Gong, W., Wang, X., Wang, F. & Wang, J. (2023). Correlation analysis between wheat flour solvent retention capacity and gluten aggregation characteristics. *Foods*, 12(9), 1 - 11. <https://doi.org/10.3390/FOODS12091879>

EFFECT OF PURPLE SWEET POTATO SOLUTION RATIO ON THE QUALITY OF STICKY YOGURT

Nguyen Thi Ngoc De¹, Chau Minh Tan¹, Nguyen Bao Loc²

¹ Faculty of Technology and Fisheries, Can Tho Technical Economic College

² Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University

Summary

The study aimed to evaluate the impact of varying ratios of purple sweet potato solution on yogurt production. Accordingly, the study investigated the effects of adding different proportions of the solution (0, 25, 50, 75, 100% v/v) to the milk mixture. Through the assessment of physical and mechanical properties (hardness, viscosity, pH, color values L*, a*, b*) and chemical composition (lactic acid and anthocyanin content) over fermentation periods (0, 2, 4, 6, 8 hours). The results showed that the addition of 75% (v/v) purple sweet potato solution produced yogurt with optimal quality, including a pH of 4.42, hardness of 5.83 N, viscosity of 174.58 cP, color values L* (56.08), a* (5.15), b* (-0.33), lactic acid content (0.72%) and anthocyanin content (71.17 µg/g).

Keywords: Yogurt, purple sweet potato, adding ratio.

Ngày nhận bài: 3/6/2024

Ngày chuyển phản biện: 21/6/2024

Ngày thông qua phản biện: 01/7/2024

Ngày duyệt đăng: 15/7/2024