

KHẢO SÁT CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM CÚ SEN MUỐI CHUA TẠI HUYỆN GIANG THÀNH, TỈNH KIÊN GIANG

Huỳnh Văn Quốc Cảnh, Lê Bích Tuyền*, Danh Trung Tính, Trần Thị Tuyết Nhi

Khoa Khoa học thực phẩm và sức khỏe, Trường Đại học Kiên Giang

*Email: lb.tuyen@vnkgu.edu.vn

Ngày nhận bài: 26/8/2024; Ngày nhận bài sửa: 30/11/2024; Ngày chấp nhận đăng: 26/12/2024

TÓM TẮT

Nghiên cứu này đánh giá các yếu tố tác động đến chất lượng sản phẩm củ sen muối chua tại huyện Giang Thành, tỉnh Kiên Giang. Các yếu tố khảo sát gồm nhiệt độ và thời gian chần, nồng độ muối ban đầu, nhiệt độ lên men và mật số *Lactiplantibacillus plantarum* bổ sung ban đầu. Kết quả cho thấy điều kiện chần ở 80 °C trong thời gian 30 giây kết hợp với nồng độ muối NaCl 4%, nhiệt độ lên men 30 °C với mật số vi khuẩn *Lactiplantibacillus plantarum* bổ sung vào dịch lên men là 10^7 CFU/g cho sản phẩm có độ cứng và độ sáng tốt, hàm lượng acid sinh ra cao, pH đạt tiêu chuẩn của sản phẩm rau quả muối chua, sản phẩm có chất lượng tốt nhất.

Từ khóa: Củ sen, nhiệt độ chần, nồng độ muối, thời gian chần, *Lactiplantibacillus plantarum*.

1. GIỚI THIỆU

Muối chua là một phương pháp chế biến kết hợp bảo quản thực phẩm, được áp dụng phổ biến nhiều quốc gia [1]. Tại Việt Nam, các sản phẩm muối chua thường sản xuất ở quy mô hộ gia đình hoặc cơ sở nhỏ vì thể quá trình lên men chủ yếu dựa vào kinh nghiệm và điều kiện môi trường, chất lượng sản phẩm thiếu ổn định. Vì sinh vật đóng vai trò quan trọng đến chất lượng các sản phẩm lên men [2]. Hiện nay, các nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của quy trình chế biến đến chất lượng sản phẩm củ sen muối chua vẫn còn hạn chế. Vì vậy, khảo sát các yếu tố công nghệ như điều kiện chần, nhiệt độ, nồng độ muối lên men cũng như mật số vi khuẩn *Lactiplantibacillus plantarum* bổ sung ban đầu trong dịch lên men sẽ cung cấp các thông số kỹ thuật nhằm góp phần tạo ra sản phẩm đạt chất lượng và ổn định.

Từ lâu, muối chua được xem là phương pháp hiệu quả chế biến và bảo quản thực phẩm. Thông số công đoạn chần, các thông số lên men như nhiệt độ lên men, nồng độ muối ban đầu, mật số vi khuẩn lactic sử dụng ban đầu là các thông số công nghệ có ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình lên men của từng nguyên liệu [3]. Trên thế giới, các nghiên cứu về lên men rau quả đã được công bố như bắp cải [4], cải bẹ [5], dưa leo [6], củ cải [7], v.v. Trước đây, khi chần thường không kiểm soát thời gian chần và nước thường ở trạng thái sôi [8]. Do đó, khi lên men lactic rau quả dẫn đến chất lượng không đồng đều. Các nhà khoa học đã công bố rằng khi xử lý nguyên liệu trước khi chế biến và kiểm soát nồng độ muối ban đầu giúp độ cứng sản phẩm, cảm quan sản phẩm được nâng cao [4]. Đây là những thông số quan trọng cần xem xét để đánh giá hiệu quả của quá trình lên men.

Chính vì thế, mục tiêu của nghiên cứu này là xác định ảnh hưởng của nhiệt độ chần và thời gian chần, nhiệt độ lên men và nồng độ muối ban đầu, mật số vi khuẩn lactic ban đầu đến chất lượng củ sen muối chua tại huyện Giang Thành, tỉnh Kiên Giang.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương tiện nghiên cứu

Nghiên cứu này được thực hiện tại phòng thí nghiệm ngành công nghệ thực phẩm, khu A, Trường Đại học Kiên Giang. Củ sen được mua tại huyện Giang Thành, tỉnh Kiên Giang. Chế phẩm vi khuẩn

Lactiplantibacillus plantarum được chuẩn bị bởi Khoa Khoa học thực phẩm và sức khỏe, Trường Đại học Kiên Giang với mật số 10^9 CFU/g.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp lấy mẫu

Củ sen được thu mua tại huyện Giang Thành, tỉnh Kiên Giang. Củ sen được thu mua ngay sau khi thu hoạch và phải đáp ứng các yêu cầu như không bị tổn thương cơ học, đường kính củ sen đạt 4-6 cm, màu trắng ngà.

2.2.2. Phương pháp phân tích

Các chỉ tiêu chất lượng của củ sen muối chua được xác định theo các phương pháp trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1. Phương pháp xác định các chỉ tiêu chất lượng của củ sen muối chua

Chỉ tiêu đánh giá	Phương pháp xác định
pH	Sử dụng pH kế (MI150, Martini – Rumani) đo trực tiếp dịch ngâm.
Độ cứng (g lực)	Sử dụng máy đo độ cứng CT3 (Brookfield, Mỹ), kích thước mẫu dày 4-5 mm, lực tác động 5 kg, tốc độ đầu đo 2 mm/s, độ biến dạng 10 mm [5].
Hàm lượng acid lactic (mg/mL)	Hàm lượng acid lactic được xác định bằng phương pháp chuẩn độ. Cụ thể, lấy 10 mL dịch lên men cho vào ống nghiệm, bổ sung 20 mL nước cất và nhỏ 1–2 giọt phenolphthalein. Dung dịch được chuẩn độ bằng NaOH 0,1 N đến khi xuất hiện màu hồng bền thì dừng lại. Hàm lượng acid lactic được tính theo công thức [9]. Hàm lượng acid lactic được tính theo công thức: Hàm lượng acid lactic (mg/mL) = $^{\circ}T \cdot 0,009$. Với: $^{\circ}T = V_{NaOH} \cdot 10$ Trong đó, $^{\circ}T$ là độ Therner và V_{NaOH} là thể tích NaOH 0,1 N tiêu tốn (mL)
Độ sáng (L)	Độ sáng được đo bằng máy soi màu NH300, Shenzhen 3nh Technology Co., Ltd, Trung Quốc.

Phương pháp định lượng vi khuẩn trong chế phẩm vi khuẩn *Lactiplantibacillus plantarum* (CPLp) theo tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5522:1991 (phù hợp với ST SEV 5805-86) thông qua phương pháp đếm gián tiếp khuẩn lạc vi khuẩn *Lactiplantibacillus plantarum* trên môi trường MRS agar. Chế phẩm có mật số 10^9 CFU/g. Xác định khối lượng CPLp (g) cần bổ sung vào dịch lên men để có được mật số vi khuẩn cần khảo sát theo công thức: (Tổng khối lượng mẫu * mật số vi khuẩn cần khảo sát)/ 10^9 (g).

2.2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Các thí nghiệm được lặp lại 3 lần, độ lớn mẫu là 50 g/mẫu. Số liệu được xử lý bằng phần mềm thống kê Statgraphics Centurion XVI (USA). Phân tích sự khác biệt giữa các nghiệm thức bằng phương pháp sai (ANOVA) và kiểm định LSD.

2.3. Phương pháp bố trí thí nghiệm

2.3.1. Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian chần đến chất lượng củ sen muối chua

Mục tiêu của thí nghiệm này là khảo sát được ảnh hưởng của nhiệt độ chần và thời gian chần đến chất lượng sản phẩm củ sen muối chua, từ đó chọn được nhiệt độ chần và thời gian chần tối ưu. Củ sen được rửa lần 1 để loại bỏ tạp chất. Sau đó, củ sen được sơ chế, bỏ vỏ và xắt lát với độ dày khoảng 4-5 mm. Trong quá trình xử lý, củ sen được ngâm trong nước muối 0,9% để hạn chế bị hóa nâu. Sau đó, củ sen được rửa lại lần 2 và để ráo. Củ sen được chần ở 4 mức nhiệt độ (60 °C, 70 °C, 80 °C và 90 °C) kết hợp thời gian gia nhiệt với 3 mức độ (30 giây, 60 giây và 90 giây) trong dung dịch $CaCl_2$ 0,5%. Sau khi chần, củ sen được cho vào nước lạnh đến khi nguội thì được lấy ra và để ráo. Tiếp theo, cho 100 g củ sen vào hộp nhựa chịu nhiệt đã được tiệt trùng, thể tích hộp nhựa là 250 mL. Sau đó, bổ sung 150 mL dịch lên men (thành phần của dịch lên men gồm 4% muối, 3% đường và mật số vi khuẩn *Lactiplantibacillus plantarum* 10^7 CFU/g (tương đương 2,5 g CPLp). Sau khi bổ sung dịch lên men, mẫu được ủ trong điều kiện nhiệt độ phòng (30 ± 2 °C) và thời gian 4 ngày [10,11]. Các chỉ tiêu đánh giá bao gồm độ cứng của củ sen (g lực), pH và hàm lượng acid hình thành trong quá trình lên men.

2.3.2. Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ và nồng độ muối ban đầu đến chất lượng củ sen muối chua

Mục tiêu của thí nghiệm này là khảo sát được ảnh hưởng của nhiệt độ lên men và nồng độ muối ban đầu đến chất lượng sản phẩm củ sen muối chua, từ đó chọn được nhiệt độ lên men và nồng độ muối tối ưu. Các bước tiến hành được thực hiện tương tự như thí nghiệm trên. Củ sen sau khi được chần ở điều kiện tối ưu đã chọn được đem lên men trong dung dịch có nồng độ muối khác nhau. Nồng độ muối trong dịch lên men được bố trí ở ba mức gồm 3%, 4% và 5%, kết hợp với ba mức nhiệt độ lên men lần lượt là 20 °C, 25 °C và 30 °C. Quá trình lên men được duy trì trong thời gian 4 ngày. Đo pH dịch lên men, hàm lượng acid lactic và xác định độ cứng của sản phẩm.

2.3.3. Khảo sát ảnh hưởng của mật số vi khuẩn ban đầu đến chất lượng củ sen muối chua

Mục tiêu của thí nghiệm là xác định mật số vi khuẩn *Lactiplantibacillus plantarum* thích hợp cho quá trình lên men củ sen. Quy trình thí nghiệm được xây dựng dựa trên hai thí nghiệm đã trình bày trước, trong đó chỉ thay đổi yếu tố mật số vi khuẩn bổ sung. Củ sen được xử lý chần theo điều kiện đã xác định, sau đó tiến hành lên men với nồng độ muối và nhiệt độ đã được lựa chọn từ các thí nghiệm trước. Quá trình lên men được thực hiện tương tự như trên nhưng vi khuẩn *L. plantarum* được bổ sung với mật số lần lượt là 10^6 , 10^7 và 10^8 CFU/g (tương đương 0,25 g, 2,5 g và 25 g CPLp) trong dịch lên men. Đo pH dịch lên men, hàm lượng acid lactic và xác định độ cứng của sản phẩm.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ chần và thời gian chần đến củ sen muối chua

Nhiều công trình đã chỉ ra rằng độ cứng của mô thực vật chịu ảnh hưởng lớn từ sự liên kết giữa pectin có mức ester hóa thấp và ion Ca^{2+} , hình thành cấu trúc canxi pectate trong thành tế bào [12]. Quá trình chần với nhiệt độ cao trong thời gian ngắn có khả năng hoạt hóa enzyme pectin methylesterase (PME), từ đó làm thay đổi mức ester hóa của pectin trong mô củ sen [13]. Bên cạnh đó, chần củ sen trong dung dịch Ca^{2+} ở nhiệt độ và thời gian thích hợp còn thúc đẩy quá trình hình thành canxi pectate, từ đó giúp cải thiện độ cứng sản phẩm củ sen. Đồng thời quá trình chần còn làm bất hoạt các enzyme hoá nâu, từ đó giúp cải thiện độ sáng của sản phẩm. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian chần đến chất lượng sản phẩm củ sen được thể hiện thông qua các số liệu trình bày ở Bảng 2 và Bảng 3.

Bảng 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian chần đến độ cứng, pH, hàm lượng acid tổng của củ sen muối chua

Nghiem thức	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (giây)	Độ cứng trước khi chần (g lực)	Độ cứng sau khi chần (g lực)	Độ cứng sau khi lên men (g lực)	pH	Hàm lượng acid (mg/mL)
1	60	30	3.747,5 ^a ±43,43	2.780,83 ^{cde} ±198,54	1.535,67 ^{ed} ±140,98	3,63 ^{df} ±0,026	0,624 ^{bc} ±0,02
		60	3.707,5 ^{abc} ±64,32	2.740,83 ^{de} ±320,26	1.562,5 ^{ed} ±371,38	3,71 ^{edf} ±0,028	0,558 ^{de} ±0,03
		90	3.745,5 ^a ±35,46	2.538,83 ^e ±227,26	1.391,17 ^e ±337,47	3,78 ^{cde} ±0,025	0,631 ^{cd} ±0,06
2	70	30	3.730,0 ^{ab} ±17,3	3.300,0 ^b ±100,0	2.703,83 ^b ±212,48	3,59 ^d ±0,05	0,723 ^{bc} ±0,02
		60	3.710,83 ^{abc} ±42,30	2.610,83 ^c ±141,56	1.497,67 ^{ed} ±43,83	3,97 ^{bcd} ±0,07	0,683 ^{cd} ±0,05
		90	3.675,17 ^{bc} ±37,29	2.868,83 ^{cde} ±283,9	1.687,0 ^{cde} ±256,60	4,16 ^{ab} ±0,04	0,599 ^{cde} ±0,06
3	80	30	3.717,0 ^{abc} ±5,19	3.673,6 ^a ±45,610	3.275,67 ^a ±224,68	3,46 ^f ±0,03	1,048 ^a ±0,05
		60	3.693,0 ^{abc} ±5,2	3.233,0 ^b ±115,182	2.860,67 ^b ±92,71	3,75 ^{cde} ±0,02	0,663 ^{cd} ±0,02
		90	3.672,33 ^{bc} ±27,8	3.105,67 ^{bc} ±281,24	1.870,5 ^{cd} ±320,12	3,83 ^{cde} ±0,05	0,558 ^{de} ±0,02
4	90	30	3.666,37 ^c ±15,2	3.256,37 ^b ±139,75	2.553,03 ^b ±382,88	3,56 ^{df} ±0,05	0,843 ^b ±0,04
		60	3.660,83 ^c ±51,98	3.087,5 ^{bc} ±59,739	2.077,0 ^c ±245,89	4,29 ^a ±0,03	0,471 ^e ±0,03
		90	3.753,67 ^a ±48,12	3.020,33 ^{bcd} ±250,6	1.848,33 ^{cd} ±203,43	4,00 ^{bc} ±0,04	0,555 ^{de} ±0,07

Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95%.

Bảng 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian chần đến độ sáng (L) của củ sen muối chua

Nghiem thức	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (giây)	Độ sáng ban đầu	Độ sáng sau khi chần (L)	Độ sáng sau khi lên men
1	60	30	86,0 ^{ab} ±1,0	76,0 ^{cd} ±1,73	75,67 ^{cde} ±1,15
		60	83,67 ^c ±2,08	71,67 ^f ±1,52	71,33 ^g ±1,12
		90	85,0 ^{abc} ±1,0	75,0 ^{de} ±1,0	74,0 ^{def} ±2,0
2	70	30	87,0 ^a ±1,0	78,0 ^c ±1,0	78,0 ^c ±1,0
		60	85,0 ^{abc} ±1,0	75,0 ^{de} ±1,0	74,67 ^{def} ±1,52
		90	84,33 ^{bc} ±2,3	73,67 ^{ef} ±1,1	73,0 ^{fg} ±1,0
3	80	30	87,0 ^a ±1,0	86,0 ^a ±1,0	84,67 ^a ±1,52
		60	84,67±1,15	82 ^b ,0±1,0	81,33 ^b ±0,57
		90	86,0 ^{ab} ±1,0	77,67 ^c ±2,1	77,0 ^{cd} ±2,64
4	90	30	85,0 ^{abc} ±1,0	75,0 ^{de} ±1,0	74,0 ^{def} ±1,0
		60	84,67 ^{bc} ±0,57	73,0 ^{ef} ±1,0	72,67 ^{fg} ±1,52
		90	84,67 ^{bc} ±1,15	72,33 ^f ±1,52	73,0 ^{fg} ±1,0

Các giá trị trong cùng một cột được biểu thị bằng giá trị trung bình của ba lần lặp lại ± độ lệch chuẩn; các chữ cái a–f cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức tin cậy 95%.

Kết quả cho thấy, khi chần củ sen ở nhiệt độ 60 °C thì độ cứng của củ sen sau khi chần và sau khi lên men giảm đi rất nhiều so với nguyên liệu ban đầu. Khi tăng nhiệt độ chần lên 70 °C và 80 °C thì độ cứng của củ sen được cải thiện hơn. Nhưng nhiệt độ chần tăng lên 90 °C, độ cứng của củ sen có xu hướng giảm. Đồng thời, thời gian chần 30 giây cho kết quả độ cứng cao hơn so với các mẫu chần trong 60 và 90 giây. Như vậy, mẫu có độ cứng tốt nhất là mẫu chần ở 80 °C trong 30 giây (3.275,67 g lực) và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các mẫu còn lại. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Đàm Thị Bích Phượng và Vũ Thị Lâm An [14] khi chần cà na ở nhiệt độ 80 °C giúp cải thiện độ cứng của cà na muối chua. Bảng 3 cho thấy rằng khi chần củ sen ở nhiệt độ 60 °C, độ sáng (L) của củ sen sau khi chần và sau khi lên men giảm đi nhiều so với độ sáng ban đầu. Khi tăng nhiệt độ lên thì độ sáng của củ sen được cải thiện. Tuy nhiên, tăng 90 °C thì độ sáng của củ sen giảm sau khi chần và lên men. Độ sáng của củ sen khi chần ở 30 giây cao hơn khi chần ở 60 giây và 90 giây. Như vậy, mẫu chần ở 80°C trong 30 giây có độ sáng cao nhất (84,67) và khác biệt ý nghĩa với các mẫu còn lại.

Khi đánh giá quá trình lên men lactic thì dựa vào hai chỉ tiêu cơ bản là pH và hàm lượng acid sinh ra. Lượng acid sinh ra càng nhiều thì pH của dịch lên men càng giảm. Kết quả ở Bảng 2 cho thấy việc thay đổi điều kiện chần có ảnh hưởng đến hàm lượng acid lactic được sinh ra và pH của sản phẩm muối chua. Củ sen được chần trong thời gian 30 giây ở nhiệt độ 80 °C có hàm lượng acid cao nhất (1,048 mg/mL), pH đạt tiêu chuẩn của sản phẩm rau quả muối chua (pH 3,46) và khác biệt có ý nghĩa thống kê đối với các mẫu còn lại. Càng kéo dài thời gian chần thì hàm lượng acid được tạo ra sau lên men càng ít. Đồng thời khi nhiệt độ chần quá thấp hoặc quá cao thì lượng acid sinh ra cũng giảm đáng kể. Bởi vì khi gia nhiệt các vi sinh vật trong nguyên liệu củ sen sẽ bị ức chế, vi khuẩn lactic được bổ sung vào sau công đoạn chần nên quá trình lên men vẫn xảy ra. Nếu nhiệt độ chần ở mức thấp, các vi sinh vật gây hại không bị ức chế hoàn toàn, chúng phát triển và sinh ra nhiều hợp chất không mong muốn trong dịch lên men, đồng thời làm giảm hoạt động của vi khuẩn lactic. Ngược lại, nếu nhiệt độ chần quá cao và thời gian chần kéo dài, các thành phần cấu trúc của củ sen bị biến đổi, làm giảm nguồn nguyên liệu cho hoạt động trao đổi chất của vi khuẩn lactic, từ đó giảm khả năng hình thành acid lactic. Kết quả này cũng tương đồng với nghiên cứu của Diệp Trần Khánh Triền [15] khi khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian chần củ cải trắng, sản phẩm lên men có hàm lượng acid sinh ra cao khi chần ở nhiệt độ 80 °C trong 60 giây. Việc khác nhau về thời gian chần so với kết quả nghiên cứu [15] là do sự khác nhau về thành phần hoá học và cấu trúc giữa củ cải trắng và củ sen.

Tóm lại, khi chần củ sen ở nhiệt độ 80 °C trong thời gian 30 giây, sản phẩm sau 4 ngày lên men có độ cứng giảm ít nhất so với độ cứng nguyên liệu ban đầu và độ sáng (L) cao nhất. Bên cạnh đó, lượng

acid lactic được tạo thành trong dịch lên men đạt mức cao nhất so với các mẫu còn lại. Đồng thời giá trị pH của dịch lên men cũng đạt yêu cầu đối với sản phẩm rau quả muối chua. Như vậy, nhiệt độ và thời gian chần phù hợp nhất cho sản phẩm củ sen muối chua là 80 °C trong 30 giây.

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ và nồng độ muối ban đầu đến chất lượng củ sen muối chua

Thí nghiệm được thực hiện với hai nhân tố là nhiệt độ lên men (20 °C, 25 °C và 30 °C) và nồng độ muối (3%, 4% và 5%). Sản phẩm được lên men trong 4 ngày và được đánh giá các chỉ tiêu bao gồm pH, hàm lượng acid và độ cứng. Kết quả được trình bày ở Bảng 4.

Bảng 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ và nồng độ muối đến chất lượng củ sen muối chua

STT	Nhiệt độ (°C)	Nồng độ muối (%)	Độ cứng (g lực)	pH	Hàm lượng acid (mg/mL)
1	20	3	2.881,33±11,026 ^d	3,67 ^c ±0,07	0,663 ^{bc} ±0,013
		4	3.217,83±97,985 ^{bc}	3,71 ^{bc} ±0,02	0,634 ^{cd} ±0,014
		5	3.042,67±14,571 ^{cd}	3,83 ^a ±0,02	0,558 ^d ±0,018
2	25	3	2.504,73±90,391 ^e	3,71 ^{bc} ±0,05	0,671 ^{bc} ±0,022
		4	3.514,83±147,567 ^{ab}	3,60 ^{de} ±0,02	0,621 ^{ab} ±0,023
		5	2.892,83±41,732 ^d	3,76 ^b ±0,04	0,655 ^{bc} ±0,047
3	30	3	2.911,17±347,925 ^d	3,56 ^e ±0,05	0,727 ^b ±0,078
		4	3.612,17±184,638 ^a	3,40 ^f ±0,02	1,023 ^a ±0,013
		5	3.155,5±271,066 ^{cd}	3,65 ^{cd} ±0,04	0,699 ^{bc} ±0,036

Trong cùng một cột, các chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95%.

Kết quả ở Bảng 4 cho thấy giá trị pH của dịch lên men ở các mẫu khảo sát đều nằm trong khoảng 3,40-3,83, đây là giá trị pH phù hợp cho sản phẩm rau quả muối chua. Ở giá trị pH này đảm bảo có thể ngăn cản sự sinh trưởng của các vi sinh vật gây hại không mong muốn qua đó đảm bảo mức độ an toàn vi sinh cho sản phẩm. Kết quả trên cho thấy, mẫu được lên men ở nhiệt 30 °C với nồng độ muối 4% cho sản phẩm có hàm lượng acid lactic cao nhất (1,023 mg/mL) và giữ được độ cứng tốt nhất (3.612,17 g lực) và thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức khác. Xét trên khía cạnh tác động của nồng độ muối, có thể lý giải rằng mức nồng độ muối 2%-3% mặc dù phù hợp cho quá trình lên men acid lactic nhưng cũng đồng thời thích hợp cho vi khuẩn gây hại phát triển [16,17], dẫn đến chất lượng củ sen không cao bằng mẫu lên men ở 4% muối. Đối với tác động của nhiệt độ lên men, do khoảng nhiệt độ hoạt động tối ưu vi khuẩn lactic nằm trong khoảng 25-40 °C nên khi tiến hành lên men củ sen ở nhiệt độ (20 °C và 25 °C) đã kiềm hãm hoạt động vi khuẩn lactic, nên hàm lượng acid sinh ra thấp hơn các mẫu lên men ở nhiệt độ 30 °C. Nhận định này tương đồng với kết quả được Văn Quốc Thanh Thủy và cộng sự [10] công bố về tác động của nhiệt độ và nồng độ muối đến chất lượng củ hành tím. Từ các kết quả thu được, mẫu lên men với nồng độ muối 4% ở 30 °C được xác định cho chất lượng củ sen muối chua tối ưu, thể hiện qua độ cứng cao, hàm lượng acid hình thành lớn và giá trị pH nằm trong ngưỡng an toàn đối với sản phẩm lên men.

3.3 Ảnh hưởng của mật số vi khuẩn *Lactiplantibacillus plantarum* đến chất lượng củ sen muối chua

Thí nghiệm được tiến hành với mật số vi khuẩn *Lactiplantibacillus plantarum* bổ sung ở 10⁶, 10⁷ và 10⁸ CFU/g. Sản phẩm được lên men trong 4 ngày và được sử dụng để đánh giá các chỉ tiêu sản phẩm như pH, hàm lượng acid và độ cứng. Chất lượng sản phẩm củ sen muối chua được đánh giá thông qua chỉ tiêu pH, hàm lượng acid sinh ra và độ cứng của củ sen muối chua (Bảng 5).

Bảng 5. Ảnh hưởng của mật số vi khuẩn đến chất lượng củ sen muối chua

Mật số vi khuẩn (CFU/g)	Cấu trúc (g lực)	pH	Hàm lượng acid (mg/mL)
10^6	$2.539,33^b \pm 484,065$	$3,80^a \pm 0,01$	$0,846^b \pm 0,006$
10^7	$3.428,5^a \pm 399,299$	$3,47^c \pm 0,05$	$0,954^a \pm 0,009$
10^8	$2.312,83^b \pm 369,198$	$3,63^b \pm 0,04$	$0,837^b \pm 0,05$

Các giá trị có mẫu tự đi kèm biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê ở độ tin cậy 95%.

Số liệu trình bày ở Bảng 5 cho thấy sự thay đổi mật số vi khuẩn bổ sung ban đầu dẫn đến sự biến động về cấu trúc củ sen, hàm lượng acid hình thành và giá trị pH của dịch lên men. Ở nồng độ 10^7 CFU/g, củ sen lên men có cấu trúc tốt nhất (3.428,5 g lực) và hàm lượng acid tạo thành cao nhất (0,954 mg/mL), pH phù hợp với tiêu chuẩn của sản phẩm lên men và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với 2 nồng độ còn lại. Kết quả thu được phù hợp với nghiên cứu của Lê Thị Thanh Tâm và Ngô Thị Kim Hà [18] khi đánh giá điều kiện lên men acid lactic từ ri đường bởi vi khuẩn lactic. Nghiên cứu này cho thấy khi tỷ lệ vi khuẩn bổ sung được điều chỉnh trong khoảng 3-10%, hàm lượng acid lactic tạo thành tăng dần và đạt giá trị cao nhất tại mức 10%. Ngược lại, khi tiếp tục nâng tỷ lệ vi khuẩn bổ sung lên 15%, lượng acid thu được có xu hướng giảm [19]. Xu hướng biến động hàm lượng acid trong sản phẩm ở nghiên cứu này tương đồng với kết quả được Đào Văn Thành và Trịnh Thanh Duy [20], khi tăng hàm lượng vi khuẩn lactic thì quá trình lên men diễn ra chậm, còn khi hàm lượng vi khuẩn lactic thấp thì ngoài vi khuẩn lactic phát triển còn có các vi sinh vật gây hư hỏng phát triển nên ảnh hưởng đến pH của sản phẩm. Như vậy, mật số vi khuẩn được bổ sung ban đầu có tác động đáng kể đến độ cứng sản phẩm, hàm lượng acid lactic hình thành và giá trị pH. Khi mật số tế bào ban đầu ở mức thấp, vi khuẩn phát triển chậm do thời gian thích nghi kéo dài, làm giảm hiệu suất chuyển hóa đường thành acid lactic. Điều này còn tạo điều kiện cho các nhóm vi khuẩn khác phát triển và chiếm ưu thế, từ đó hình thành các hợp chất không mong muốn, từ đó suy giảm cấu trúc và chất lượng của sản phẩm [21]. Khi tăng mật độ vi khuẩn ban đầu lên sẽ rút ngắn pha lag để chuyển sang giai đoạn logarit. Khi đó, quá trình trao đổi chất của vi khuẩn diễn ra mạnh mẽ, lượng acid lactic được tạo thành tăng lên, theo đó pH sản phẩm giảm theo và ức chế các vi khuẩn khác cũng như vi khuẩn gây thối, đồng thời tạo ra ít sản phẩm phụ, nhờ đó cấu trúc của sản phẩm ít bị biến đổi [22]. Tuy nhiên, nếu tăng mật độ vi khuẩn ban đầu lên quá nhiều sẽ tạo sự cạnh tranh dinh dưỡng trong giai đoạn sinh trưởng, cơ chất trong môi trường lên men nhanh chóng bị sử dụng cạn kiệt, quần thể vi khuẩn lactic kết thúc giai đoạn phát triển logarit và chuyển sang giai đoạn cân bằng. Theo đó, hiệu suất chuyển hóa giảm, hàm lượng acid lactic hình thành trong quá trình lên men ở mức thấp [21].

Tóm lại, khi khảo sát ảnh hưởng của mật độ vi khuẩn *Lactiplantibacillus plantarum* bổ sung ban đầu đến chất lượng của sản phẩm củ sen muối chua thông qua các chỉ tiêu theo dõi như độ cứng, hàm lượng acid lactic và giá trị pH của dịch lên men thì mật số vi khuẩn thích hợp nhất là 10^7 CFU/g.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy đặc tính cấu trúc (độ cứng), độ sáng và chất lượng sản phẩm củ sen muối chua (pH và hàm lượng acid) được nâng cao rõ rệt trong trường hợp củ sen được xử lý chần ở 80°C trong 30 giây. Bên cạnh đó, việc lên men củ sen trong dung dịch chứa 4,0% NaCl ở 30°C , kết hợp bổ sung *Lactiplantibacillus plantarum* với mật số ban đầu 10^7 CFU/g, giúp sản phẩm duy trì được đặc tính cấu trúc nguyên liệu, hàm lượng acid lactic sinh ra cao, và pH đạt yêu cầu sau 4 ngày lên men.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] B. D. Arimah, O. P. Ogunlowo, M. A. Adebayo, and C. Jesumirhewe, "Identification of lactic acid bacteria isolated from selected Nigerian foods and comparison of their bacteriocins activities," *International Journal of ChemTech Research*, vol. 6, no. 2, pp. 929–937, 2014.
- [2] N. V. Muoi, N. N. H. Tran, and T. T. Truc, "Ảnh hưởng của kích cỡ nguyên liệu và khối lượng mẻ đến quá trình lên men lactic dưa leo," *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, vol. 28, pp. 44–51, 2013.

- [3] V. Constantinescu, G. Campeanu, L. Enache, and C. Campeanu, "Research on the factors influencing the processing of preparing the pickled cucumbers," *Romanian Biotechnological Letters*, vol. 9, pp. 1691–1698, 2004.
- [4] M. Battcock and S. Azam-Ali, *Fermented Fruits and Vegetables: A Global Perspective*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization, 1998.
- [5] W. Bomrungnok, A. Wongwicharn, and P. Vongsawasdi, "Effect of salt concentration on the properties of fermented green mustard," in *Proc. 2nd Int. Conf. Fermentation Technology for Value Added Agricultural Products*, Khon Kaen, Thailand, 2007.
- [6] W. Franco, S. Johanningsmeier, J. Lu, J. Demo, E. Wilson, and L. Moeller, "Cucumber fermentation," in *Lactic Acid Fermentation of Fruits and Vegetables*, Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2016, pp. 107–155.
- [7] V. K. Joshi and S. Sharma, "Lactic acid fermentation of radish for shelf-stability and pickling," *Natural Product Radiance*, vol. 8, no. 1, pp. 19–24, 2009.
- [8] N. V. Muoi and T. T. Truc, "Thực trạng chế biến dưa cải tại làng nghề Tân Lược (Bình Tân – Vĩnh Long)," *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, vol. 22a, pp. 193–202, 2012.
- [9] N. T. M. Hằng và N. M. Thu, "Phân lập và tuyển chọn một số chủng vi khuẩn lactic có khả năng sinh tổng hợp amylase và bacteriocin," *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*, vol. 3, pp. 3–10, 2013.
- [10] V. Q. T. Thuy, N. V. Muoi, and T. T. Truc, "Ảnh hưởng của nồng độ muối và nhiệt độ lên men đến chất lượng củ hành tím muối chua," *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, vol. 6, pp. 18–23, 2006.
- [11] L. T. Truc and N. V. Muoi, "Một số yếu tố ảnh hưởng đến khả năng lên men củ sen," *Kỷ yếu Hội thảo Công nghệ sinh học vùng Đồng bằng sông Cửu Long*. Cần Thơ, Việt Nam: Trường Đại học Cần Thơ, pp. 535–539, 2013.
- [12] J. P. Van Buren, "The chemistry of texture in fruits and vegetables," *Journal of Texture Studies*, vol. 10, no. 1, pp. 1–23, 1979.
- [13] H. C. L. Tang and R. F. McFeeters, "Relationships among cell wall constituents, calcium and texture during cucumber fermentation and storage," *Journal of Food Science*, vol. 48, no. 1, pp. 66–70, 1983. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1983.tb14789.x>
- [14] D. T. B. Phuong and V. T. L. An, "Khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình lên men lactic truyền thống trái cà na," *Tạp chí Khoa học Công nghệ và Thực phẩm*, vol. 19, no. 2, pp. 113–122, 2019.
- [15] D. T. K. Trien, "Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng củ cải trắng muối chua," *M.S. thesis*, An Giang Univ., An Giang, Viet Nam, 2006.
- [16] Y. J. Huh and H. S. Rhee, "Effects of preheating and salt concentration on texture of cucumber kimchi during fermentation," *Korean Journal of Food and Cookery Science*, vol. 6, no. 2, pp. 1–6, 1990.
- [17] J. D. McCreight, D. M. Pharr, R. L. Lower, and H. N. Sox, "Comparative study of β -glucosidase from cotyledons and fruits of cucumber (*Cucumis sativus*)," *Physiologia Plantarum*, vol. 37, no. 1, pp. 17–22, 1976. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1976.tb01866.x>
- [18] L. T. T. Tâm and N. T. K. Ha, "Khảo sát điều kiện lên men lactic acid từ ri đường bởi vi khuẩn *Lactobacillus*," *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, vol. 56, no. 4, pp. 54–60, 2020, doi: 10.22144/ctu.jvn.2020.082.
- [19] N. T. T. Ha, "Nghiên cứu quá trình lên men acid lactic từ lõi ngô," *M.S. thesis*, Univ. Da Nang, Da Nang, Viet Nam, 2012.
- [20] T. T. Duy and D. V. Thanh, "Ảnh hưởng của các điều kiện lên men đến chất lượng dưa lưới non muối chua (Baby cantaloupe)," *Tạp chí Công Thương*, vol. 10, pp. 112–117, 2021.
- [21] B. T. H. Hoa and N. P. Mai, "Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình lên men nem chua sử dụng vi khuẩn lactic *Lactobacillus plantarum*," *Tạp chí Khoa học – Trường Đại học Mở Hà Nội*, vol. 95, pp. 21–29, 2022.
- [22] B. H. D. Long, P. Q. Sin, H. X. Phong, N. N. Thanh, and N. T. P. Dung, "Khảo sát điều kiện lên men acid lactic từ ri đường sử dụng vi khuẩn lactic chịu nhiệt," *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, vol. 55, pp. 103–109, 2019, doi: 10.22144/ctu.jvn.2019.050.

ABSTRACT

FACTORS AFFECTING THE QUALITY OF PICKLED LOTUS ROOT PRODUCTS IN GIANG THANH DISTRICT, KIEN GIANG PROVINCE

Huỳnh Văn Quốc Cảnh, Lê Bích Tuyền*, Danh Trung Tinh, Trần Thị Tuyết Nhi

Faculty of Food Science and Health, Kiên Giang University

*Email: *lb.tuyen@vnkgu.edu.vn*

This study aimed to investigate factors influencing the quality of pickled lotus root products in Giang Thanh district, Kien Giang province, including temperature and blanching time prior to pickling; initial salt concentration in the fermentation liquid; fermentation temperature; initial density of *Lactiplantibacillus plantarum* bacteria. The results of the study showed that when blanching lotus roots at 80 °C for 30 seconds, the initial NaCl salt concentration was 4% and the fermentation temperature was 30 °C and the initial density of *Lactiplantibacillus plantarum* bacteria added to the fermentation liquid was 10^7 CFU/g, the product had good hardness and brightness, high acid content, pH met the standards of pickled vegetables and fruits, and the product had the best quality.

Keywords: Lotus root, pickled salt, lactic acid bacteria, probiotic, *Lactiplantibacillus plantarum*.