

# Thử nghiệm lên men nem chua nấm sò vua (*Pleurotus eryngii*) sử dụng vi khuẩn acid lactic

Lưu Minh Châu<sup>1,\*</sup>, Nguyễn Thị Mỹ Tiên<sup>1</sup>, Bùi Hoàng Đăng Long<sup>1</sup>, Đoàn Thị Kiều Tiên<sup>2</sup>, Nguyễn Văn Thành<sup>1</sup>, Huỳnh Xuân Phong<sup>1</sup>, Nguyễn Ngọc Thanh<sup>1,\*\*</sup>

<sup>1</sup>Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup>Khoa Công nghệ Sinh hóa - Thực phẩm, Trường Đại học Kỹ thuật - Công nghệ Cần Thơ

\*lmchau@ctu.edu.vn, \*\*nntanh@ctu.edu.vn

## Tóm tắt

Nấm sò vua (*Pleurotus eryngii*) là một loại nấm ăn giàu giá trị dinh dưỡng và dược học; quả thể có kích thước lớn, hình dáng đẹp, thịt chắc, dày và hơi giòn. Nghiên cứu này được tiến hành nhằm tuyển chọn chủng vi khuẩn lactic có khả năng lên men và xác định các điều kiện thích hợp để lên men nem chua nấm sò vua. Mười chủng vi khuẩn lactic đã được chọn lọc và các điều kiện lên men thử nghiệm bao gồm nhiệt độ ủ (nhiệt độ phòng, 30 °C và 37 °C), mật độ giống ( $10^3$ ,  $10^5$ ,  $10^7$ ) tế bào/mL, loại nếp (nếp Thái, nếp Thái thơm, nếp Long An dẻo, nếp Cái hoa vàng, nếp lứt), tỷ lệ nấm và nếp (40:60, 50:50 và 60:40 w/w) và nồng độ muối (1 %, 2 %, và 3 % w/w). Kết quả cho thấy chủng vi khuẩn HCGT31 có khả năng sinh acid lactic cao nhất sau 2 ngày lên men với hàm lượng 19,05 g/L. Điều kiện lên men nấm sò vua tốt nhất là ở nhiệt độ 37 °C và mật độ giống  $10^7$  tế bào/g, sử dụng nếp Thái thơm với tỷ lệ nấm và nếp là 50:50 w/w và nồng độ muối là 1% w/w. Sản phẩm nem chua sau 24 giờ lên men có hàm lượng acid là 7,43 g/L, pH = 4,44 và điểm đánh giá cảm quan là 15,89/20 theo TCVN 3215:79.

Nhận 04/09/2024  
Được duyệt 20/11/2024  
Công bố 28/12/2024

## Từ khóa

Lên men acid lactic, nấm sò vua, nem chua, *Pleurotus eryngii*, vi khuẩn lactic.

© 2024 Journal of Science and Technology - NTTU

## 1 Đặt vấn đề

*Pleurotus eryngii* hay nấm sò vua (NSV) là loài có quả thể lớn nhất trong chi nấm sò. Tại Việt Nam, NSV còn được gọi là nấm đùi gà do nấm có hình dạng đặc biệt với thân dài, dày, nhiều thịt màu trắng và phần mũ nhỏ màu nâu vàng, tạo cảm giác như đùi gà nên được gọi là nấm đùi gà. Khi vừa thu hoạch, NSV có ít hương vị hoặc mùi thơm. Tuy nhiên, khi được nấu chín, hương vị của nó được gia tăng với vị umami đặc trưng và vẫn giữ được độ giòn, không bị mềm như nhiều loại nấm khác. Hiện nay, NSV được trồng rộng rãi ở nhiều nơi trên thế giới bởi loại nấm dễ trồng, cho năng suất cao và được dùng để chế biến

thành nhiều món ăn thơm ngon và hấp dẫn. Cũng như các loại nấm khác, NSV có giá trị dinh dưỡng cao do chứa nhiều protein, carbohydrate, acid béo không bão hòa, chất xơ, vitamin B và các loại khoáng chất [1]. Hàm lượng calo của NSV thấp nên phù hợp với những người thực hiện chế độ ăn kiêng. Hơn nữa, NSV còn có nhiều giá trị dược tính như được sử dụng để tăng cường miễn dịch, hỗ trợ tiêu hóa và ngăn ngừa bệnh tim mạch [2]. Đặc biệt, polysaccharide của *P. eryngii* ngày càng được quan tâm do có tác dụng chống oxy hóa, chống khối u, điều hòa miễn dịch, kháng khuẩn, chống tăng lipid máu và các hoạt tính khác [3, 4].

Đối với những người trồng nấm, chất lượng sau thu hoạch và bảo quản là vấn đề cần được quan tâm. Do đặc tính của nấm tươi có độ ẩm cao, pH ở mức trung tính nên nếu không được bảo quản cẩn thận sẽ dẫn đến suy giảm chất lượng của nấm như giảm trọng lượng, thay đổi cấu trúc, màu sắc, mất dinh dưỡng, hương vị đặc trưng, bị nhiễm khuẩn, thậm chí hình thành các chất có hại cho sức khỏe của con người [5]. Trong đó, NSV cũng là một loại nấm dễ hỏng và không thích hợp để lưu trữ lâu dài hoặc vận chuyển đường dài. Sự suy giảm chất lượng của nấm sau thu hoạch làm hạn chế giá trị thương mại của nó và cản trở sự phát triển của ngành công nghiệp nấm. Một số phương pháp được áp dụng để bảo quản nấm là sử dụng các loại bao bì đặc biệt, giữ ở nhiệt độ thấp, chiếu xạ, sấy khô hay sử dụng các lớp phủ hóa học như chitosan và tinh dầu. Bên cạnh những phương pháp vật lý và hóa học thì việc lên men acid lactic nấm cũng được nghiên cứu [6]. Lên men được biết đến là một trong những kỹ thuật chế biến lâu đời nhất, giúp giữ lại hay cải thiện các đặc tính an toàn, dinh dưỡng và cảm quan của nguồn nguyên liệu ban đầu. NSV có thể bảo quản bằng ba quy trình lên men acid lactic truyền thống là dưa cải bắp, ngâm chua và kim chi với chủng *L. plantarum* là nguồn vi sinh bổ sung trong quá trình lên men. Kết quả cho thấy vi khuẩn lactic (LAB) vẫn phát triển nhanh chóng và kiểm soát các vi sinh vật gây hư hỏng và kết luận rằng để bảo quản nấm lâu dài, phương pháp lên men acid lactic là một lựa chọn tốt so với phương pháp ngâm muối mặn [7]. Bên cạnh phương pháp lên men theo quy trình truyền thống, một quy trình khác được sử dụng để lên men nấm cũng dựa trên nguyên lý lên men acid lactic đó chính là sản xuất nem chua chay. Trong xúc xích lên men truyền thống của Thái Lan, thịt heo đã được thay bằng nấm bào ngư và kết quả rất khả quan khi không chỉ nhận được sự ưa thích về cảm quan cũng như đáp ứng các tiêu chuẩn an toàn vi sinh, mà còn chứa hàm lượng chất béo bão hòa thấp hơn và cung cấp ít calo hơn so với sản phẩm truyền thống [8]. Việc sản xuất nem chay từ nguồn nguyên liệu là nấm sẽ giúp đa dạng hóa sản phẩm nem chua trên thị trường, đặc biệt là cung cấp thêm thực phẩm trong khẩu phần người ăn chay.

Tại Việt Nam, những năm gần đây, việc sản xuất nem chua chay được quan tâm và nghiên cứu rộng rãi hơn. Một số nghiên cứu đã công bố kết quả trên các tạp chí như lên men nem chua nấm rom, nấm sò [9-11]. Trong nghiên cứu này, quy trình sản xuất nem chua chay từ NSV được thử nghiệm để đa dạng các loại nem chua, góp phần mở ra hướng đi mới trong việc phát triển các sản phẩm thực phẩm chay và thực phẩm lên men tại Việt Nam.

## 2 Phương pháp nghiên cứu

### 2.1 Nguyên vật liệu và hóa chất

Muối chủng vi khuẩn lactic (LAB) được tuyển chọn và lưu trữ tại Phòng thí nghiệm Vi sinh công nghiệp (Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ) gồm TX61, HCGT31, HK162, L54, L7, HK221, L39, HCM2, TX3 và L30 [9]. Môi trường MRS gồm có yeast extract 0,4 %, beef extract 0,8 %, peptone 1 %, D-glucose 2 %,  $K_2HPO_4$  0,2 %,  $MgSO_4$  0,02 %,  $MnSO_4$  0,004 %, Tween 80 0,1 %,  $C_2H_3NaO_2$  0,5 % (De Man, Rogosa, & Sharpe, 1960).

Hóa chất: NaOH chuẩn 0,1 N (Cemaco, Việt Nam), phenolphthalein (Jinhua, China). NSV, nếp và các gia vị khác (dầu thực vật, tỏi, đường, tiêu, muối) được mua từ siêu thị Mega Cần Thơ.

### 2.2 Phương pháp

#### 2.2.1 Tuyển chọn chủng vi khuẩn lactic có khả năng lên men nem chua NSV

Các chủng vi khuẩn lactic được hoạt hóa và tăng sinh trong môi trường MRS lỏng ở 37 °C trong (36-48) giờ. Môi trường lên men được chuẩn bị trong các túi lên men theo tỷ lệ NSV và nếp đã nấu chín là 40:60 (w/w), bổ sung 5 % w/w dầu thực vật, 8 % w/w tỏi băm nhuyễn, 1,5 % w/w tiêu xay, 1,5 % w/w đường sucrose, 1,0 % w/w muối (tính trên khối lượng của nấm và nếp). Sau đó, dịch tăng sinh của các chủng vi khuẩn lactic (mật số 10<sup>9</sup> tế bào/mL) được chủng vào môi trường đã chuẩn bị với hàm lượng 0,4 % (v/w), trộn đều và lên men kỵ khí trong 2 ngày ở nhiệt độ phòng. Giá trị pH và hàm lượng acid lactic sinh ra trong sản phẩm được xác định để đánh giá quá trình lên men bởi các chủng LAB khác nhau.

2.2.2 Khảo sát ảnh hưởng của mật số giống chủng và nhiệt độ ủ đến quá trình lên men

Sau khi xác định được chủng LAB thích hợp để lên men nem chua NSV, tiến hành khảo sát ảnh hưởng của mật số vi khuẩn (103, 105, và 107 tế bào/mL) và nhiệt độ ủ (30 °C, 37 °C và nhiệt độ phòng từ 28 °C đến 32 °C) đến quá trình lên men. Thí nghiệm được thực hiện tương tự như thí nghiệm ở Mục 2.2.1. Giá trị pH và hàm lượng acid lactic được theo dõi trong 2 ngày lên men.

2.2.3 Khảo sát ảnh hưởng của loại nếp đến quá trình lên men

Thí nghiệm được thực hiện để khảo sát ảnh hưởng của loại gạo nếp đến quá trình lên men. Trong đó, năm loại nếp khác nhau được chọn để khảo sát, bao gồm nếp Thái thường, nếp Thái thơm, nếp Long An dẻo, nếp Cái hoa vàng và nếp lứt. Tiến hành thực hiện tương tự như thí nghiệm ở Mục 2.2.1 với mật số giống chủng và nhiệt độ ủ được chọn ở Mục 2.2.2. Đo pH, xác định hàm lượng acid lactic sinh ra và đánh giá cảm quan nem chua từ NSV.

2.2.4 Khảo sát ảnh hưởng của sự thay đổi tỷ lệ nấm:nếp và nồng độ muối đến quá trình lên men

Sau khi xác định loại nếp thích hợp, tiến hành thử nghiệm thay đổi tỷ lệ NSV và nếp (loại nếp được chọn ở Mục 2.2.3) theo các tỷ lệ 40:60, 50:50, 60:40 và 70:30 w/w và hàm lượng muối bổ sung lần lượt là (1, 2 và 3) % w/w. Đo pH, xác định hàm lượng acid lactic sinh ra và đánh giá cảm quan nem chua từ NSV.

2.2.5 Phương pháp phân tích chỉ tiêu và xử lý số liệu

Xác định pH bằng máy đo pH Horiba (pH1100, Nhật Bản). Hàm lượng acid tổng được xác định bằng phương pháp chuẩn độ với NaOH 0,01 N [12]. Cảm quan sản phẩm được đánh giá bằng phương pháp cho điểm theo Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3215-79 với các chỉ tiêu bao gồm màu sắc, mùi, vị và cấu trúc (thang điểm mô tả từ 0 đến 5) thông qua Hội đồng đánh giá cảm quan gồm 15 thành viên dựa trên thang điểm cảm quan đã xây dựng (độ tuổi từ 22 đến 40, thuộc Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Trường Đại học Cần Thơ) [13]. Tiêu chuẩn này sử dụng hệ 20 điểm xây dựng trên một thang thống nhất có 6 bậc (0 đến 5) và cho điểm 5 là cao nhất cho một tiêu chuẩn. Trong đó, hệ số quan trọng của màu sắc là 0,5; mùi là 1,2; vị là 1,5 và cấu trúc là 0,8. Kết quả được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2013 (Microsoft Corporation, USA). Số liệu được xử lý thống kê bằng phần mềm Statgraphics Centurion XVI (Statpoint Technologies, Inc., USA).

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Tuyển chọn chủng vi khuẩn lactic có khả năng lên men nem chua NSV

Trong quá trình lên men lactic từ NSV, chủng LAB đóng vai trò quan trọng như là nguồn khởi động cho quá trình lên men thay vì phụ thuộc vào quá trình lên men tự nhiên. Trong nghiên cứu này, mười chủng LAB đã được phân lập và tuyển chọn để ứng dụng trong lên men nem chua NSV. Kết quả trong Bảng 1 thể hiện giá trị pH và hàm lượng acid lactic sinh ra sau 2 ngày lên men.

**Bảng 1** Giá trị pH và hàm lượng acid lactic trong nem chua NSV sau 2 ngày lên men bởi 10 chủng LAB

Chủng LAB	pH ban đầu	pH sau lên men	Acid lactic (g/kg)	Chủng LAB	pH ban đầu	pH sau lên men	Acid lactic (g/kg)
HCGT31	6,17	3,59 <sup>a</sup>	19,05 <sup>e</sup>	L30	6,16	3,63 <sup>ab</sup>	14,70 <sup>cd</sup>
HCM2	6,12	3,61 <sup>ab</sup>	15,15 <sup>d</sup>	L39	6,16	3,60 <sup>ab</sup>	14,03 <sup>cd</sup>
HK162	6,12	3,65 <sup>b</sup>	15,38 <sup>d</sup>	L54	6,11	3,61 <sup>ab</sup>	9,53 <sup>ab</sup>
HK221	6,07	3,61 <sup>ab</sup>	13,88 <sup>cd</sup>	TX3	5,88	3,64 <sup>ab</sup>	11,18 <sup>bc</sup>
L7	6,17	3,64 <sup>ab</sup>	13,05 <sup>cd</sup>	TX61	6,17	3,66 <sup>b</sup>	7,05 <sup>a</sup>

Ghi chú: các số liệu trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại. Trong cùng một cột các số có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5 % theo kiểm định Duncan

Từ kết quả ở Bảng 1 có thể thấy, giá trị pH ban đầu của môi trường thử nghiệm dao động từ 5,88 đến 6,17 và nằm trong khoảng pH thích hợp cho sự phát triển của

đa số các vi khuẩn lactic (5,5-6,5) [14]. Do đó, pH của môi trường thử nghiệm ở mức phù hợp để LAB hoạt động. Sau 2 ngày, giá trị pH của 10 mẫu nem chua



được lên men bởi 10 chủng LAB đã giảm còn 3,59-3,66 và có sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các chủng. Từ đó cho thấy, các chủng LAB đều có khả năng lên men lactic trên môi trường thử nghiệm. Bên cạnh đó, hàm lượng acid lactic trong các mẫu nem cũng được phân tích và ghi nhận với mức dao động từ 7,05 g/kg đến 19,05 g/kg. Trong đó, chủng TX61 và L54 có hàm lượng acid lactic thấp nhất lần lượt là 7,05 g/kg và 9,53 g/kg. Hàm lượng acid lactic của các chủng HCGT31, HCM2 và HK162 tương đối cao (> 15,00 g/kg), riêng chủng HCGT31 có hàm lượng acid lactic cao nhất (19,05 g/kg) và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các chủng còn lại. Điều này cho thấy giữa các chủng LAB khác nhau có khả năng thích ứng và mức độ lên men khác nhau trong cùng môi trường thử nghiệm lên men nem chua NSV.

NSV loại nấm chứa nhiều nguồn dinh dưỡng có thể đáp ứng đủ nhu cầu cần thiết cho sự phát triển của LAB [15]. Trong nấm có chứa các loại carbohydrate như glucose, mannose và trehalose, là nguồn carbon thích hợp cho LAB, hơn nữa NSV cũng chứa nhiều các amino acid cùng với các chất xơ, vitamin và khoáng cần thiết cho sự phát triển của LAB. Điều này đã được nghiên cứu, kết quả cho thấy chất chiết xuất từ *Pleurotus eryngii* kích thích sự phát triển của vi khuẩn probiotic gồm *Lactobacillus* spp., *Bifidobacteria* spp., và *Enterococcus faecium* [16]. Ngoài ra, khi nghiên cứu trong môi trường đơn giản, chi phí thấp và hiệu quả trên nguồn dinh dưỡng được chiết xuất từ nấm *Pleurotus eryngii*, kết quả rất khả quan khi LAB sinh trưởng tốt và duy trì tỷ lệ sống cao và được cho là có thể thay thế môi trường MRS trong ngành công nghiệp

thực phẩm, y sinh và phòng thí nghiệm [17]. Trong một nghiên cứu khác, nếu lên men NSV với *Lactobacillus plantarum* cho thấy các hoạt tính sinh học được tăng cường, bao gồm các hoạt động chống vi khuẩn, chống oxy hóa và chống dị ứng [18].

Ngoài ra, với mục đích sản xuất nem chua chay từ nấm, môi trường thử nghiệm còn được bổ sung thêm gạo nếp và các loại gia vị với các mục đích khác nhau. Trong đó, gạo nếp đóng vai trò như chất kết dính với nấm để tạo cấu trúc cho sản phẩm, bên cạnh đó cũng đóng vai trò như một nguồn cung cấp chất dinh dưỡng thúc đẩy quá trình lên men. Các gia vị như muối, đường, tỏi và tiêu có tác dụng hạn chế sự phát triển của vi khuẩn không mong muốn thông qua việc điều chỉnh pH hoặc tạo ra các chất ức chế, đồng thời quyết định hương vị cuối cùng của sản phẩm. Nhìn chung, từ các nghiên cứu cho thấy việc sử dụng vi khuẩn LAB để lên men nấm là hoàn toàn phù hợp và chủng HCGT31 có khả năng sinh acid lactic cao, giảm pH nhanh chóng nên chủng vi khuẩn này được chọn để ứng dụng lên men nem chua NSV.

### 3.2 Ảnh hưởng của mật số giống chủng và nhiệt độ ủ đến quá trình lên men

Trong số các chủng LAB được khảo sát thì chủng HCGT31 có khả năng lên men tốt nhất trong môi trường thử nghiệm. Do đó, trong thí nghiệm này tiến hành khảo sát mật số và nhiệt độ thích hợp cho chủng HCGT31 thực hiện quá trình lên men nem chua từ nấm với 3 mức nhiệt độ khảo sát là nhiệt độ thường, 30 °C, 37 °C và 3 mức mật số vi khuẩn gồm ( $10^3$ ,  $10^5$  và  $10^7$ ) tế bào/mL. Kết quả hàm lượng acid sinh ra và giá trị pH của nem chua NSV sau (12, 24, 36 và 48) giờ lên men bằng được ghi nhận và thể hiện trong Bảng 2.

**Bảng 2** Giá trị pH và hàm lượng acid lactic của chủng HCGT31 sinh ra ở các nghiệm thức lên men

Nhân tố		pH					Acid lactic (g/kg)			
Mật số (tế bào /mL)	Nhiệt độ (°C)	0 giờ	12 giờ	24 giờ	36 giờ	48 giờ	12 giờ	24 giờ	36 giờ	48 giờ
$10^3$	phòng (28-32)	6,15	5,11 <sup>a</sup>	4,35 <sup>abcd</sup>	4,22 <sup>ab</sup>	3,95 <sup>b</sup>	5,25 <sup>a</sup>	7,35 <sup>a</sup>	11,70 <sup>bc</sup>	12,98 <sup>ab</sup>
$10^5$		6,13	4,66 <sup>ab</sup>	4,45 <sup>d</sup>	4,29 <sup>c</sup>	4,04 <sup>b</sup>	5,93 <sup>b</sup>	7,05 <sup>a</sup>	10,50 <sup>a</sup>	12,90 <sup>a</sup>
$10^7$		6,17	4,52 <sup>c</sup>	4,41 <sup>bcd</sup>	4,22 <sup>b</sup>	3,97 <sup>b</sup>	7,13 <sup>cd</sup>	8,63 <sup>bc</sup>	13,80 <sup>e</sup>	13,88 <sup>abc</sup>
$10^3$	30	6,16	4,94 <sup>bc</sup>	4,40 <sup>bcd</sup>	4,26 <sup>ab</sup>	4,04 <sup>b</sup>	7,73 <sup>d</sup>	7,43 <sup>a</sup>	11,33 <sup>ab</sup>	13,73 <sup>abc</sup>
$10^5$		6,20	4,47 <sup>a</sup>	4,43 <sup>cd</sup>	4,23 <sup>ab</sup>	3,99 <sup>b</sup>	6,45 <sup>bc</sup>	6,90 <sup>a</sup>	11,63 <sup>bc</sup>	13,13 <sup>ab</sup>
$10^7$		6,14	4,42 <sup>a</sup>	4,31 <sup>ab</sup>	4,26 <sup>ab</sup>	4,06 <sup>b</sup>	7,58 <sup>d</sup>	8,18 <sup>b</sup>	12,53 <sup>cd</sup>	15,15 <sup>d</sup>





10 <sup>3</sup>	37	6,15	4,41 <sup>a</sup>	4,32 <sup>abc</sup>	4,11 <sup>a</sup>	3,80 <sup>a</sup>	6,60 <sup>bc</sup>	8,55 <sup>bc</sup>	12,15 <sup>bc</sup>	14,10 <sup>bcd</sup>
10 <sup>5</sup>		6,15	4,29 <sup>a</sup>	4,28 <sup>a</sup>	4,10 <sup>a</sup>	3,77 <sup>a</sup>	8,40 <sup>e</sup>	9,15 <sup>cd</sup>	13,13 <sup>de</sup>	14,33 <sup>cd</sup>
10 <sup>7</sup>		6,18	4,41 <sup>a</sup>	4,40 <sup>bcd</sup>	4,09 <sup>a</sup>	3,80 <sup>a</sup>	8,78 <sup>e</sup>	9,68 <sup>d</sup>	15,68 <sup>f</sup>	16,43 <sup>e</sup>

*Ghi chú: các số liệu trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại. Trong cùng một cột các số có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5 % theo kiểm định Duncan*

Kết quả từ Bảng 2 cho thấy, giá trị pH sau 48 giờ, có xu hướng giảm dần ở tất cả các nghiệm thức khảo sát. Ban đầu, giá trị pH chỉ dao động trong khoảng 6,14-6,20 và sau 24 giờ lên men, pH ghi nhận các giá trị dao động trong khoảng 4,28-4,45. Và sau 48 giờ, pH của nem lúc này chỉ còn khoảng 3,77-4,06. Điều này cho thấy, quá trình lên men lactic đã được thực hiện và sự hình thành acid lactic đã làm cho pH giảm dần xuống mức pH acid. Khi đánh giá dựa trên chỉ tiêu hàm lượng acid lactic cũng cho thấy có hàm lượng acid lactic sinh ra tăng theo thời gian và có sự tương quan nghịch với giá trị pH. Kết quả từ Bảng 2 có thể thấy ở cùng nhiệt độ lên men, hàm lượng acid khi bổ sung vi khuẩn ở ba mức mật số (10<sup>3</sup>, 10<sup>5</sup>, và 10<sup>7</sup>) tế bào/mL có sự khác nhau. Theo đó hàm lượng acid ghi nhận khi bổ sung nguồn giống ban đầu ở mật số 10<sup>7</sup> tế bào/mL luôn cao hơn nguồn giống ban đầu chỉ đạt ở (05 và 10<sup>3</sup>) tế bào/mL. Thực tế cho thấy vi khuẩn ở mật số 10<sup>3</sup> tế bào/mL thì cần có thời gian để phát triển đến một mật số cao hơn, trong khi mật số 10<sup>7</sup> tế bào/mL có thể lên men acid lactic mà không cần thời gian phát triển thêm. Trong các quá trình lên men, việc thêm vi khuẩn với mật độ thấp vào môi trường mới đòi hỏi một thời gian để vi khuẩn thích nghi và phát triển đến mật độ thích hợp nhằm thực hiện quá trình lên men. Tương tự, trong các sản phẩm lên men rau củ truyền thống, việc tận dụng hệ vi sinh vật có sẵn dẫn đến quá trình lên men kéo dài. Do đó, việc bổ sung giống khởi đầu với mật độ thích hợp không chỉ giúp định hướng quá trình lên men theo mong muốn mà còn tăng khả năng phát triển của vi khuẩn lactic, đồng thời nâng cao khả năng cạnh tranh với các vi sinh vật khác trong các điều kiện môi trường để tạo ra các sản phẩm lên men [19, 20].

Mỗi loại vi khuẩn lactic có nhiệt độ tối ưu để phát triển. Nếu nhiệt độ vượt quá hoặc thấp hơn ngưỡng này, sự phát triển của vi khuẩn sẽ bị ảnh hưởng, có thể dẫn đến việc tạo ra các sản phẩm lên men không đạt yêu cầu. Không chỉ vậy, nhiệt độ tối ưu cho vi khuẩn lactic có

thể giúp chúng phát triển mạnh mẽ và cạnh tranh tốt hơn với các vi sinh vật không mong muốn. Khi thử nghiệm lên men ở 3 mức nhiệt phổ biến cho quá trình lên men lactic gồm nhiệt độ phòng, 30 °C, và 37 °C, hàm lượng acid sinh ra tăng theo thời gian và có khác biệt giữa các mức nhiệt độ (Bảng 2). Cụ thể, sau 24 giờ với mật số 10<sup>7</sup> tế bào/mL, ở nhiệt độ phòng và 30 °C, hàm lượng acid sinh ra lần lượt là 8,63 và 8,18 g/kg khác biệt có ý nghĩa thống kê so với với 9,68 g/kg ở 37 °C, tương tự sau 48 giờ cũng vậy. Trong đó, ở nghiệm thức lên men ở 37 °C với mật số 10<sup>7</sup> tế bào/mL, hàm lượng acid lúc 12 giờ là 8,78 g/kg, lúc 24 giờ là 9,68 g/kg, sau đó tăng mạnh hơn từ 9,68 g/kg đến 15,68 g/kg (ở 36 giờ) và lên đến 16,43 g/kg (ở 48 giờ), đạt cao nhất và có khác biệt ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại. Kết quả cho thấy, 37 °C là nhiệt độ thích hợp cho quá trình lên men của chủng HCGT31 và phù hợp với các nghiên cứu trước đây, khi khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ đến quá trình sinh acid lactic của các chủng LAB thì 37 °C là nhiệt độ thích hợp cho việc sản sinh nhiều acid lactic [21-23].

Khi kết thúc quá trình lên men, pH cuối cùng ảnh hưởng trực tiếp đến hương vị, mùi, và kết cấu của sản phẩm lên men. Do đó, theo dõi pH cuối của sản phẩm sẽ giúp kiểm soát và điều chỉnh quy trình lên men để đạt được kết quả mong muốn, đảm bảo sản phẩm đạt chất lượng cao và đồng nhất. Vì vậy, thời gian thích hợp cho quá trình lên men nem chua NSV là 24 giờ khi mật số ban đầu đạt 10<sup>7</sup> tế bào/mL và lên men ở 37 °C.

### 3.3 Ảnh hưởng của nguyên liệu gạo nếp đến quá trình lên men

Do nếp là một trong những thành phần chính chiếm tỉ lệ nhiều trong quá trình lên men nem chua nấm nên thí nghiệm này được tiến hành để xác định loại nếp nào phù hợp nhất cho quá trình lên men. Kết quả về giá trị pH và hàm lượng acid lactic hình thành sau 24 giờ lên men bởi chủng vi khuẩn HCGT31 với 5 loại gạo nếp khác nhau được trình bày trong Bảng 3.



**Bảng 3** Giá trị pH, hàm lượng acid lactic và điểm số đánh giá cảm quan của nem chua NSV trên các loại nếp

Loại nếp	pH	Acid lactic (g/kg)	Chỉ tiêu				Tổng điểm có trọng lượng
			Màu sắc	Mùi	Vị	Cấu trúc	
Nếp Thái	4,42 <sup>b</sup>	7,65 <sup>b</sup>	4,44 <sup>b</sup>	3,78 <sup>b</sup>	3,78 <sup>c</sup>	3,67 <sup>ab</sup>	15,36
Nếp Thái thơm	4,44 <sup>b</sup>	7,43 <sup>b</sup>	4,33 <sup>ab</sup>	3,67 <sup>b</sup>	4,00 <sup>c</sup>	3,89 <sup>b</sup>	15,67
Nếp Long An dẻo	4,36 <sup>ab</sup>	7,50 <sup>b</sup>	4,22 <sup>ab</sup>	3,33 <sup>ab</sup>	3,11 <sup>ab</sup>	3,78 <sup>b</sup>	13,80
Nếp Cái hoa vàng	4,34 <sup>a</sup>	6,45 <sup>a</sup>	4,22 <sup>ab</sup>	3,44 <sup>ab</sup>	3,22 <sup>b</sup>	3,78 <sup>b</sup>	14,09
Nếp lứt	4,38 <sup>ab</sup>	5,63 <sup>a</sup>	3,89 <sup>a</sup>	3,00 <sup>a</sup>	2,67 <sup>a</sup>	3,22 <sup>a</sup>	12,13

*Ghi chú: các số liệu trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại. Trong cùng một cột các số có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5 % theo kiểm định Duncan*

Sau 24 giờ lên men, kết quả cho thấy hàm lượng acid lactic ở 5 nghiệm thức dao động từ (5,63-7,65) g/kg. Từ kết quả thống kê có thể chia 5 nghiệm thức này thành 2 nhóm: nếp Thái, nếp Thái thơm và nếp Long An dẻo có hàm lượng acid cao hơn, giữa chúng khác biệt không có ý nghĩa, nhưng khác biệt có ý nghĩa thống kê so với 2 nghiệm thức còn lại là nếp Cái hoa vàng và nếp lứt. Trong đó, hàm lượng acid lactic của nếp Thái là cao nhất đạt 7,65 g/kg và nếp lứt có lượng acid lactic thấp nhất với 5,63 g/kg. Do cấu trúc của nấm nên việc kết hợp với nếp để tạo nên sản phẩm nem chua chay là một sự lựa chọn hợp lý. Nếp là nguyên liệu tạo nên kết cấu đặc biệt cho nem chua. Khi hấp hoặc nấu chín, nếp trở nên dẻo và có khả năng giữ nước, giúp sản phẩm cuối cùng có độ mềm mại và không bị khô. Không chỉ vậy, nếp còn cung cấp nguồn tinh bột dồi dào, là nguyên liệu chính cho quá trình lên men. Tinh bột từ nếp được chuyển hóa thành đường, cung cấp năng lượng cho vi sinh vật trong quá trình lên men. Sử dụng nếp trong nem chua còn tăng cường giá trị dinh dưỡng của sản phẩm cuối cùng, cung cấp thêm carbohydrate và các vi chất dinh dưỡng từ nếp. Thành phần của gạo nếp nói chung được xác định gồm khoảng 74,5 % carbohydrate, 8,6 % protein, 1,5 % lipid và 0,8 % khoáng chất (magie, canxi, phospho, sắt,...) cũng như các vitamin (B1, B2, PP) [24].

Với mục tiêu hướng đến tạo ra sản phẩm nem chua chay từ NSV nên ngoài chỉ tiêu về hàm lượng acid lactic thì việc cảm quan sản phẩm cũng rất quan trọng. Điểm cảm

quan vị trung bình của sản phẩm đạt từ 2,67 đến 4,00, nghiệm thức nếp Thái (3,78) và nếp Thái thơm (4,00) cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại. Khi cảm quan về màu sắc, mùi và cấu trúc thì kết quả thống kê cho thấy, giữa các nghiệm thức khác biệt không lớn. Trong đó, việc sử dụng nếp Thái thơm nhận được điểm trung bình cao nhất lần lượt là 4,33, 3,67 và 3,89, cao hơn so với phần lớn các nghiệm thức còn lại. Tuy nhiên, nếp lứt có điểm cảm quan thấp nhất ở tất cả các chỉ tiêu. Nguyên nhân có thể là do trong nếp lứt còn có lớp vỏ cám chứa lượng chất xơ không hòa tan cao, các acid béo no và không no [25]. Những chất này đã gây cản trở cho sự phát triển của vi khuẩn lactic dẫn đến hàm lượng acid lactic sinh ra thấp. Đồng thời, cũng chính lớp vỏ cám này làm cho các hạt nếp bị tách rời, không có độ kết dính của nem chua cũng như làm giảm giá trị cảm quan của sản phẩm cuối cùng. Do đó, nguyên liệu nếp Thái thơm là phù hợp cho quá trình lên men cũng như giá trị cảm quan của nem chua NSV.

#### 3.4 Ảnh hưởng của tỷ lệ nấm/nếp và nồng độ muối đến quá trình lên men

Tỷ lệ nấm/nếp và nồng độ muối đều là các yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến quá trình lên men. Việc xác định các yếu tố này ở mức độ phù hợp sẽ đảm bảo quá trình lên men diễn ra hiệu quả, tạo ra sản phẩm có hương vị, kết cấu và chất lượng cao. Giá trị pH và hàm lượng acid lactic sinh ra khi thay đổi tỷ lệ nấm/nếp và nồng độ muối sau khi lên men 24 giờ được thể hiện ở Bảng 4.

**Bảng 4** Giá trị pH, hàm lượng acid lactic và điểm số đánh giá cảm quan của nem chua NSV

Tỉ lệ nấm và nếp (w/w)	Tỉ lệ muối (%)	pH	Acid lactic (g/kg)	Chỉ tiêu				Tổng điểm có trọng lượng
				Màu	Mùi	Vị	Cấu trúc	
40:60	1	4,52 <sup>cd</sup>	6,38 <sup>de</sup>	4,11 <sup>a</sup>	3,78 <sup>a</sup>	3,56 <sup>cd</sup>	3,11 <sup>a</sup>	14,42
	2	4,53 <sup>cd</sup>	5,63 <sup>abc</sup>	4,11 <sup>a</sup>	3,56 <sup>a</sup>	3,11 <sup>abc</sup>	3,00 <sup>a</sup>	13,39
	3	4,62 <sup>e</sup>	5,10 <sup>a</sup>	4,22 <sup>a</sup>	3,44 <sup>a</sup>	2,89 <sup>abc</sup>	2,89 <sup>a</sup>	12,89
50:50	1	4,51 <sup>cd</sup>	6,60 <sup>de</sup>	4,22 <sup>a</sup>	3,89 <sup>a</sup>	4,44 <sup>e</sup>	3,33 <sup>a</sup>	16,10
	2	4,33 <sup>a</sup>	6,53 <sup>de</sup>	4,11 <sup>a</sup>	3,67 <sup>a</sup>	3,44 <sup>bcd</sup>	3,44 <sup>a</sup>	14,37
	3	4,57 <sup>de</sup>	6,08 <sup>cd</sup>	4,11 <sup>a</sup>	3,78 <sup>a</sup>	2,78 <sup>ab</sup>	3,22 <sup>a</sup>	13,34
60:40	1	4,45 <sup>bc</sup>	5,33 <sup>ab</sup>	4,00 <sup>a</sup>	3,56 <sup>a</sup>	4,00 <sup>de</sup>	3,33 <sup>a</sup>	14,94
	2	4,45 <sup>bc</sup>	6,00 <sup>cd</sup>	4,00 <sup>a</sup>	3,78 <sup>a</sup>	3,33 <sup>abcd</sup>	3,22 <sup>a</sup>	14,11
	3	4,44 <sup>bc</sup>	6,08 <sup>cd</sup>	4,11 <sup>a</sup>	3,56 <sup>a</sup>	2,89 <sup>abc</sup>	3,33 <sup>a</sup>	13,33
70:30	1	4,40 <sup>ab</sup>	6,08 <sup>cd</sup>	4,00 <sup>a</sup>	3,67 <sup>a</sup>	3,56 <sup>cd</sup>	3,11 <sup>a</sup>	14,23
	2	4,45 <sup>bc</sup>	6,75 <sup>e</sup>	4,11 <sup>a</sup>	3,67 <sup>a</sup>	3,00 <sup>abc</sup>	2,89 <sup>a</sup>	13,27
	3	4,47 <sup>bc</sup>	5,70 <sup>bc</sup>	4,00 <sup>a</sup>	3,56 <sup>a</sup>	2,67 <sup>a</sup>	2,89 <sup>a</sup>	12,59

Ghi chú: các số liệu trong bảng là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại. Trong cùng một cột các số có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 5 % theo kiểm định Duncan

Sau 24 giờ lên men, chủng HCGT31 sinh acid và làm giảm pH trên tất cả các nghiệm thức khảo sát. Kết quả Bảng 8 cho thấy, lượng acid sinh ra nằm trong khoảng 5,10 g/kg là thấp nhất và đến 6,75 g/kg là cao nhất. Trong đó, nghiệm thức tỉ lệ nấm và nếp 7:3 w/w, nồng độ muối 2% có hàm lượng acid sinh ra cao nhất 6,75 g/kg, khác biệt không có ý nghĩa thống kê với các nghiệm thức: tỉ lệ nấm và nếp 5:5 w/w, nồng độ muối 1 %, 2 %; tỉ lệ nấm và nếp 4:6 w/w, 1 % muối. Nếp cung cấp nguồn tinh bột như là một nguồn dinh dưỡng thêm cho vi khuẩn ngoài nguồn dinh dưỡng từ nấm. Việc không bổ sung nếp thì quá trình lên men vẫn thực hiện được, tuy nhiên việc bổ sung quá ít nếp sẽ làm cho cấu trúc của sản phẩm không đạt, trong khi quá nhiều nếp có thể làm ức chế quá trình lên men, dẫn đến sản phẩm không đạt chất lượng mong muốn. Mặt khác, trong các quá trình lên men có nguồn gốc từ thực vật có thể mà không cần bổ sung muối, mặc dù muối giúp ức chế sự phát triển của các vi khuẩn gây hỏng và các vi sinh vật không mong muốn khác, đồng thời tạo điều kiện thuận lợi cho vi khuẩn lactic phát triển. Hơn nữa, việc bổ sung muối như một thành phần rất quan trọng tạo nên hương vị cho sản phẩm cuối cùng. Trong hầu hết các nghiên cứu, muối được thêm vào với lượng (2-4) % so với khối lượng nguyên liệu thô [26-28]. Tuy

nhiên, lượng sử dụng còn phụ thuộc vào từng kiểu lên men và sở thích của người tiêu dùng.

Kết quả đánh giá cảm quan từ 15 thành viên cho thấy sau 24 giờ lên men, điểm trung bình cảm quan màu sắc và mùi không có khác biệt lớn giữa các nghiệm thức. Sản phẩm có màu tươi đẹp đặc trưng của nấm và nếp, có mùi thơm đặc trưng và không xuất hiện mùi lạ của nem chua. Tuy nhiên, về cấu trúc, các tỉ lệ nấm và nếp là 40:60 và 70:30 có điểm trung bình thấp hơn các tỉ lệ 50:50 và 60:40. Cụ thể, điểm cảm quan cấu trúc thấp nhất là 2,89 ở nghiệm thức tỉ lệ nấm:nếp là 4:6, 3 % muối và nấm:nếp là 70:30, 2 % và 3 % muối. Nguyên nhân do tỉ lệ nấm:nếp khác nhau làm cấu trúc nem chua khác nhau, lượng nếp quá nhiều làm nem quá dính, mất đi mùi vị nấm, còn lượng nếp quá ít thì nem chưa đạt được độ kết dính phù hợp. Ngược lại, lượng nếp trong các mẫu nem vừa đủ sẽ giúp định hình tốt, mẫu nem có độ dẻo nhất định và khả năng kết dính cao. Về cảm quan vị, điểm trung bình từ 2,67 đến 4,44. Ngoài vị đặc trưng của nem thì lượng muối cũng ảnh hưởng đến giá trị cảm quan, các nghiệm thức có nồng độ muối cao thì điểm cảm quan vị thấp hơn. Trong đó, nghiệm thức tỉ lệ nấm và nếp là 5:5, nồng độ muối 1 % có điểm cảm quan vị cao nhất là 4,44, khác biệt có ý nghĩa thống kê với các nghiệm thức còn lại và điểm cảm quan cấu trúc cao



(3,33). Vậy nên, nghiệm thức tỉ lệ nấm:nếp là 50:50 w/w và nồng độ muối 1 % là phù hợp cho quá trình lên men cũng như giá trị cảm quan của nem chua NSV.

#### 4 Kết luận

Nghiên cứu đã tuyển chọn được chủng vi khuẩn lactic HCGT31 trong 10 chủng LAB có khả năng lên men trong môi trường nem chua thử nghiệm với hàm lượng acid lactic cao nhất. Nếp Thái thơm là loại nếp được

chọn để phối trộn với NSV theo tỉ lệ 50:50 w/w, bổ sung 1 % w/w muối, 1,5 % w/w đường sucrose, 5 % w/w dầu thực vật, 8% w/w tỏi băm nhuyễn, 1,5 % w/w tiêu xay và lên men trong điều kiện ở 37 °C với hàm lượng giống bổ sung là 0,4 % v/w đạt mật số giống chủng  $10^7$  tế bào/mL. Kết quả đã tạo ra thành phẩm nem chua từ NSV với màu sắc đặc trưng của nấm và nếp, mang mùi vị nem chua, có độ dẻo nhất định và khả năng kết dính cao giống như nem chua thịt.

#### Tài liệu tham khảo

1. Ryu, J. S., Kim, M. K., Im, C. H., & Shin, P. G. (2015). Development of cultivation media for extending the shelf-life and improving yield of King Oyster Mushrooms (*Pleurotus eryngii*). *Scientia Horticulturae*, 193, 121-126.
2. Zhang, B., Li, Y., Zhang, F., Linhardt, R. J., Zeng, G., & Zhang, A. (2020). Extraction, structure and bioactivities of the polysaccharides from *Pleurotus eryngii*: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 150, 1342-1347.
3. Chen, J., Yong, Y., Xia, X., Wang, Z., Liang, Y., Zhang, S., & Lu, L. (2014). The excreted polysaccharide of *Pleurotus eryngii* inhibits the foam-cell formation via down-regulation of CD36. *Carbohydrate Polymers*, 112, 16-23.
4. Li, S., & Shah, N. P. (2016). Characterization, antioxidative and bifidogenic effects of polysaccharides from *Pleurotus eryngii* after heat treatments. *Food Chemistry*, 197, 240-249.
5. Venturini M. E., Reyes J. E., Rivera C. S., Oria R., and Blanco D. (2011). Microbiological quality and safety of fresh cultivated and wild mushrooms commercialized in Spain. *Food Microbiology*, 28(8), 1492-1498.
6. Guo, Y., Chen, X., Gong, P., Wang, R., Qi, Z., Deng, Z., & Li, N. (2023). Advances in postharvest storage and preservation strategies for *Pleurotus eryngii*. *Foods*, 12(5), 1046.
7. Zheng, H. G., Chen, J. C., & Ahmad, I. (2018). Preservation of King Oyster Mushroom by the use of different fermentation processes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), e13396.
8. Chockchaisawasdee, S., Namjaidee, S., Pochana, S., & Stathopoulos, C. E. (2010). Development of fermented oyster-mushroom sausage. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 3(1), 35-43.
9. Trương Thị Thúy Nguyên, Lê Thị Minh Thư, Trần Ngọc Hân, Nguyễn Thị Mỹ Tiên, Mai Hoài Anh, Nguyễn Ngọc Thanh, Bùi Hoàng Đăng Long, Huỳnh Xuân Phong. (2020). Phân lập, tuyển chọn vi khuẩn lactic và ứng dụng trong lên men nem chua nấm rom (*Volvariella volvacea*). *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Thái Nguyên*, 225(01), 3-10.
10. Huỳnh Xuân Phong, Lê Thị Minh Thư, Lý Thị Thùy Duyên, Lưu Minh Châu, Bùi Hoàng Đăng Long, Nguyễn Ngọc Thanh. (2021). Nghiên cứu điều kiện lên men nem chua nấm sò (*Pleurotus ostreatus*) sử dụng vi khuẩn lactic. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 9(130), 64-70.
11. Nguyễn Thanh Huyền, Lê Thị Mai Anh, Nguyễn Thị Bích Thùy, Ngô Xuân Nghiễn, Trần Thị Đào, Phạm Thị Thu Trang, Vũ Thị Ly, Nguyễn Hoàng Anh, Hoàng Hải Hà, Đỗ Thị Hạnh, Nguyễn Xuân Cảnh. (2021). Phân lập, tuyển chọn vi khuẩn lactic và ứng dụng trong thử nghiệm chế biến tạo sản phẩm nấm sò lên men. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 19(3), 379-388.
12. Nguyen, L., & Hwang, E. S. (2016). Quality characteristics and antioxidant activity of yogurt supplemented with aronia (*Aronia melanocarpa*) juice. *Preventive Nutrition and Food Science*, 21(4), 330.





13. Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 3215:1979. (1979). Sản phẩm thực phẩm – Phân tích cảm quan. Ủy ban Khoa học và Kỹ thuật Nhà nước ban hành.
14. Rault, A., Bouix, M., & Béal, C. (2009). Fermentation pH influences the physiological-state dynamics of *Lactobacillus bulgaricus* CFL1 during pH-controlled culture. *Applied and Environmental Microbiology*, 75(13), 4374-4381.
15. Akyuz, M., & Kirbag, S. (2009). Nutritive value of *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) quel. var. *eryngii* grown on various agrowastes. *Philippine Agricultural Scientist*, 92(3), 327-331.
16. Synytsya, A., Míčková, K., Synytsya, A., Jablonský, I., Spěváček, J., Erban, V., & Čopíková, J. (2009). Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: Structure and potential prebiotic activity. *Carbohydrate Polymers*, 76(4), 548-556.
17. Zhao, Y., Wang, Y., Song, Z., Shan, C., Zhu, R., & Liu, F. (2016). Development of a simple, low-cost and eurytopic medium based on *Pleurotus eryngii* for lactic acid bacteria. *AMB Express*, 6, 1-8.
18. Kim, D., Ko, Y. H., Chung, H. C., & Han, G. D. (2015). Straightforward bacterial-fungal fermentation between *Lactobacillus plantarum* and *Pleurotus eryngii* for synergistic improvement of bioactivity. *Food Science and Biotechnology*, 24, 607-610.
19. Yan, P. M., Xue, W. T., Tan, S. S., Zhang, H., & Chang, X. H. (2008). Effect of inoculating lactic acid bacteria starter cultures on the nitrite concentration of fermenting Chinese paocai. *Food Control*, 19(1), 50-55.
20. Lee, J. J., Choi, Y. J., Lee, M. J., Park, S. J., Oh, S. J., Yun, Y. R., & Lee, M. A. (2020). Effects of combining two lactic acid bacteria as a starter culture on model kimchi fermentation. *Food Research International*, 136, 109591.
21. Ahmed T., Kanwal R., and Ayub N. Influence of temperature on growth pattern of *Lactococcus lactis*, *Streptococcus cremoris* and *Lactobacillus acidophilus* isolated from Camel milk. *Biotechnology*, 5 (2006) 481-488.
22. Sheeladevi, A., & Ramanathan, N. (2011). Lactic acid production using lactic acid bacteria under optimized conditions. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archive*, 2(6), 1686-1691.
23. Yang E., Fan L., Yan J., Jiang Y., Doucette C., Fillmore S., and Walker B. (2018). Influence of culture media, pH and temperature on growth and bacteriocin production of bacteriocinogenic lactic acid bacteria. *AMB Express*, 8(1), 1-14.
24. Nguyen K. C., Nguyen L. T., Ha D. A. T., Le D. H., Le M. B., Nguyen S. V., Ha K. H., Bui D. M., and Nguyen L. T. (2007). Vietnamese food composition table. Hanoi Medical Publishing House. Hanoi.
25. Lee, J. S., Sreenivasulu, N., Hamilton, R. S., & Kohli, A. (2019). Brown rice, a diet rich in health promoting properties. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 65(Supplement), S26-S28.
26. Skapska, S., Owczarek, L., Jasinska, U., Hałasinska, A., Danielczuk, J., & Sokołowska, B. (2008). Changes in the antioxidant capacity of edible mushrooms during lactic acid fermentation. *Food Science Technology Quality*, 4(59), 243-250.
27. Liu, Y., Xie, X.-x., Ibrahim, S. A., Khaskheli, S. G., Yang, H., Wang, Y.-f., & Huang, W. (2016). Characterization of *Lactobacillus pentosus* as a starter culture for the fermentation of edible oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.). *LWT - Food Science and Technology*, 68, 21-26.
28. Zheng, H.-G., Chen, J.-C., & Ahmad, I. (2018). Preservation of king oyster mushroom by the use of different fermentation processes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), e13396.

## Experimental Studies on the Fermentation of King Oyster Mushrooms (*Pleurotus eryngii*) Utilizing Lactic Acid Bacteria

Luu Minh Chau<sup>1,\*</sup>, Nguyen Thi My Tien<sup>1</sup>, Bui Hoang Dang Long<sup>1</sup>, Doan Thi Kieu Tien<sup>2</sup>, Nguyen Van Thanh<sup>1</sup>, Huynh Xuan Phong<sup>1</sup>, Nguyen Ngoc Thanh<sup>1,\*\*</sup>

<sup>1</sup>Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University

<sup>2</sup>Faculty of Biochemical and Food Technology, Can Tho University of Technology

\*lmchau@ctu.edu.vn, \*\*nnthanh@ctu.edu.vn

**Abstract** The king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) is an edible mushroom with high nutritional and medicinal value; large fruiting body, attractive shape, firm and thick flesh, and a slight crunch. This study was conducted to select lactic acid bacteria (LAB) strains that are capable of fermenting and determine suitable conditions for fermenting king oyster mushrooms. Ten LAB strains were selected, and the experimental conditions included incubation temperature (room temperature, 30 °C, and 37 °C), bacterial density ( $10^3$ ,  $10^5$ , and  $10^7$ ) cells/g, kinds of glutinous rice (Thai sticky rice, Thai fragrant sticky rice, Long An sticky rice, Cai hoa vang sticky rice, brown sticky rice), mushroom-to-sticky rice ratio (40:60, 50:50, and 60:40 w/w), and salt concentration (1 %, 2 %, and 3 % w/w). The results showed that HCGT31 strain had the highest lactic acid production after 2 days of fermentation (19.05 g/L). The optimal fermentation conditions for king oyster mushrooms were at 37 °C and an inoculum density of  $10^7$  cells/g, using Thai fragrant sticky rice with a ratio of mushroom and glutinous rice of 50:50 w/w and 1 % w/w salt concentration. The product after 24 h of fermentation had an acid content of 7.43 g/L, a pH of a 4.44, and a total sensory evaluation score of 15.89/20 according to TCVN3215:79.

**Keywords** Lactic acid fermentation, king oyster mushroom, fermented mushroom, *Pleurotus eryngii*, lactic acid bacteria.