

PHÁT TRIỂN QUY TRÌNH CHẾ BIẾN MẮM HÀU CHUA TỪ HÀU THÁI BÌNH DƯƠNG (*Crassostrea gigas*) NUÔI Ở ĐỊA BÀN TỈNH KHÁNH HOÀ

DEVELOPING THE PROCESSING PROCESS OF PICKED OYSTER SAUCE FROM PACIFIC OYSTERS (*Crassostrea gigas*) FARMING IN KHANH HOA PROVINCE

Trần Thị Huyền¹, Vũ Lệ Quyên¹,
Bùi Trần Nữ Thanh Việt¹, Trần Thị Ngọc Lê²

¹Khoa Công nghệ thực phẩm, Trường Đại học Nha Trang

²Công ty TNHH Gallant Ocean Việt Nam

Tác giả liên hệ: Trần Thị Huyền (Email: huyentt@ntu.edu.vn)

Ngày nhận bài: 28/04/2022; Ngày phản biện thông qua: 20/05/2022; Ngày duyệt đăng: 28/06/2022

TÓM TẮT

Nuôi hàu Thái Bình Dương trên địa bàn tỉnh Khánh Hoà đang mang lại hiệu quả khả quan. Tuy nhiên, hàu Thái Bình Dương hiện chủ yếu được tiêu thụ ở dạng tươi trong phạm vi thị trường nhỏ hẹp. Vì vậy, việc phát triển các sản phẩm tiện lợi từ hàu góp phần đẩy mạnh đầu ra cho nghề nuôi hàu cũng như tạo cơ hội mở rộng thị trường tiêu thụ những sản phẩm từ hàu là cần thiết. Bài báo này trình bày những kết quả nghiên cứu phát triển quy trình chế biến mắm hàu chua theo phương pháp truyền thống của người Việt Nam. Kết quả đã xác định được những thông số kỹ thuật chính của quy trình chế biến mắm hàu chua như sau: quá trình phối trộn sử dụng muối NaCl 12%, cho muối một lần, đường 15%, thính gạo 2%; quá trình gài nén sử dụng tỷ lệ trọng lượng gài nén 25%; thời gian lên men khoảng 25 ngày khi sản phẩm đạt pH 4,6 – 4,8 và có các tính chất cảm quan đặc trưng của mắm hàu chua. Mắm hàu chua thu được từ quy trình chế biến đề xuất có chất lượng tốt và đảm bảo an toàn thực phẩm.

Từ khóa: mắm hàu chua, hàu lên men chua, hàu Thái Bình Dương.

ABSTRACT

Pacific oyster farming in Khanh Hoa province has been bringing positive results. However, Pacific oysters were mainly consumed by eating fresh within a narrow market scale. Therefore, it was necessary to develop convenient products from the oysters that contributed to boosting output of oyster farming as well as create opportunities to expand the market for consuming oyster products. This paper presents research results in developing the processing process of picked oyster sauce based on the traditional method of Vietnamese people. The results have determined the main technical parameters of the process as follows: the mixing process uses 12% NaCl, one-time salting, 15% sugar, 2% roasted rice flour; the compression used a 25% compression weight ratio; the fermentation time was about 25 days when the product reached pH 4,6 - 4,8 and had the characteristic sensory properties of picked oyster sauce. The picked oyster sauce obtained from this process had good quality and ensured food safety.

Key words: picked oyster sauce, picked oyster, Pacific oyster.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hàu Thái Bình Dương không phân bố tự nhiên ở Việt Nam nhưng có ưu thế về kích thước, khối lượng cơ thể lớn, tốc độ phát triển nhanh, nhu cầu thị trường trong và ngoài nước lớn, có giá trị xuất khẩu cao. Diện tích thả nuôi hàu Thái Bình Dương ở Khánh Hoà mặc dù không quá lớn, tập trung ở hai khu vực chính là Cam Lâm và Vạn Ninh nhưng hiệu quả nuôi đang

được công nhận và có triển vọng nhân rộng các khu vực ven biển của tỉnh [30]. Tuy hiện nay chưa có số liệu thống kê đầy đủ, nhưng theo quan sát thực tế thì hàu Thái Bình Dương chủ yếu được tiêu thụ dạng ăn tươi ở các khu vực lân cận vùng nuôi như vào các kênh nhà hàng, chợ với giá rẻ. Năm 2021, do ảnh hưởng của dịch bệnh Covid-19, giá hàu Thái Bình Dương sụt giảm nghiêm trọng, nguyên liệu tồn ứ đã

gây thiệt hại không nhỏ cho người dân [29]. Nói cách khác, nhu cầu phát triển các sản phẩm giá trị gia tăng từ hải sản Thái Bình Dương đang là vấn đề được nhiều doanh nghiệp quan tâm để đa dạng hoá các sản phẩm từ hải sản phục vụ thị trường tiêu thụ cũng như đẩy mạnh đầu tư cho nghề nuôi hải sản.

Trên thế giới và đặc biệt là các nước khu vực Châu Á trong đó có Việt Nam, các sản phẩm mắm chua đã trở thành dòng sản phẩm truyền thống với nhiều công thức chế biến phù hợp với văn hoá ẩm thực của họ [13]. Mắm chua truyền thống của người Việt Nam đặc biệt phổ biến ở các tỉnh Trung Bộ, nổi tiếng như mắm tôm chua, mắm cá chua. Lợi ích của các sản phẩm thủy sản lên men chua được nhiều tài liệu ghi nhận, cơ bản như giúp cải thiện hương vị món ăn, bữa ăn, tăng cường giá trị dinh dưỡng, giảm được mức năng lượng đưa vào. Trong các sản phẩm thủy sản lên men chua còn có một số các hợp chất tốt cho sức khoẻ như các axit amin và peptid có hoạt tính sinh học, các khoáng chất, vitamin nhóm B và các axit béo không no cao phân tử. Thêm vào đó, các chủng vi sinh vật lên men chua lại có khả năng ức chế các vi sinh vật không có lợi hoặc gây bệnh trong đường ruột [10], [18], [23], [26], [27]. Sở dĩ sản phẩm thủy sản lên men chua có được những đặc tính đó là do việc chọn loại nguyên liệu thủy sản và do quá trình lên men chua chủ yếu dựa trên hoạt động của dòng vi khuẩn lactic và hệ enzyme protease từ vi khuẩn hoặc bản thân nguyên liệu. Nếu như vai trò của hệ vi sinh mà chủ yếu là chủng lactic là tạo ra những thay đổi về trạng thái cấu trúc, hình thành mùi vị đặc trưng và tích lũy các axit amin sinh học, thì hệ enzyme protease lại giúp chuyển hoá protein để tạo dinh dưỡng dễ hấp thu [9], [10], [11], [16], [17], [18], [23], [27].

Mắm hải sản là sản phẩm khá phổ biến ở Hàn Quốc với một số công nghệ chế biến khác nhau giúp tạo ra các hương vị, cách ăn khác nhau [10]. Việt Nam chưa phổ biến dòng sản phẩm này nhưng với nền tảng kinh nghiệm trong chế biến các sản phẩm mắm chua truyền thống thì khả năng tiếp cận phát triển sản phẩm

mắm hải sản sẽ có tính khả thi cao. Đặc biệt nếu định hướng một sản phẩm mắm hải sản ăn liền, tiện lợi, không cần qua pha chế, giữ hương vị đặc trưng, hạn chế sử dụng phụ gia thực phẩm và đảm bảo an toàn cho người sử dụng thì cơ hội tiếp cận thị trường tiêu dùng là khá tiềm năng. Các yếu tố quyết định tính chất đặc trưng của sản phẩm mắm hải sản bao gồm nguyên liệu hải sản, các loại gia vị, nguyên liệu phụ sử dụng và cách chăm sóc hỗn hợp ủ chua. Nguyên liệu hải sản có kích cỡ và độ tươi khác nhau quyết định giá trị khác nhau của sản phẩm. Các gia vị thường sử dụng phối trộn vào hỗn hợp ủ chua như tỏi, gừng, riềng, ớt. Một số thành phần phụ như thính gạo, cơm nếp, đường giống như cơ chất cho quá trình lên men và giúp tạo ra mùi vị đặc trưng cho sản phẩm mắm hải sản truyền thống của người Việt Nam [2], [20].

Với cách tiếp cận đó, kế thừa cách chế biến mắm hải sản truyền thống của người Việt [1], [2], [3], [7], [20], nghiên cứu này sử dụng nguyên liệu hải sản Thái Bình Dương để phát triển quy trình chế biến sản phẩm mắm hải sản ăn liền, hương vị phù hợp với người Việt Nam, không sử dụng chất bảo quản. Cụ thể, nghiên cứu tập trung xác định tỷ lệ một số nguyên liệu phối trộn và cách chế biến thích hợp để tạo ra sản phẩm mắm hải sản ăn liền đáp ứng được thị hiếu tiêu dùng và có khả năng thương mại cao.

II. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Nguyên liệu

Thịt hải sản nguyên liệu sử dụng trong nghiên cứu được cung cấp bởi Công ty Cổ phần Thủy sản sinh học Vina. Công ty thu mua hải sản Thái Bình Dương đạt độ trưởng thành và nuôi trồng ở khu vực biển Vạn Ninh, Khánh Hoà. Sau khi xử lý làm sạch vỏ, thịt hải sản được tách ra và đóng gói trong nước biển lạnh với trọng lượng 1kg/túi. Các túi thịt hải sản được bảo quản bằng nước đá lạnh < 5 °C trong thùng xốp và chuyển ngay về phòng thí nghiệm trong 2-3 giờ. Thịt hải sản nguyên con không xử lý tách ruột này được sử dụng cho các thí nghiệm nghiên cứu chế biến mắm hải sản.

Các nguyên vật liệu khác được sử dụng

gồm: muối ăn, đường, thính gạo, ớt bột đạt tiêu chuẩn thương mại dùng cho thực phẩm, rượu 45 độ, các gia vị tỏi, gừng, riềng được chọn mua tại chợ địa phương đảm bảo yêu cầu tươi tốt, không hư hỏng.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Quy trình chế biến dự kiến và bố trí thí nghiệm nghiên cứu

Quy trình chế biến dự kiến được xây dựng dựa trên các tài liệu liên quan về công nghệ chế biến sản phẩm thủy sản lên men truyền thống của Việt Nam [1], [2], [3], [7], [20], bao gồm các công đoạn chính sau:

Tiếp nhận nguyên liệu \Rightarrow Xử lý \Rightarrow Phối trộn \Rightarrow Ủ lên men chua \Rightarrow Chăm sóc \Rightarrow Kết thúc quá trình ủ chua \Rightarrow Xay nhỏ \Rightarrow Đóng hũ \Rightarrow Tiệt trùng \Rightarrow Sản phẩm.

Nguyên liệu thịt hàu nhập về phòng thí nghiệm sẽ được rửa nước thường sau đó rửa nước muối 3%, để ráo trước khi phối trộn các thành phần gia vị và nguyên liệu phụ. Hỗn hợp sau khi trộn đều được bỏ vào lọ thủy tinh gài nén và đậy nắp kín để lên men chua trong điều kiện phòng. Theo dõi quá trình biến đổi của hỗn hợp để xác định thời điểm kết thúc quá trình lên men chua. Tiến hành xay nhuyễn hỗn hợp và đóng hũ tiệt trùng thu được sản phẩm mắm hàu chua ăn liền.

Nghiên cứu này tập trung đánh giá ảnh hưởng của muối (tỷ lệ, số lần bổ sung), tỷ lệ đường, tỷ lệ thính gạo và chế độ gài nén tới tính chất cảm quan và một số chỉ tiêu hoá học (N_{ts} , N_{NH_3} và N_{aa}) của sản phẩm mắm hàu chua. Số lần cho muối được nghiên cứu là 1 và 2 lần (1 lần là cho toàn bộ lượng muối dự kiến vào từ công đoạn phối trộn ngay từ đầu, 2 lần là cho lần đầu 10% vào ngay công thức phối trộn từ đầu, tỷ lệ còn lại sẽ bổ sung vào hỗn hợp sau 10 ngày lên men). Chế độ gài nén chính là % trọng lượng vật nặng dùng gài nén hỗn hợp nguyên vật liệu sau khi phối trộn (vật nặng sử dụng là các loại sỏi trơn đã được khử trùng, sấy khô rồi cho vào túi PA đã khử trùng làm kín, khối lượng tùy theo tỷ lệ trọng lượng được bố trí trong thí nghiệm). Trong quá trình lên men chua, pH của hỗn hợp được theo dõi đánh giá. Từ đó đề xuất được công thức phối trộn

và chế độ gài nén cho quy trình chế biến mắm hàu chua.

2.2. Phương pháp đánh giá chất lượng

2.2.1. Phương pháp đánh giá cảm quan

Đánh giá chất lượng cảm quan sản phẩm mắm hàu chua theo phương pháp điểm theo TCVN 3215-79 áp dụng cho nghiên cứu xác định các thông số kỹ thuật của quy trình [6]; sản phẩm hoàn thiện cũng được đánh giá mức độ ưa thích bằng phương pháp đánh giá cảm quan thị hiếu khách hàng, mẫu nghiên cứu 30 người.

2.2.2. Phương pháp phân tích lý hoá

pH đo bằng pH kế model pH 1100- Nhật bản, có độ phân giải 0,1/ 0,01 pH. Xác định hàm lượng nitơ tổng số theo TCVN 3705-90, xác định hàm lượng nitơ amoniac theo TCVN 3706-90, xác định hàm lượng nitơ a xít amin theo TCVN 3708-90 có hiệu chỉnh. Phân tích hàm lượng chất béo theo TCVN 3703:2009; hàm ẩm theo TCVN 3700:1990; hàm lượng glucid theo TCVN 4594:1988; protein theo AOAC 992.15; tro tổng số theo TCVN 5105:2009. Phân tích hàm lượng kim loại nặng (Hg, Cd, Pb) theo AOAC 999.11 có hiệu chỉnh. Phân tích hàm lượng kẽm theo AOAC 985.35 và AOAC 985.01. Phân tích thành phần a xít amin theo TCVN 8764:2012 có hiệu chỉnh [6], [8].

2.2.3. Phương pháp phân tích vi sinh vật

Tổng vi sinh vật hiếu khí phân tích theo ISO 4833-1:2013; *Coliforms* theo ISO 4832:2006; *E.coli* theo ISO 16649-3:2015; *Staphylococcus aureus* theo ISO 6888-3:2003; *Salmonella spp.* theo ISO 6579-1:2017; *Vibrio parahaemolyticus* theo ISO 21812-1:2017; tổng nấm men nấm mốc theo ISO 21527-1:2008; *Clostridium perfringens* theo ISO 7937:2004 [15].

2.3. Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

Số liệu phân tích được xử lý thống kê bằng phần mềm SPSS version 20, tính toán và vẽ đồ thị bằng Microsoft Office Excel 2013. Phân tích Break down & one way ANOVA, và so sánh chuẩn Duncan được áp dụng trên giá trị trung bình của mỗi nhóm với mức ý nghĩa $p \leq 0,05$.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Kết quả phân tích một số chỉ tiêu chất lượng nguyên liệu thịt hào TBD

Kết quả phân tích thành phần hoá học cơ

Bảng 1. Thành phần hoá học, chỉ tiêu kim loại nặng và sinh học của thịt hào nguyên liệu

Thành phần hoá học (%)					Chỉ tiêu kim loại nặng (mg/kg)			Chỉ tiêu sinh học	
Độ ẩm	Protein	Glucid	Chất béo	Tro tổng số	Cd	Pb	Hg	<i>E.coli</i> (CFU/g)	<i>Salmonella</i> ssp. (/25g)
82,7	12,7	1,74	1,24	1,59	0,29	KPH	KPH	KPH	KPH

Ghi chú: KPH là không phát hiện

Thịt hào sử dụng trong nghiên cứu được thu từ hào nguyên liệu có kích cỡ loại 1 (8-10 cm/chiều dài vỏ, phân loại theo quy phạm sản xuất của Công ty Cổ phần thủy sản sinh học Vina). Các kết quả phân tích trong Bảng 1 cho phép dự đoán thịt hào nguyên liệu có giá trị dinh dưỡng

bản, hàm lượng kim loại nặng, một số chỉ tiêu sinh học của thịt hào nguyên liệu được trình bày trong Bảng 1. Thành phần các a xít amin trong nguyên liệu thịt hào được trình bày trong Bảng 2.

tốt, các chỉ tiêu kim loại nặng và sinh học đều trong ngưỡng cho phép theo QCVN 8-2:2011/BYT quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về giới hạn ô nhiễm kim loại nặng trong thực phẩm và QCVN 8-3:2012/BYT quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về ô nhiễm sinh học trong thực phẩm [5].

Bảng 2. Thành phần a xít amin trong thịt hào nguyên liệu (g/100g)

Amino acid	Hàm lượng (g/100g)
Alanine	0,48
Arginine	0,75
Aspartic acid	0,83
Glutamic acid	1,40
Glycine	0,53
Histidine	0,19
Isoleucine	0,40
Leucine	0,68
Lysine	0,77
Methionine	0,22
Phenylalanine	0,38
Proline	0,39
Serine	0,46
Threonine	0,41
Tyrosine	0,32
Valine	0,47

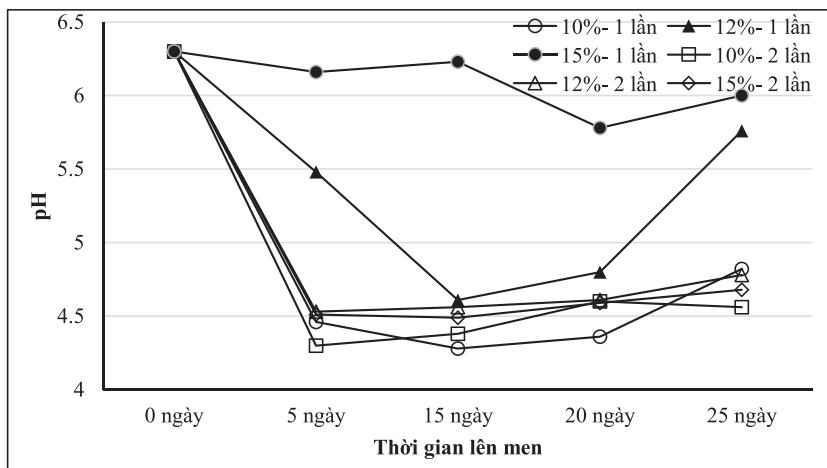
Kết quả thành phần a xít amin tương tự như kết quả của Lý Minh Phương trên thịt hào sứa *Crassostrea lugubris* nuôi ở đầm Ô Loan, Phú Yên, lấy mẫu tháng 5-12/2007 [4]. So với thịt hào Thái Bình Dương nuôi ở khu vực Thanh Đảo, Sơn Đông, Trung quốc thì các a xít amin thiết yếu như Threonine, Methionine, Valine, Isoleucine, Leucine, Phenylalanine, Tyrosine,

Lysine trong thịt hào sử dụng trong nghiên cứu có hàm lượng thấp hơn [24].

2. Kết quả xác định các tỷ lệ phối trộn

2.1. Tỷ lệ muối

Khi thay đổi tỷ lệ muối và số lần cho muối và theo dõi sự thay đổi pH của hỗn hợp trong suốt quá trình lên men chua thì thu được kết quả như Hình 1.



Hình 1. Ảnh hưởng của tỷ lệ muối và số lần cho muối đến pH hỗn hợp trong quá trình lên men chua.

Trong suốt quá trình chín, vi sinh vật mà chủ yếu là chủng vi khuẩn *L. lactis* đã tham gia vào quá trình hình thành các hợp chất chuyển hoá như các a xít hữu cơ, alcohol, xeton, este, aldehyt và các hợp chất khác để tạo hương vị đặc trưng cho sản phẩm lên men chua [11], [18], [27]. Trong đó, các a xít hữu cơ mà chủ yếu là lactic được cho là sản phẩm chính làm giảm pH của sản phẩm để tạo vị chua đặc trưng [10], [23], [26], [27]. Tỷ lệ muối cao có thể ức chế hoạt động của hệ vi sinh này làm chậm chuyển hoá tạo các a xít hữu cơ nên pH của hỗn hợp giảm chậm và cao hơn các mẫu có tỷ lệ muối thấp. Việc cho muối hai lần hầu như

giúp giảm nhanh pH của hỗn hợp xuống trong 5 ngày lên men đầu tiên và giúp giữ ổn định pH của hỗn hợp trong 25 ngày lên men tốt hơn. Điều này cũng được thấy rõ từ ngày thứ 20, các mẫu cho muối một lần dường như sau thời gian thích nghi, các vi sinh vật bắt lợi hoạt động mạnh hơn sản sinh các bazơ nitơ làm pH tăng lên ($p < 0,05$). Tuy vậy, quá trình lên men là quá trình động nên chỉ số pH thay đổi liên tục [9].

Theo dõi biến đổi pH và cảm quan của hỗn hợp để xác định thời điểm chín của sản phẩm là 25 ngày. Bảng 3 thể hiện một số tính chất sản phẩm mắm hầu chua tương ứng với tỷ lệ muối và số lần bổ sung muối được nghiên cứu.

Bảng 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ muối và số lần cho muối đến tính chất sản phẩm mắm hầu chua

Tỷ lệ muối - số lần cho muối	Điểm cảm quan	Hàm lượng N_{ts} (%)	Hàm lượng N_{NH_3} (%)	Hàm lượng N_{aa} (g/kg)
10% - 1 lần	17,86 ± 0,77c	1,60 ± 0,02 ^a	0,10 ± 0,00 ^c	0,7 ± 0,04 ^a
12% - 1 lần	16,98 ± 0,36 ^{bc}	1,53 ± 0,01 ^a	0,09 ± 0,00 ^b	5,11 ± 0,26 ^c
15% - 1 lần	16,49 ± 1,32 ^{bc}	1,60 ± 0,01 ^a	0,08 ± 0,00 ^a	5,60 ± 0,00 ^f
10% - 2 lần	13,89 ± 0,67 ^a	1,59 ± 0,05 ^a	0,09 ± 0,00 ^b	1,18 ± 0,00 ^b
12% - 2 lần	16,45 ± 1,28 ^{bc}	1,57 ± 0,04 ^a	0,11 ± 0,00 ^d	1,87 ± 0,03 ^c
15% - 2 lần	16,31 ± 1,39 ^b	1,69 ± 0,01 ^b	0,10 ± 0,00 ^c	2,75 ± 0,03 ^d

Ghi chú: Trong cùng một cột, các chữ ^{a,b,c,d} theo sau mỗi số chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$

Nhìn chung các mẫu cho muối 1 lần có điểm cảm quan cao hơn mẫu cho muối 2 lần. Đối với các mẫu sử dụng tỷ lệ muối từ 12% trở lên, áp dụng cho muối 2 lần có thể làm tăng hàm lượng N_{NH_3} , trong khi áp dụng cho muối 1 lần lại có thể giúp tăng hàm lượng N_{aa} của chúng. Mẫu

cho muối 10%- 1 lần khá khác biệt bởi điểm cảm quan cao nhất nhưng hàm lượng N_{aa} lại rất thấp. Sau khi phối trộn, nồng độ muối cao giúp giảm hoạt độ nước của nguyên liệu nên ngăn ngừa vi sinh vật gây hư hỏng phát triển, các vi sinh vật ưa mặn và ưa chua dần thích nghi.

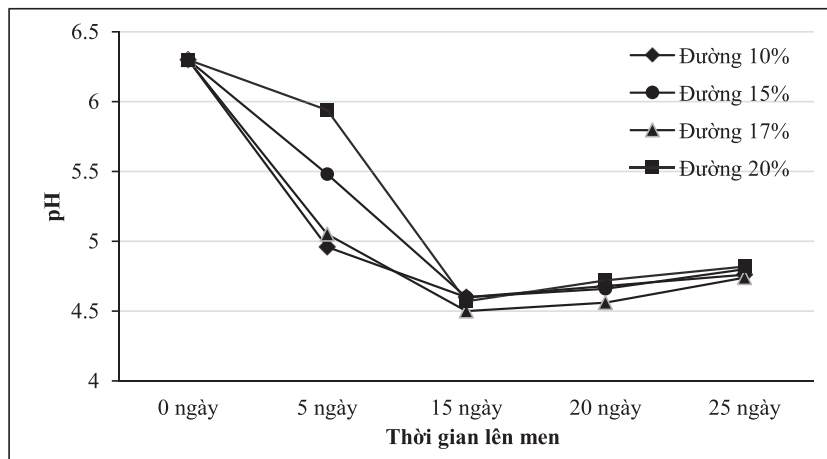
Trong quá trình chín, hoạt động của enzyme và vi sinh vật tạo nên hàng loạt các biến đổi sinh hoá phức tạp giúp hình thành các thành phần, tính chất của sản phẩm lên men [12], [18], [19], [27]. Hệ enzyme chủ yếu là protease từ cơ thịt, nội tạng thuỷ sản như trypsin, chymotrypsin, elastase, và aminopeptidase, cathepsin, peptidase, transaminase, amidase, amino acid decarboxylase, glutamic dehydrogenase [9] thường đảm nhận vai trò phân giải protein thành các peptid ngắn mạch, trong khi protease từ vi sinh vật lại chủ yếu góp phần phân giải tiếp các peptid ngắn mạch thành các a xít amin tự do [27]. Giai đoạn đầu nhóm protease ngoại sinh từ nguyên liệu hoạt động mạnh hơn nên lượng a xít amin tự do chưa nhiều, cộng thêm nữa với mẫu bổ sung muối 10%- 1 lần cho muối làm cả enzyme và vi sinh vật cần thời gian thích nghi trước khi hoạt động mạnh mẽ để phân giải protein thành các a xít amin tự do nên hàm lượng N_{aa} hầu như thấp. Các mẫu bổ sung muối thấp ngay từ đầu thường có pH giảm nhanh chóng trong thời gian lên men, hay có mức độ hoạt động của dòng vi khuẩn lactic và nấm men mạnh mẽ tạo ra a xít hữu cơ mà chủ yếu là a xít lactic và các hợp chất mang mùi đặc trưng cho sản phẩm như phenol, xeton, các hợp

chất chứa nitơ [27], [28] nên điểm cảm quan sản phẩm khá cao. Như vậy, nồng độ muối ảnh hưởng lớn đến hàm lượng a xít amin và a xít hữu cơ trong sản phẩm bởi vì các enzyme khác nhau được hoạt hoá, các vi khuẩn thay đổi hoạt động ở các nồng độ muối khác nhau [19].

Ngoài dòng vi khuẩn lactic và nấm men, có nghiên cứu chỉ ra rằng trong thuỷ sản lên men còn có mặt của dòng vi khuẩn *Bacillus* cũng góp phần sinh ra nhiều loại enzyme chuyên hóa. Dòng vi khuẩn *Bacillus* này có nhiều loại ưa mặn sinh ra các protease có hoạt tính phân giải protein cao hơn protease từ dòng vi khuẩn lactic [25]. Điều này cũng giải thích vì sao các mẫu có tỷ lệ muối từ 12% và cho muối 1 lần lại có hàm lượng N_{aa} cao hơn hẳn. Từ những thảo luận trên, tỷ lệ muối bổ sung 12%, cho muối 1 lần được đề xuất áp dụng trong công thức phối trộn hỗn hợp lên men bởi nó cho điểm cảm quan sản phẩm khá cao và hàm lượng axit amin tự do lớn.

2.2. Tỷ lệ đường

Kết quả theo dõi sự thay đổi pH của hỗn hợp trong suốt quá trình lên men chua và các tính chất của sản phẩm mắm hầu chua khi bổ sung các tỷ lệ đường khác nhau được trình bày lần lượt trong Hình 2 và Bảng 4.



Hình 2. Ảnh hưởng của tỷ lệ đường đến pH hỗn hợp trong quá trình lên men chua.

Đường là nguồn dinh dưỡng cho vi sinh vật hoạt động nên việc thay đổi tỷ lệ đường sẽ ảnh hưởng trực tiếp tới các biến đổi của hỗn hợp trong quá trình lên men cũng như thành phần và tính chất của sản phẩm lên men. Hình

2 cho thấy cả bốn tỷ lệ đường nghiên cứu đều làm giảm pH của hỗn hợp trong 15 ngày lên men đầu tiên xuống giá trị pH xung quanh 4,5 nhưng đường như với mẫu có tỷ lệ đường 20% thì tốc độ giảm pH trong 5 ngày đầu chậm hơn

cả ($p < 0,05$). Sau 15 ngày pH của hỗn hợp ổn định hoặc tăng nhẹ trong khoảng 4,7. Điểm cảm quan của các mẫu sử dụng tỷ lệ đường khác nhau không cho thấy sự khác biệt đáng kể nào, trong khi hàm lượng N_{aa} thì ngược lại. Các

mẫu có tỷ lệ đường cao hơn cho sản phẩm có hàm lượng N_{aa} thấp hơn, và hàm lượng N_{NH_3} dù thấp nhưng cũng có xu hướng thay đổi giống với hàm lượng N_{aa} .

Bảng 4. Ảnh hưởng của tỷ lệ đường đến tính chất sản phẩm mắm hầu chua

Tỷ lệ đường	Điểm cảm quan	Hàm lượng N_{ts} (%)	Hàm lượng N_{NH_3} (%)	Hàm lượng N_{aa} (g/kg)
Đường 10%	17,07 ± 0,8 ^a	1,83 ± 0,00 ^b	0,14 ± 0,00 ^c	4,31 ± 0,03 ^d
Đường 15%	17,21 ± 0,56 ^a	1,78 ± 0,07 ^b	0,12 ± 0,00 ^b	2,67 ± 0,03 ^c
Đường 17%	15,98 ± 1,41 ^a	1,60 ± 0,01 ^a	0,10 ± 0,00 ^a	1,81 ± 0,00 ^b
Đường 20%	17,12 ± 0,81 ^a	1,73 ± 0,10 ^{ab}	0,10 ± 0,00 ^a	1,72 ± 0,00 ^a

Ghi chú: Trong cùng một cột, các chữ ^{a, b, c, d} theo sau mỗi số chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$

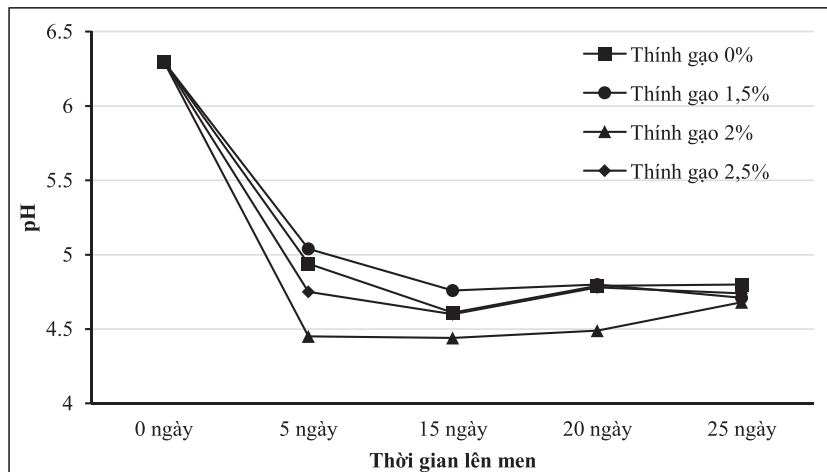
15 ngày lên men đầu tiên, đường chính là nguồn cơ chất dồi dào cho hệ vi khuẩn lactic và nấm men hoạt động mạnh mẽ tạo ra lượng lớn các axit hữu cơ như lactic, acetic, citric, succinic, formic [28] trong đó chiếm đa số là axit lactic nên pH của hỗn hợp giảm nhanh chóng. Tuy vậy tỷ lệ đường 20% khá cao ngay từ đầu lại có thể kìm hãm sự phát triển của vi sinh vật do tạo ra chênh lệch áp suất thẩm thấu trong và ngoài màng tế bào vi sinh vật nên chúng cần thời gian thích nghi lâu hơn làm pH giảm chậm hơn. Các vi sinh vật có lợi trong chế biến lên men chua như dòng vi khuẩn lactic, nấm men, một số loại thuộc dòng *Bacillus*, bên cạnh đó tùy vào tính chất nguyên liệu và quá trình chế biến mà trong hỗn hợp có thể có những vi khuẩn có hại như *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, và *Listeria monocytogenes* [11]. Vai trò của vi sinh vật có lợi trong quá trình lên men thể hiện: một là tạo ra các hợp chất chuyển hoá như axit hữu cơ, alcohol, este, xeton, aldehyt và các hợp chất khác góp phần tạo nên mùi thơm và mùi đặc trưng cho sản phẩm; hai là chúng sinh ra các loại enzyme xúc tác cho các quá trình phân giải, chuyển hoá mà gọi chung là quá trình sinh hoá giúp tạo ra các thành phần, tính chất đặc trưng cho sản phẩm lên men [18], [27]. Các enzyme từ vi sinh vật này trong thủy sản lên men được tìm thấy như protease, amin oxidase, lipase, esterase, amylolytic enzyme, β -glucosidase, glutamic acid decarboxylase, amino acid

decarboxylase, amin dehydrogenase [27]. Rõ ràng với vai trò to lớn đó, việc thúc đẩy hoạt động của vi sinh vật có lợi là cần thiết trong chế biến sản phẩm lên men, nhưng cần lưu ý rằng việc bổ sung tỷ lệ đường thích hợp sẽ thúc vi khuẩn có lợi phát triển nhưng cũng tạo điều kiện cho vi khuẩn có hại hoạt động. Đây cũng là nguyên nhân mà kết quả trong Bảng 4 thể hiện mẫu sản phẩm có hàm lượng N_{aa} cao thì N_{NH_3} cũng lớn hơn các mẫu khác. Với những thảo luận đó, tỷ lệ đường 15% đang cho thấy các ưu điểm rõ rệt về cảm quan, N_{aa} và N_{NH_3} .

2.3. Tỷ lệ thính

Bổ sung thính gạo là một trong những cách chế biến truyền thống của người Việt Nam cho một số sản phẩm thủy sản lên men chua. Khi thay đổi tỷ lệ thính gạo và theo dõi sự thay đổi pH của hỗn hợp trong suốt quá trình lên men chua, đánh giá tính chất của sản phẩm thu được kết quả trình bày trong Hình 3 và Bảng 5.

Bổ sung tỷ lệ thính gạo 2% đang tạo ra biến đổi giảm pH nhanh và thấp nhất cho hỗn hợp lên men và cũng cho hàm lượng N_{aa} trong sản phẩm cao hơn ($p < 0,05$). Việc bổ sung thính gạo vào công thức lên men chua thủy sản là một thói quen chế biến của người dân các tỉnh duyên hải miền Trung của Việt Nam vì họ thấy rằng nó tạo ra mùi hương rất đặc biệt, hợp với khẩu vị địa phương. Thực chất, khi bổ sung bột thính gạo rang, trước tiên giúp giảm hoạt độ nước trong hỗn hợp lên men nên hạn chế sự hư hỏng, sau đó quá trình hút nước chường nở và thủy phân của tinh bột trong thính gạo sẽ tạo ra



Hình 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ thính gạo đến pH hỗn hợp trong quá trình lên men chua.

nguồn cacbohydrate cho vi sinh vật mà đặc biệt là dòng vi khuẩn lactic sử dụng để tạo ra axit lactic góp phần hình thành mùi hương, trạng

thái đặc trưng cho sản phẩm và giúp giảm pH của sản phẩm để đảm bảo chất lượng và an toàn của thành phẩm [3], [23].

Bảng 5. Ảnh hưởng của tỷ lệ thính gạo đến tính chất sản phẩm mắm hàu chua

Tỷ lệ thính gạo	Điểm cảm quan	Hàm lượng N _{ts} (%)	Hàm lượng N _{NH3} (%)	Hàm lượng N _{aa} (g/kg)
0%	16,44 ± 0,25 ^b	1,66 ± 0,00 ^a	0,12 ± 0,00 ^b	2,29 ± 0,03 ^c
1,5%	15,39 ± 2,26 ^b	1,64 ± 0,01 ^a	0,13 ± 0,00 ^c	1,64 ± 0,00 ^a
2%	16,06 ± 1,23 ^b	1,58 ± 0,00 ^a	0,19 ± 0,00 ^d	2,54 ± 0,03 ^d
2,5%	13,04 ± 1,62 ^a	1,99 ± 0,05 ^b	0,11 ± 0,00 ^a	1,95 ± 0,03 ^b

Ghi chú: Trong cùng một cột, các chữ ^{a, b, c, d} theo sau mỗi số chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$

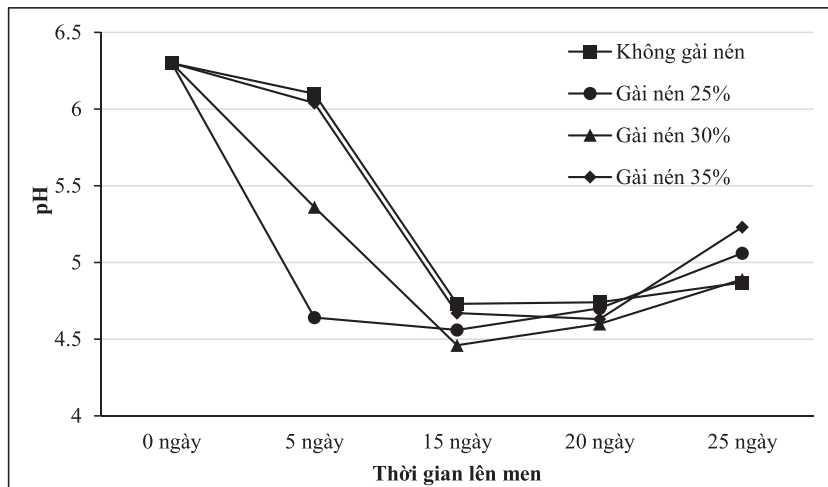
Việc bổ sung tỷ lệ thính gạo 2,5% có thể không phù hợp vì cho điểm cảm quan chung của sản phẩm khá thấp, mặc dù hàm lượng N_{aa} của nó vẫn cao hơn so với mẫu bổ sung thính gạo 1,5% nhưng trạng thái sản phẩm đặc, ít đồng nhất là những đặc điểm gây bất lợi cho thương mại sản phẩm sau này. Mẫu đối chứng 0% thính gạo và mẫu bổ sung 2% cho tính chất sản phẩm cùng xu hướng, tuy nhiên để phù hợp với sở thích, thói quen ăn uống của địa phương thì tỷ lệ thính gạo bổ sung 2% được lựa chọn trong nghiên cứu này.

3. Kết quả xác định chế độ gài nén

Khi thay đổi trọng lượng gài nén và theo dõi sự thay đổi pH của hỗn hợp trong suốt thời gian lên men chua và đánh giá tính chất của sản phẩm mắm hàu chua thì thu được kết quả như Hình 4 và Bảng 6. Hình 4 cho thấy mẫu không gài nén và gài nén với tỷ lệ trọng lượng lớn

nhất (35%) làm pH hỗn hợp giảm chậm hơn trong 5 ngày đầu. Gài nén với tỷ lệ 25% cho phép giảm nhanh pH của hỗn hợp nhất nên hạn chế hoạt động của vi khuẩn gây hư hỏng hơn.

Kết quả ở Bảng 5 cho thấy điểm cảm quan của các mẫu được gài nén khác nhau lại không khác biệt, nhưng hàm lượng N_{NH3} lại tăng tỷ lệ thuận với chiều tăng tỷ lệ trọng lượng gài nén. Mẫu mắm hàu được gài nén tỷ lệ trọng lượng 25% đang có hàm lượng N_{aa} lớn nhất. Việc gài nén hỗn hợp lên men sau khi phối trộn giúp hạn chế khối nguyên liệu bị nổi lên bề mặt gây ảnh hưởng đến quá trình lên men. Cụ thể là, khi phối trộn nguyên liệu cùng muối và gia vị, quá trình thẩm thấu diễn ra nhanh chóng làm nguyên liệu thịt hàu bị mất nước nên giảm khối lượng riêng và dễ nổi lên bề mặt; thêm nữa việc tăng sinh khối và hoạt động của hệ vi sinh vật trong hỗn hợp cũng sinh ra một số khí làm đầy



Hình 4. Ảnh hưởng của trọng lượng gài nén đến pH hỗn hợp trong quá trình lên men chua.

khối nguyên liệu nổi lên bề mặt nhanh chóng và có khi tràn nước bọt ra khỏi dụng cụ chứa đựng. Điều này làm cho các biến đổi sinh hoá và chuyển hoá trong quá trình lên men sẽ diễn ra không thuận lợi và hiệu quả. Tuy nhiên, việc gài nén quá chặt có thể hạn chế diện tích tiếp

xúc giữa enzyme với cơ chất, hạn chế không gian tăng sinh khối của hệ vi khuẩn và nấm men nên có thể làm chậm quá trình lên men hơn, và gài nén chặt lại không thuận tiện trong thao tác chế biến. Từ kết quả và thảo luận này cho phép đề xuất tỷ lệ gài nén phù hợp là 25%.

Bảng 6. Ảnh hưởng của trọng lượng gài nén đến tính chất sản phẩm mắm hàu chua

Tỷ lệ trọng lượng gài nén	Điểm cảm quan	Hàm lượng N _{ts} (%)	Hàm lượng N _{NH3} (%)	Hàm lượng N _{aa} (g/kg)
0%	16,96 ± 1,17 ^a	1,85 ± 0,01 ^{ab}	0,09 ± 0,00 ^a	1,37 ± 0,00 ^c
25%	17,36 ± 0,97 ^a	1,79 ± 0,01 ^a	0,10 ± 0,00 ^b	1,62 ± 0,03 ^d
30%	17,66 ± 0,62 ^a	1,86 ± 0,04 ^b	0,11 ± 0,00 ^b	1,30 ± 0,00 ^b
35%	17,71 ± 0,98 ^a	1,84 ± 0,01 ^{ab}	0,13 ± 0,00 ^c	1,20 ± 0,03 ^a

Ghi chú: Trong cùng một cột, các chữ ^{a, b, c, d} theo sau mỗi số chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$

Đề xuất các thông số chế biến sản phẩm mắm hàu chua

Từ kết quả thực nghiệm nêu trên, nghiên cứu xác định được một số thông số chế biến chính của quy trình chế biến mắm hàu chua như sau:

Phối trộn muối theo tỷ lệ 12% so với khối lượng nguyên liệu thịt hàu, cho muối một lần

Phối trộn đường theo tỷ lệ 15% so với khối lượng nguyên liệu thịt hàu

Phối trộn thính gạo theo tỷ lệ 2% so với khối lượng nguyên liệu thịt hàu

Gài nén bằng vỉ và vật nặng với tỷ lệ trọng lượng 25% so với khối lượng nguyên liệu thịt hàu

Thời gian lên men khoảng 25 ngày khi pH hỗn hợp trong khoảng 4,6 – 4,8 và sản phẩm đạt

tính chất cảm quan đặc trưng của lên men chua.

Kết quả đánh giá chất lượng sản phẩm mắm hàu chua

Sản phẩm mắm hàu chua thành phẩm có đặc điểm cảm quan như màu vàng nâu, trạng thái sánh mịn, đồng nhất, mùi chua nhẹ hài hoà các gia vị, vị mặn, chua, ngọt đậm đà đặc trưng của sản phẩm mắm hàu chua ăn liền. Sản phẩm được phân tích các chỉ tiêu Nitơ: N_{ts} là 1,98 ± 0,05%, N_{NH3} là 0,1 ± 0,00%, và hàm lượng N_{aa} là 1,23 ± 0,05 g/kg; được cho điểm cảm quan đạt loại tốt (18,73 điểm, theo TCVN 3215-79); điểm cảm quan thị hiếu (N=30) đạt mức thích đến ưa thích (7,39 điểm) Một số kết quả đánh giá chất lượng khác của sản phẩm mắm hàu chua được trình bày trong Bảng 7 và 8.

Bảng 7. Kết quả một số thành phần dinh dưỡng của sản phẩm mắm hầu chua

Thành phần	Kết quả	Đơn vị tính
Kẽm	3,5	mg/100g
Chất béo	1,86	%
Glucid	20,5	
Alanine	0,41	
Arginine	0,42	
Aspartic acid	0,62	
Glutamic acid	2,39	
Glycine	0,34	
Histidine	0,13	
Isoleucine	0,29	
Leucine	0,44	
Lysine	0,50	
Methionine	0,09	
Phenylalanine	0,27	
Proline	0,29	
Serine	0,28	
Threonine	0,28	
Tyrosine	0,10	
Valine	0,32	

Kết quả Bảng 7 cho thấy sau lên men, một số a xít amin tăng hàm lượng đáng kể như Alanin, Aspartic, Glutamic, Methionine, và Tyrosine. Kết quả này khá tương tự với kết quả của Jae-Young Je và cộng sự (2005) và Chang-

Yang Kim và cộng sự (1981), các a xít amin tự do chính là sản phẩm quá trình phân giải protein góp phần tạo nên mùi vị đặc trưng của sản phẩm, và hàm lượng của chúng có thể thay đổi trong suốt quá trình lên men [10], [16].

Bảng 8. Kết quả phân tích các chỉ tiêu vi sinh vật của sản phẩm mắm hầu chua

Chỉ tiêu vi sinh vật	Kết quả	Đơn vị tính
Tổng số vi sinh vật hiếu khí	< 10	CFU/g
Coliforms	< 10	CFU/g
Escherichia coli	KPH	/g
Staphylococcus aureus	KPH	/g
Salmonella spp.	KPH	/25g
Vibrio parahaemolyticus	KPH	/25g
Tổng nấm men, nấm mốc	< 10	CFU/g
Clostridium perfringens	< 10	CFU/g

Ghi chú: KPH là không phát hiện

Các chỉ tiêu vi sinh được đánh giá hoàn toàn đáp ứng quy định giới hạn vi sinh vật cho dòng sản phẩm chế biến từ cá và thủy sản (dùng trực tiếp không qua xử lý nhiệt trước khi sử dụng) theo quyết định QĐ 46/2007/QĐ-BYT của Bộ

Y tế quy định giới hạn tối đa ô nhiễm sinh học và hoá học trong thực phẩm [5].

IV. KẾT LUẬN

Đánh giá các chỉ tiêu chất lượng và an toàn của nguyên liệu thịt hầu cần được thực

hiện để chấp nhận sử dụng hầu cho chế biến mắm hầu chua ăn liền. Thông số kỹ thuật chính của quy trình chế biến mắm hầu chua ăn liền đã được xác định như sau: công đoạn phối trộn sử dụng muối NaCl 12%, cho muối một lần, sử dụng đường mía 15%, sử dụng thính gạo 2%; công đoạn gài nén sử dụng tỷ lệ trọng lượng gài nén là 25%; thời gian ủ lên men khoảng 25 ngày khi pH hỗn hợp đạt 4,6 - 4,8 và hình thành các tính chất cảm quan đặc trưng của sản phẩm. Với các thông số kỹ thuật này, sản phẩm mắm hầu chua ăn liền

thu được có chất lượng tốt và đảm bảo an toàn thực phẩm.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này là một phần của đề tài cấp trường Đại học Nha Trang: Nghiên cứu quy trình sản xuất sản phẩm mắm hầu chua từ thịt hầu sứa Thái Bình Dương (*Crassostrea gigas*) và xác định thời hạn sử dụng của sản phẩm ở nhiệt độ phòng. Cơ quan chủ trì là Khoa Công nghệ thực phẩm. Mã số đề tài TR2020-13-40. Nguyên liệu hầu dùng trong nghiên cứu được tài trợ bởi Công ty CP Thủy sản sinh học Vina.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn (2013), Giáo trình mô đun chế biến mắm tôm chua, mã số MĐ03, tr 41-101.
2. Hà Thị Minh (2007), *Nghiên cứu hoàn thiện quy trình sản xuất tôm chua truyền thống*, Đồ án tốt nghiệp đại học, Trường Đại học Nha Trang.
3. Nguyễn Trọng Căn, Đồ Minh Phụng, Nguyễn Việt Dũng và Nguyễn Anh Tuấn (2011), *Công nghệ chế biến thực phẩm thủy sản: tập 2*, NXB Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
4. Lý Thị Minh Phương (2008), *Nghiên cứu sản xuất chế phẩm từ thịt hầu biển dùng trong thực phẩm*, Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Nha Trang.
5. QĐ 46/2007/QĐ-BYT; QCVN 8-2:2011/BYT; QCVN 8-3:2012/BYT.
6. TCVN 3215-79; TCVN 4594:1988; TCVN 3705-90; TCVN 3706-90; TCVN 3708-90;; TCVN 3700:1990; TCVN 3703:2009; TCVN 5105:2009; TCVN 8764:2012.
7. Trần Thị Lệ (2008), *Nghiên cứu tối ưu hóa quy trình sản xuất sản phẩm tôm chua Nam Bộ*, Đồ án tốt nghiệp đại học, Trường Đại học Nha Trang.

Tiếng Anh

8. AOAC 985.35; AOAC 985.01; AOAC 992.15; AOAC 999.11.
9. Apri Dwi Anggo, Widodo F Ma`ruf, Fronthea Swastawati, and Laras Rianingsih (2015), "Changes of amino and fatty acids in anchovy (*Stolephorus* sp) fermented fish paste with different fermentation periods", *Procedia Environmental Sciences*, 23, pp. 58-63.
10. Chang- Yang Kim, Jae- Hyeung Pyeun, and Taek- Jeung Nam (1981), "Decomposition of glycogen and protein in pickled oyster during fermentation with salt", *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14 (2), pp. 66-71.
11. Desniar, Iman Rusmana, Antonius Suwanto and dan Nisa Rachmania Mubarik (2013), "Characterization of lactic acid bacteria isolated from an Indonesian fermented fish (bekasam) and their antimicrobial activity against pathogenic bacteria", *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 25 (6), pp. 489-494.
12. Giyatmi, H E Irianto (2017), " Enzymes in fermented fish", *Food Nutrition Research*, 80, pp 199-216.
13. Hajeb P and Jinap S (2012), "Fermented shrimp products as source of umami in Southeast Asia", *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 1, S10:006.

14. Intan Nadiah Binti Mohd Khairi, Nurul Huda, Wan Nadiah Wan Abdullah, and Abbas Fadhl Mubarek Al-Karkhi (2014), “Protein quality of fish fermented product: Budu and Rusip”, *Asia Pacific Journal of Sustainable Agriculture Food and Energy*, 2 (2), pp. 17-22.
15. ISO 6888-3:2003; ISO 7937:2004; ISO 4832:2006; ISO 21527-1:2008; ISO 4833-1:2013; ISO 16649-3:2015; ISO 6579-1:2017; ISO 21812-1:2017.
16. Jae-Young Je, Pyo-Jam Park, Won-Kyo Jung, and Se-Kwon Kim (2005), “Amino acid changes in fermented oyster (*Crassostrea gigas*) sauce with different fermentation periods”, *Food Chemistry*, 91 (1), pp. 15-18.
17. Jinhong Zang, yanshun Xu, Wenshui Xia, and Joe M. Regenstein (2019), “Quality, functionality, and microbiology of fermented fish: a review”, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60 (11), pp. 1-15.
18. Juana Frias, Cristina Martines, and Villaluenga Elena Penás (2016), *Fermented foods in health and disease prevention*, 1nd Edition, Academic Press, United States, pp. 177-195.
19. Lopetcharat, K., Y. J. Choi, J. W. Park, and M. A. Daeschel. (2001), “Fish sauce products and manufacturing: A review”, *Food Reviews International* 17 (1), pp. 65–88.
20. Nguyen Phuoc Minh (2019), “Production of Pickled Fermented Snakehead fish (*Channa punctatus*)”, *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 11(4), pp. 1368–1372.
21. Sevim Kose (2010), “Evaluation of seafood safety health hazards for traditional fish products: preventive measures and monitoring issues”, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10, pp. 139-160.
22. Seok-Moo Kim, Su-Tae Kang, Young-A Kim, Dong-Jin Choe, Gee-Ho Nam, and Kwang-Soo Oh (2004), “Optimal fermentation conditions for processing of the salt- fermented oysters in olive oil”, *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 33 (8), pp. 1390-1397.
23. Soibam Ngasotter, David Waikhom, Susmita Mukherjee, Manoharmayum Shaya Devi and Asem Sanjit Singh (2020), “Diversity of lactic acid bacteria (LAB) in fermented fish products: a review”, *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9 (5), pp. 2238-2249.
24. Suisui Jiang, Li Liu, Jinjin Xu, Mingyong Zeng, Yuanhui Zhao (2019). “Amino acid composition and digestibility of Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) proteins isolated from different parts”, *Leben - Food Science and Technology*, 116, pp 108591-108597.
25. Thapa, N., J. Pal, and J. P. Tamang. (2004), “Microbial diversity in ngari, hentak and tungtap, fermented fish products of North-East India”, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 20 (6), pp. 599–607.
26. Vo Thi Thu Thao and Jong-Hyun Park (2019), “Characteristics of potential gamma- aminobutyric acid-producing bacteria isolated from Korean and Vietnamese fermented fish products”, *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 29 (2), pp. 209-221.
27. Yanshun Xu, Jinhong Zang, Joe M. Regenstein, and Wenshui Xia (2021), “Technological roles of microorganisms in fish fermentation: a review”, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61 (6), pp. 1000-1012.
28. Zhao, J., Q. Jiang, Y. Xu, and W. Xia. (2017), “Effect of mixed kojis on physiochemical and sensory properties of rapid-fermented fish sauce made with freshwater fish by-products”, *International Journal of Food Science & Technology*, 52 (9), pp. 2088–2096.
29. Các trang Web
30. <https://bnews.vn/hau-rot-gia-ngu-dan-chon-tien-duoi-bien/212290.html> (BNews, 2021, Hàu rớt giá, ngư dân “chôn” tiền dưới biển), truy cập ngày 3/5/2022
31. <https://thuysanvietnam.com.vn/khanh-hoa-trien-vong-tu-hau-thai-binh-duong/> (Thủy sản Vietnam, 2020, Khánh Hoà: triển vọng từ hàu Thái Bình Dương), truy cập ngày 3/5/2022.