

ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ YẾU TỐ TRONG QUY TRÌNH CHẾ BIẾN ĐẾN CHẤT LƯỢNG XÚC XÍCH CÁ RÔ PHI (*Oreochomis niloticus*)

Phan Đỗ Dạ Thảo*, Nguyễn Thị Diễm Hương, Huỳnh Thị Ngọc Quyên, Võ Điều,

Lê Thu Hà

Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

*Tác giả liên hệ: phandodathao@huaf.edu.vn

Nhận bài: 03/11/2024 Hoàn thành phản biện: 21/01/2025 Chấp nhận bài: 10/02/2025

TÓM TẮT

Mục đích của nghiên cứu này nhằm góp phần hoàn thiện quy trình chế biến xúc xích thanh trùng từ cá rô phi (*Oreochomis niloticus*). Nghiên cứu đã khảo sát tính phù hợp của cá rô phi kích thước nhỏ (150-200 g/con) làm nguyên liệu; đánh giá tác động của tỷ lệ muối bổ sung (0,5-2%), nhiệt độ hấp (70-100°C), thời gian hấp (60-120 phút) đến đặc tính cấu trúc, tính chất cảm quan và tổng số vi khuẩn hiếu khí của xúc xích cá rô phi thanh trùng. Kết quả khảo sát cho thấy, cá rô phi kích thước 150-200 g/con có hiệu suất thu hồi thịt cao (39,8%); hàm lượng protein trong thịt cá lớn (17,73%) phù hợp làm nguyên liệu cho chế biến xúc xích. Việc thêm 1,5% muối vào hỗn hợp thịt cá đang xay đã giúp xúc xích cá rô phi cải thiện đáng kể cấu trúc và tính chất cảm quan. Quá trình thanh trùng bằng cách hấp ở 80°C, trong 90 phút đã cho sản phẩm có cấu trúc tốt và an toàn về mặt vi sinh. Xúc xích cá rô phi thành phẩm có giá trị dinh dưỡng cao (protein 15,29%; lipid 11,81%), đảm bảo an toàn vi sinh theo quy định của Bộ Y tế (Quyết định số 46/2007/QĐ-BYT), hương vị hài hòa và bước đầu được người tiêu dùng chấp nhận.

Từ khóa: Cá rô phi, Nhiệt độ hấp, Thời gian hấp, Muối bổ sung, Xúc xích cá

STUDY ON THE APPLICATION OF FOAM MAT DRYING TECHNOLOGY TO THE PRODUCTION OF POWDER FROM SIM EXTRACT

(*Rhodomyrtus tomentosa*)

Phan Đỗ Dạ Thảo*, Nguyễn Thị Diễm Hương, Huỳnh Thị Ngọc Quyên, Võ Điều,

Lê Thu Hà

University of Agriculture and Forestry, Hue University

*Corresponding author: phandodathao@huaf.edu.vn

Received: November 3, 2024 Revised: January 21, 2025 Accepted: February 10, 2025

ABSTRACT

The goal of this research was to refine the pasteurized tilapia-sausage producing procedure. This research analysed the suitability of small tilapia with weights of 150 - 200 g as ingredients and also the effects of addition salt (0.5 - 2%), steaming temperature (70 - 100°C) and steaming duration (60 - 120 minutes) to texture properties, sensing properties and total aerobic bacteria counts of pasteurized tilapia sausage. Results demonstrated that tilapia with weight of 150 - 200 g each had high filleting yield (39.8%), high protein proportion (17.73%), and suitable to be ingredient for sausage producing. Adding 1.5% of NaCl into paste and then steaming at 80°C for 90 minutes improved significantly the texture and sensing properties of tilapia sausage. The pasteurization at 80°C in 90 minutes ensured good texture and microbiological safety for the product. Produced tilapia sausage had high nutritive value (protein 15.29%, lipid 11.81%), meets the Microbiological Safety Standards of the Ministry of Health (Decision 46/2007/QĐ-BYT), had harmony flavour, and receives positive initial receptions from customers.

Keywords: Tilapia, Steaming conditions, Salt addition, Fish sausage

1. MỞ ĐẦU

Xúc xích cá là sản phẩm có thành phần chính là thịt cá, với tính chất đặc trưng được quyết định bởi khả năng tạo gel protein (Santana và cs., 2015). Quá trình hình thành gel protein trải qua nhiều giai đoạn phức tạp và chịu tác động của nhiều yếu tố khác nhau. Trong đó, nồng độ muối NaCl và chế độ gia nhiệt (nhiệt độ và thời gian) khi thanh trùng/hấp chín là những nhân tố có vai trò quan trọng trong việc hình thành cấu trúc gel và giá trị cảm quan của sản phẩm (Totosaus và cs., 2002; Tolano-Villaverde và cs., 2015).

Quá trình gia nhiệt là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến đặc tính tạo gel của xúc xích cá vì nhiệt là cần thiết để các protein biến tính. Khi biến tính, cấu trúc không gian của protein bị phá vỡ, các mạch polypeptid bị duỗi ra, phơi bày các nhóm sulfhydryl (-SH) trước ẩn bên trong ra ngoài và tương tác tương tác với nhau để hình thành các cầu disulfide (S-S). Do tham gia vào cơ chế kết tụ myosin, nên việc có mặt nhiều nhóm -SH và S-S sẽ giúp tăng cường hệ thống mạng phân tử, gel tạo ra sẽ có cấu trúc cứng và bền với nhiệt (Stone và Stanley, 1992). Đồng thời, sự biến tính của protein khi gia nhiệt cũng làm lộ nhiều hơn các nhóm ưa béo (kỵ nước). Điều này làm tăng cường sự tương tác giữa các vùng kỵ nước, dẫn đến các mạch polypeptid xích lại gần nhau hơn và khối gel hình thành càng cứng và ổn định (Tolano-Villaverde và cs., 2015). Thời gian và nhiệt độ gia nhiệt càng tăng, sự kết tụ của protein càng lớn, cấu trúc gel hình thành càng cải thiện (Tolano-Villaverde và cs., 2015). Tuy nhiên, chế độ gia nhiệt tối ưu để gel protein cơ cá hình thành còn tùy thuộc vào loại nguyên liệu (Tolano-Villaverde và cs., 2015). Theo kết quả các nghiên cứu đã công bố, gel xúc xích dè cá tra có cấu trúc tốt khi được hấp ở 80°C trong 90 phút (Lâm Hòa Hưng và cs., 2013); độ bền gel surimi làm từ fillet cá tra đạt

giá trị cao khi hấp (trực tiếp) ở 90°C trong 20 phút (Lê Thị Minh Thủy và cs., 2020); lực phá vỡ của gel cá *Otolithus argenteus* đạt giá trị cao khi hấp (trực tiếp) ở 50°C trong 180 phút (Kamal và cs., 2021).

Cùng với quá trình hấp chín, muối ăn (NaCl) là thành phần không thể thiếu trong chế biến xúc xích. Ngoài tác dụng tạo vị, muối giúp cải thiện kết cấu và giữ nước cho gel protein động vật thủy sản (Tolano-Villaverde và cs., 2015; Zhu và cs., 2022). Khi được bổ sung vào hỗn hợp thịt cá xay, các ion muối (Na^+ , Cl^-) sẽ liên kết chọn lọc với các nhóm mang điện tích lộ trên bề mặt protein làm giảm lực đẩy tĩnh điện giữa các phân tử này, hỗ trợ sự phân tán của myosin hoặc actomyosin. Điều này sẽ tăng cường sự liên kết protein – protein, giúp phát triển cấu trúc đàn hồi cho gel hình thành trong quá trình gia nhiệt (Luo và cs., 2012; Tolano-Villaverde và cs., 2015). Tuy nhiên, việc bổ sung muối là có giới hạn do các vấn đề về tính ổn định của cấu trúc gel protein và cảm quan (Tolano-Villaverde và cs., 2015). Nhiều nghiên cứu trước đây đã ghi nhận, tùy vào đối tượng nguyên liệu sử dụng mà hàm lượng muối bổ sung phù hợp khác nhau, như 1,5% đối với gel từ cơ mực khổng lồ *Dosidicus gigas* (Gómez-Guillén và cs., 1997); 1,5% đối với surimi dè cá tra (Trần Thanh Trúc và cs., 2013); 3% đối với surimi cá mè trắng (Zhu và cs., 2022),...

Hiện nay, trên thị trường có rất nhiều loại cá được sử dụng làm xúc xích như cá tra, cá hồi, cá tuyết,... trong đó, cá rô phi là một đối tượng có tiềm năng và đang được quan tâm. Cá rô phi là loài cá nước ngọt có giá trị dinh dưỡng cao. Trong cơ thịt của loài cá này có chứa 18,8% protein, 0,36% lipid và 1,4% khoáng; với đầy đủ các axit amin thiết yếu (Khalil và cs., 1980). Qua khảo sát của nhóm nghiên cứu tại Thừa Thiên Huế, cá rô phi tiêu thụ trên thị trường hiện nay chủ yếu có khối lượng từ 500 g/con trở lên; cá rô phi kích

thước nhỏ, đặc biệt cá có khối lượng 150-200 g/con, ít được quan tâm và có giá rất thấp.

Với mục đích tạo cơ sở cho việc hoàn thiện quy trình chế biến xúc xích thanh trùng từ cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) có kích thước nhỏ, góp phần nâng cao giá trị cho loài cá này, nghiên cứu đã thực hiện đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ muối (NaCl) bổ sung và chế độ hấp chín (nhiệt độ và thời gian) đến chất lượng của xúc xích cá rô phi.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

* Cá rô phi sống (khối lượng từ 150 - 200 g/con) được mua ở chợ Đông Ba, thành phố Huế. Cá sau thu mua được chuyển về phòng thí nghiệm và làm sạch, phi lê lấy thịt. Thịt cá được bảo quản đông lạnh ở $-18 \pm 2^\circ\text{C}$ ít nhất 24 giờ trước khi sử dụng.

* Muối ăn có độ tinh khiết NaCl > 97% (Thành Phát, Việt Nam); mỡ lợn heo đông lạnh, sorbitol, chitofood và các gia vị (đường, bột tỏi, bột ngọt, tinh bột năng, tiêu) được mua ở cửa hàng uy tín, có nguồn gốc rõ ràng, đảm bảo chất lượng dùng cho thực phẩm.

Tất cả vật liệu được thu mua, chuẩn bị một lần và lưu trữ để sử dụng cho tất cả các thí nghiệm.

2.2. Chuẩn bị mẫu thí nghiệm

Dựa theo các kết quả đã được công bố của Phan Đỗ Dạ Thảo và cs. (2022) và những khảo sát trước đó, các mẫu xúc xích cá rô phi trong nghiên cứu này được chuẩn bị với các bước cụ thể như sau:

Thịt cá và mỡ heo (tỷ lệ 80:20 w/w) sau khi rã băng chậm $0 - 4^\circ\text{C}$ được xay nhuyễn trong máy xay giò chả (Newsun, Việt Nam) cùng nước đá và phụ gia có tỷ lệ (so với tổng khối lượng thịt cá + mỡ heo) là: nước đá 7%; đường 1,5%; sorbitol 1,5%; chitofood 0,2%; tinh bột năng 4%; bột ngọt 0,3%; tiêu xay 0,5%; bột tỏi 0,5%; và muối 0,5 - 2,0% (tùy công thức thí nghiệm). Sau đó, tiến hành tạo

hình bằng cách dồn hỗn hợp thịt cá xay vào ruột collagen $\phi 23$ mm (với khối lượng trung bình 50 ± 5 g/đơn vị); hấp chín ở các khoảng nhiệt độ $70 - 100^\circ\text{C}$ và thời gian 60 - 120 phút (tùy công thức thí nghiệm) trong nồi hấp giò chả (Newsun, Việt Nam); làm nguội bằng nước đá lạnh ($0 - 4^\circ\text{C}$). Cuối cùng đóng gói chân không và giữ ổn định ở $4 \pm 2^\circ\text{C}$ trong 24 giờ trước khi phân tích các chỉ tiêu.

2.3. Bố trí thí nghiệm

2.3.1. Khảo sát chất lượng cá rô phi sử dụng làm nguyên liệu

* Xác định hiệu suất thu hồi thịt cá: Lấy ngẫu nhiên 30 cá thể cá rô phi có kích thước 150 - 200 g/con (đã được thu mẫu như Mục 2.1), tiến hành fillet lấy thịt và cân. Kết quả khảo sát là tỷ lệ phần trăm (%) khối lượng cơ thịt so với khối lượng toàn thân cá đem phân tích.

* Xác định thành phần hóa lý cơ bản của thịt cá: Lấy ngẫu nhiên 200 g thịt cá (đã được chuẩn bị như Mục 2.1) và tiến hành phân tích các chỉ tiêu hóa lý cơ bản (độ ẩm, protein, lipid, tro và khả năng giữ nước). Kết quả của mỗi chỉ tiêu khảo sát là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại.

2.3.2. Khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng xúc xích cá rô phi

Các thí nghiệm được bố trí theo phương pháp ngẫu nhiên 1 nhân tố. Kết quả của thí nghiệm trước được sử dụng làm thông số cố định cho thí nghiệm tiếp sau.

Căn cứ các tài liệu tham khảo (Lâm Hòa Hưng và cs., 2010; Lago và cs. 2019) và những khảo sát trước đó, nghiên cứu đã thiết kế các thí nghiệm như sau:

* Thí nghiệm 1: Ảnh hưởng của tỷ lệ muối bổ sung đến sự cải thiện đặc tính cấu trúc và hương vị của sản phẩm

Thí nghiệm thực hiện nhằm xác định được tỷ lệ muối phù hợp với quy trình chế biến xúc xích cá rô phi. Các mẫu xúc xích được chuẩn bị tương tự như Mục 2.2. Trong

đó, lượng muối thêm vào (so với tổng khối lượng thịt cá + mỡ heo) tương ứng với từng nghiệm thức là 0,5% (M1); 1% (M2); 1,5% (M3) và 2% (M4) và hấp chín xúc xích ở $80 \pm 2^\circ\text{C}$ trong 90 phút.

Chỉ tiêu phân tích: Độ ẩm, khả năng giữ nước (*WHC*), lực cắt và cảm quan (hương vị).

* Thí nghiệm 2: Ảnh hưởng của nhiệt độ hấp đến chất lượng của sản phẩm

Thí nghiệm thực hiện nhằm xác định nhiệt độ hấp phù hợp cho quy trình chế biến xúc xích cá rô phi. Mẫu xúc xích được chuẩn bị như Mục 2.2. Trong đó, lượng muối thêm vào là kết quả được chọn của thí nghiệm 1. Xúc xích được hấp chín trong 90 phút ở 4 mức nhiệt độ tương ứng với các nghiệm thức là 70°C (H70), 80°C (H80), 90°C (H90) và 100°C (H100).

Chỉ tiêu phân tích: Độ ẩm, *WHC*, lực cắt và tổng số vi sinh vật hiếu khí (*VSVHK*).

* Thí nghiệm 3: Khảo sát thời gian hấp đến chất lượng của sản phẩm

Thí nghiệm thực hiện nhằm xác định thời gian hấp phù hợp cho quy trình chế biến xúc xích cá rô phi. Các mẫu xúc xích được chuẩn bị như Mục 2.2. Trong đó, lượng muối thêm vào và nhiệt độ hấp chín là kết quả được chọn của thí nghiệm 1 và 2. Xúc xích được làm chín với các khoảng thời gian hấp tương ứng với từng nghiệm thức là 60 phút (T60), 90 phút (T90) và 120 phút (T120).

Chỉ tiêu phân tích: Độ ẩm, *WHC*, lực cắt và tổng số *VSVHK*.

2.3.3. Đánh giá chất lượng sản phẩm xúc xích cá rô phi

Mục đích của khảo sát là cung cấp thông tin để định hướng hoàn thiện quy trình chế biến và đưa sản phẩm xúc xích cá rô phi ra thị trường.

Xúc xích được chế biến theo quy trình như mô tả ở Mục 2.2; với hàm lượng

muối, chế độ hấp chín là kết quả được chọn ở các thí nghiệm 1,2 và 3. Cụ thể: tỷ lệ muối là 1,5% (so với tổng khối lượng thịt cá và mỡ heo), nhiệt độ với thời gian hấp chín là 80°C và 90 phút. Xúc xích thành phẩm được đóng gói chân không và giữ ổn định ở $4 \pm 2^\circ\text{C}$ trong 48 giờ trước khi được phân tích các chỉ tiêu.

Chỉ tiêu phân tích: Thành phần dinh dưỡng (độ ẩm, protein, lipid), chỉ tiêu vi sinh và cảm quan.

2.4. Phân tích các chỉ tiêu

* Hóa học và vật lý: Xác định hàm lượng ẩm bằng phương pháp sấy khô đến khối lượng không đổi theo TCVN 3700-90; hàm lượng protein bằng phương pháp Kjeldahl theo TCVN 8134:2009; hàm lượng lipid bằng phương pháp Soxhlet theo TCVN 3703:2009; xác định pH theo TCVN 4835:2002, sử dụng máy đo Hanna HI8424 (Rumani); khả năng giữ nước (*WHC*) theo phương pháp ép trên giấy lọc của Grau và Hamm (1957 trích dẫn bởi Honikel và Hamm, 1994); lực cắt theo phép đo Warner-Bratzler (Prabpree và Pongsawatmanit, 2011) trên máy đo cấu trúc *Vlinous* (Trung Quốc).

* Cảm quan: Sử dụng phép thử cho điểm thị hiếu (Hedonic), thang 9 điểm (từ 1 điểm: cực kỳ ghét; 5 điểm: bình thường; đến 9 điểm: cực kỳ thích) (Lawless và Heymann, 2010). Bốn mươi tám người tham gia thử có tuổi đời từ 18-35, chưa qua đào tạo, là những người tiêu dùng cá, được chọn ngẫu nhiên trong số sinh viên và giáo viên tại Trường Đại học Nông Lâm Huế. Mẫu xúc xích được làm nóng đến khi tâm sản phẩm đạt 90°C và cắt thành lát dài 2 cm trước khi đưa vào thử. Sau khi thử, các tham luận viên được mời đưa ra ý kiến về mức độ yêu thích đối với các thuộc tính cảm quan của sản phẩm xúc xích cá rô phi.

Chỉ số chấp nhận về sản phẩm *AI* (Acceptability Index) được xác định theo

Công thức 1 (Dutcosky, 1996 trích dẫn bởi Veloso và cs., 2019).

$$AI (\%) = \frac{\text{Điểm trung bình của mỗi thuộc tính}}{\text{Điểm lớn nhất có thể đạt được}} \times 100 \quad (1)$$

* Vi sinh vật: Tổng số VSVHK theo TCVN 4884-1:2015; *Escherichia coli* theo TCVN 6846:2007; *Coliforms* theo TCVN 4882:2007; *Salmonella* theo TCVN 10780-1:2017; tổng số bào tử nấm men, nấm mốc theo TCVN8275-2:2010.

2.5. Xử lý số liệu

Kết quả thí nghiệm được xử lý thống kê mô tả bằng phần mềm Microsoft excel 2013. So sánh sự sai khác các giá trị trung bình giữa các nghiệm thức trong mỗi thí nghiệm được thực hiện bằng phân tích

Bảng 1. Hiệu suất thu hồi thịt và chỉ tiêu hóa lý của cá rô phi nghiên cứu (n = 30)*

Chỉ tiêu khảo sát	Độ ẩm (%)	Protein (%)	Lipid (%)	WHC (%)	pH	HSTH thịt cá (%)
TB ± SD	80,78 ± 0,70	17,73 ± 1,21	0,89 ± 0,11	27,31 ± 3,06	6,76 ± 0,11	39,8 ± 1,5

*: TB ± SD: Giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn; WHC: Khả năng giữ nước; HSTH thịt cá: Hiệu suất thu hồi thịt cá tính theo khối lượng toàn thân.

Qua khảo sát cho thấy, tỷ lệ thu hồi thịt của 30 cá thể cá rô phi nhóm kích thước được chọn (150 - 200 g/con) khá cao, chiếm 39,8% so với khối lượng toàn thân. Khi so sánh với một số loài cá khác được sử dụng làm xúc xích hoặc sản phẩm tương tự, kết quả của nghiên cứu này khá tương đồng với báo cáo về cá tra (38,9%) của Dương Thùy Linh (2010); nhưng cao hơn nhiều so với cá úc *Sciades herzbergii* (Bloch. 1794) (20%) (Veloso và cs., 2019); thấp hơn so với cá thát lát (68,3%) (Dương Thùy Linh, 2010) và cá lóc (47,60%) (Trần Thanh Trúc và cs., 2016).

Khi phân tích thành phần hóa học cho thấy hàm lượng protein của cơ thịt cá rô phi nghiên cứu đạt 17,73%. Kết quả này khá tương đồng với hàm lượng protein một số loài cá đã được sử dụng nghiên cứu làm xúc xích hoặc sản phẩm tương tự trước đây như cá trê

ANOVA (one-way ANOVA) với phép thử DUNCAN trên phần mềm SPSS 20.0.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khảo sát chất lượng cá rô phi sử dụng làm nguyên liệu

Nhằm xác định mức độ phù hợp của nguyên liệu cho quy trình chế biến xúc xích, nghiên cứu đã tiến hành khảo sát hiệu suất thu hồi thịt cá và một số chỉ tiêu hóa lý của cơ thịt cá rô phi nhóm kích thước 150 - 200 g/con. Kết quả thể hiện ở Bảng 1.

lai (18,10%) của Chuapoehuk và cs. (2001); cá thát lát (17,35%) của Dương Thùy Linh (2010); cá rô phi (18,2%) của Lê Hoàng Phương và cs. (2020). Trong khi đó, hàm lượng lipid có trong thịt cá nghiên cứu đạt 0,89%, thấp hơn so với cá rô phi (1,72%) được báo cáo bởi Lê Hoàng Phương và cs. (2020) và một số loài cá nước ngọt khác như cá trê lai (4,4%) (Chuapoehuk và cs., 2001), cá tra (4,04%) (Dương Thùy Linh, 2010), và cá lóc nuôi (2,55%) (Trần Thanh Trúc và cs., 2016).

Như vậy với tỷ lệ thu hồi thịt cá cao, hàm lượng protein cao, lipid thấp, cá rô phi ở nhóm kích thước 150 - 200 g/con trong nghiên cứu này phù hợp cho quy trình chế biến xúc xích. Tuy nhiên, do khả năng giữ nước của cơ thịt cá rô phi thấp (đạt 27,31%) nên cần có giải pháp thích hợp trong quá trình chế biến nhằm nâng cao chất lượng sản phẩm.

3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ muối bổ sung đến đặc tính cấu trúc và hương vị của xúc xích cá rô phi

Nghiên cứu ảnh hưởng của lượng muối bổ sung đến giá trị pH của bán thành phẩm và chất lượng xúc xích cá rô phi đã được thực hiện, kết quả thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Giá trị pH của bán thành phẩm và chất lượng của xúc xích cá rô phi theo tỷ lệ muối bổ sung*

Nghiệm thức	pH**	Độ ẩm (%)	WHC (%)	Lực cắt (N)	Hương vị*** (điểm)
M1	6,80 ^b ± 0,01	59,82 ^a ± 1,38	81,25 ^a ± 2,13	3,53 ^a ± 0,15	5,51 ^a ± 1,31
M2	6,74 ^a ± 0,02	64,23 ^b ± 0,58	92,20 ^b ± 1,51	4,00 ^b ± 0,20	6,63 ^b ± 1,09
M3	6,73 ^a ± 0,00	67,38 ^c ± 1,28	95,44 ^c ± 0,63	4,93 ^c ± 0,15	7,45 ^c ± 1,02
M4	6,72 ^a ± 0,04	62,37 ^b ± 0,63	93,29 ^{bc} ± 0,46	4,60 ^c ± 0,20	6,13 ^b ± 1,70

*: Các giá trị trong bảng là trung bình ± độ lệch chuẩn; **: pH của bán thành phẩm (chưa hấp chín);

***: Điểm đánh giá theo thang đo Hedonic 9 điểm (từ 1 điểm: rất không thích; 5 điểm: bình thường; đến 9 điểm: cực kỳ thích) qua 48 lượt thử; a,b,c: Các giá trị cùng một cột có kí tự khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa (P < 0,05); WHC: Khả năng giữ nước; M1: Bổ sung 0,5% muối; M2: Bổ sung 1% muối; M3: Bổ sung 1,5% muối; M4: Bổ sung 2% muối;

Qua số liệu ở Bảng 2 cho thấy, việc bổ sung muối đã làm giảm giá trị pH của các mẫu bán thành phẩm (chưa hấp chín) của xúc xích nghiên cứu, trong đó pH của nghiệm thức M1 đạt 6,80 là cao hơn so với các nghiệm thức còn lại (p < 0,05). Theo Tarr (1942), việc bổ sung NaCl làm giảm pH hỗn hợp khi nguyên liệu ban đầu có pH cao hơn 4,5. Do đó, với nguyên liệu ban đầu có pH = 6,78 (Bảng 1), khi bổ sung muối đã làm giá trị pH của bán thành phẩm của xúc xích nghiên cứu giảm. Mặt khác, theo Tolano-Villaverde và cs. (2015) các gel từ protein động vật thủy sản thu được có cấu trúc vượt trội khi chúng được sản xuất ở pH xấp xỉ 7,0. Vì vậy, với giá trị pH ở của các mẫu bán thành phẩm trong nghiên cứu này dao động từ 6,72 - 6,80 là phù hợp với quá trình hình thành gel.

Kết quả từ Bảng 2 cho thấy, khi lượng muối bổ sung tăng từ 0,5 - 1,5%, đặc tính cấu trúc của xúc xích cá rô phi (thể hiện qua độ ẩm, WHC và lực cắt) được cải thiện đáng kể; đạt giá trị cao nhất ở nghiệm thức M3 (có 1,5% muối) và sai khác so với các nghiệm thức M1 (0,5% muối) và M2 (1% muối) (P < 0,05). Sự khác biệt này có thể lý giải là do việc thêm muối (NaCl) đã tăng cường độ ion cho dung dịch protein, làm cho lực đẩy tĩnh điện giữa các phân tử giảm và sự liên kết protein - protein được tăng cường (Luo và cs., 2012; Tolano-Villaverde và cs., 2015), xúc xích tạo thành có độ đàn hồi và giữ nước

cao hơn. Kết quả này phù hợp nghiên cứu trên surimi cá chép bạc và surimi dề cá tra, cấu trúc của các surimi này được cải thiện khi lượng muối bổ sung tăng từ 1 - 1,5% (surimi dề cá tra) và 0,5 - 3% (surimi cá mè trắng) (Trần Thanh Trúc và cs., 2013; Zhu và cs., 2022).

Kết quả khảo sát cũng cho thấy, đặc tính cấu trúc của xúc xích cá rô phi nghiệm thức M4 có xu hướng giảm so với M3, nhưng không có sự khác biệt lớn (p > 0,05). Điều này có thể do khi lượng muối thêm vào ở nghiệm thức M4 (2%) đã thừa nên tạo sự cạnh tranh giữa phân tử NaCl thừa với protein bên trong mạng lưới gel, làm cho các sợi myosin dày lên và rời rạc, hệ quả là gel hình thành có cấu trúc kém hơn (Wang và cs., 2018). Tuy nhiên, do lượng muối thêm vào (ở M4) đã thừa nhưng không nhiều nên chưa tác động lớn đến đặc tính cấu trúc của mẫu. Kết quả này khá tương đồng với báo cáo của Trần Thanh Trúc và cs., (2013), đặc tính cấu trúc của surimi dề cá tra (có 4% chất chống đông) có xu hướng giảm khi tăng lượng muối quá 1%, nhưng sự thay đổi này là không lớn.

Cùng với đặc tính cấu trúc, nghiên cứu đã thực hiện đánh giá cảm quan hương vị các mẫu xúc xích cá rô phi theo tỷ lệ muối bổ sung. Kết quả cho thấy (Bảng 2), mẫu

xúc xích ở nghiệm thức M3 có giá trị cảm quan cao nhất ($p < 0,05$), với điểm đạt được là 7,45 điểm. Điều này có thể do hàm lượng muối thêm vào có mối tương quan với sự trương nước và hòa tan của các protein tơ cơ trong khối thịt cá xay. Nhiều muối hơn đồng nghĩa khả năng hòa tan protein tơ cơ tăng, nhờ đó làm tăng khả năng giữ nước và cảm nhận độ ngon của người thử đối với sản phẩm (Tobin và cs., 2013). Nhưng khi hàm lượng muối cao hơn đã làm giảm độ dai, độ săn chắc của sản phẩm (thể hiện ở lực cắt), và sản phẩm có vị mặn hơn, do đó mẫu của nghiệm thức M4 (chứa 2% muối) được cho là kém ngon, với giá trị cảm quan chỉ đạt 6,13 điểm.

Theo Venugopal và cs. (1995), quá trình hình thành gel sẽ cuốn các thành phần như nước và hợp chất tạo hương có trong hỗn hợp nguyên liệu vào mạng lưới, gel có cấu trúc càng chặt chẽ thì sản phẩm tạo thành càng

có mùi tốt. Đồng thời, Tobin và cs. (2013) cũng cho rằng với xúc xích có nồng độ muối thấp, mùi lạ thường được cảm nhận rõ và khó bị che lấp hơn. Điều này phù hợp với nghiệm thức M1 (chứa 0,5% muối), đa số người thử cho rằng xúc xích quá nhạt, còn mùi tanh của cá nên không được lựa chọn, với điểm đánh giá chỉ đạt 5,51 điểm.

Như vậy, xét về mặt tổng thể, việc bổ sung 1,5% muối (so với tổng khối lượng thịt cá và mỡ heo) vào hỗn hợp thịt cá khi xay là phù hợp cho quy trình chế biến xúc xích cá rô phi, sản phẩm tạo thành có đặc tính cấu trúc tốt và được đánh giá cao về cảm quan.

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ hấp đến chất lượng xúc xích cá rô phi

Nghiên cứu đã khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ hấp (70°C, 80°C, 90°C và 100°C) đến chất lượng xúc xích cá rô phi. Kết quả thể hiện ở Bảng 3.

Bảng 3. Tác động của nhiệt độ hấp chín (trong 90 phút) đến đặc tính cấu trúc và mật độ tổng số vi sinh vật hiếu khí của xúc xích cá rô phi*

Nghiệm thức	Độ ẩm (%)	WHC (%)	Lực cắt (N)	Tổng số VSVHK (CFU/g)
Chưa hấp chín				2,1.10 ⁵
H70	65,58 ^c ± 0,39	92,60 ^a ± 0,60	2,34 ^a ± 0,09	2,6.10 ³
H80	64,82 ^c ± 0,32	95,04 ^c ± 0,24	3,28 ^b ± 0,16	1,4.10 ²
H90	63,08 ^b ± 0,16	93,53 ^b ± 0,14	2,44 ^a ± 0,09	51
H100	61,29 ^a ± 0,70	92,97 ^{ab} ± 0,19	2,30 ^a ± 0,12	1

*: Giá trị được biểu diễn là trung bình ± độ lệch chuẩn; a,b,c: Các giá trị cùng một cột có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$); WHC: Khả năng giữ nước; VSVHK: Vi sinh vật hiếu khí; H70: Hấp ở 70°C; H80: Hấp ở 80°C; H90: Hấp ở 90°C; H100: Hấp ở 100°C.

Từ Bảng 3 cho thấy, nhiệt độ hấp chín đã ảnh hưởng đến đặc tính cấu trúc của xúc xích cá rô phi. Cùng một quãng thời gian gia nhiệt, khi tăng nhiệt độ từ 70 - 80°C, WHC và lực cắt của mẫu xúc xích tăng và đạt giá trị lớn nhất ở nghiệm thức H80 ($p < 0,05$), với các giá trị lần lượt là 95,04% và 3,28 N. Điều này có thể ở 80°C là khoảng nhiệt độ tối ưu cho sự hình thành gel protein tơ cơ của cá rô phi. Shie và Park (1999) cũng cho rằng gel surimi động vật thủy sản có nhiệt độ tối ưu trong khoảng 75 - 85°C, ở khoảng nhiệt độ này protein bị biến tính vừa phải, gel tạo

thành có khả năng giữ nước và độ đàn hồi tốt. Tuy nhiên khi nhiệt độ xử lý cao hơn, protein tơ cơ bị biến tính quá mức dẫn đến sợi cơ bị đứt gãy, cấu trúc gel bị phá vỡ, làm giảm khả năng giữ nước và tính đàn hồi của cấu trúc gel protein (Promeyrat và cs., 2010). Nhận định này khá phù hợp với kết quả ở Bảng 4, khi nhiệt độ được nâng cao từ 90 - 100°C thì WHC và lực cắt của các mẫu xúc xích nghiên cứu đều giảm.

Qua Bảng 3 cho thấy, sự biến đổi mật độ vi sinh vật có trong xúc xích cá rô phi theo nhiệt độ hấp khác nhau cũng có sự khác

biệt đáng kể. Mật độ tổng số VSVHK trong mẫu sau khi hấp giảm sâu so với trước khi hấp; mật độ tổng số VSVHK giảm mạnh khi nhiệt độ hấp tăng. Đồng thời, từ kết quả trên cho thấy, các mẫu xúc xích ở của tất cả các nghiệm thức trong nghiên cứu này (H70, H80, H90 và H100) đều có tổng số VSVHK đạt yêu cầu và thấp hơn giới hạn cho phép ($< 10^5$ CFU/g) được quy định cho sản phẩm cá chế biến sẵn (Bộ Y tế, 2007).

Từ các kết quả đạt được cho thấy, trong cùng thời gian gia nhiệt, ở nhiệt độ

Bảng 4. Ảnh hưởng của thời gian hấp (ở 80°C) đến đặc tính cấu trúc và mật độ tổng số vi sinh vật hiếu khí của xúc xích cá rô phi

Nghiệm thức	Độ ẩm (%)	WHC (%)	Lực cắt (N)	Tổng số VSVHK (CFU/g)
Chưa hấp chín				2.10^5
T60	$64,13^a \pm 0,83$	$93,89^a \pm 0,66$	$2,66^b \pm 0,11$	$2,7.10^3$
T90	$63,51^a \pm 0,23$	$96,56^b \pm 0,14$	$3,28^c \pm 0,16$	29
T120	$63,11^a \pm 0,55$	$95,17^c \pm 0,16$	$2,46^a \pm 0,05$	1

*: Giá trị được biểu diễn là trung bình \pm độ lệch chuẩn; a,b,c: Các giá trị cùng một cột có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$); VSVHK: Vi sinh vật hiếu khí; T60: Hấp 60 phút; T90: Hấp 90 phút; T120: Hấp 120 phút.

Kết quả ở Bảng 4 cho thấy, khả năng giữ nước và lực cắt của các mẫu xúc xích tăng theo thời gian hấp từ 60 - 90 phút, nhưng khi kéo dài thời gian xử lý nhiệt từ 90 - 120 phút thì các giá trị này đều có xu hướng giảm. Mẫu ở nghiệm thức T90 (hấp 90 phút) đạt giá trị WHC và lực cắt lớn nhất, tương ứng 91,98% và 3,28 N; và khác biệt so với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Điều này có thể giải thích là việc gia nhiệt khi hấp chín làm cho collagen hòa tan thành gelatin, và ở một mức độ nào đó đã cải thiện kết cấu của xúc xích cá (Gómez-Guillén và cs., 2011). Tuy nhiên, việc kéo dài thời gian hấp sẽ gia tăng hàm lượng gelatin hoà tan, làm mềm mô liên kết, kết quả là giảm cấu trúc của sản phẩm (Tornberg, 2005). Lập luận này cũng được Lâm Hòa Hưng và cs. (2013), Lê Thị Minh Thủy và cs. (2020) lý giải cho việc kéo dài thời gian hấp đã làm giảm đặc tính cấu trúc của xúc xích dè cá tra và surimi cá rô phi.

hấp chín 80°C đã cho sản phẩm xúc xích có WHC, lực cắt lớn nhất và đạt yêu cầu về an toàn vi sinh.

3.4. Ảnh hưởng của thời gian hấp đến chất lượng của xúc xích cá rô phi

Cùng với nhiệt độ, thời gian hấp cũng có tác động đến chất lượng sản phẩm cuối. Vì vậy, nghiên cứu đã thực hiện khảo sát sự tác động của thời gian hấp (60, 90 và 120 phút) đến chất lượng xúc xích cá rô phi. Kết quả được biểu diễn ở Bảng 4.

Về mặt an toàn vi sinh, các mẫu sau khi hấp chín ở tất cả nghiệm thức khảo sát (T60, T90, và T120) đều có tổng số VSVHK thấp hơn so với mẫu đối chứng (chưa hấp) và đạt yêu cầu theo quy định của Bộ Y tế đối với sản phẩm cá chế biến sẵn ($< 10^5$ CFU/g) (Bộ Y tế, 2007). Kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với xúc xích dè cá tra của Lâm Hòa Hưng và cs. (2013), sản phẩm đảm bảo an toàn vi sinh khi thanh trùng ở nhiệt độ 80°C trong thời gian từ 90-150 phút.

Tóm lại, thời gian hấp chín 90 phút (ở nhiệt độ 80°C) đã cho sản phẩm xúc xích cá rô phi có kết quả tốt nhất về mặt cấu trúc và đảm bảo an toàn vi sinh thực phẩm.

3.5. Đánh giá chất lượng sản phẩm xúc xích cá rô phi

Kết quả đánh giá chất lượng sản phẩm cá rô phi nghiên cứu thông qua các chỉ tiêu về vi sinh, thành phần dinh dưỡng và cảm quan được trình bày chi tiết ở Bảng 5 và 6.

Bảng 5. Thành phần dinh dưỡng và các chỉ tiêu vi sinh của xúc xích cá rô phi thành phẩm

Chi tiêu	Xúc xích cá rô phi	Quyết định số 46/2007/QĐ-BYT (Bộ Y tế, 2007)
Độ ẩm (%)*	70,20 ± 0,76	Không quy định
Protein (%)*	15,29 ± 0,22	Không quy định
Lipid (%)*	11,81 ± 0,33	Không quy định
pH*	6,78 ± 0,01	Không quy định
Tổng số vi sinh vật hiếu khí (CFU/g)	7.10 ²	10 ⁵
<i>Escherichia coli</i> (CFU/g)	Không phát hiện	3
<i>Coliforms</i> (CFU/g)	Không phát hiện	10
<i>Salmonella</i> (TB/g)	Không phát hiện	Không có
Tổng số bào tử nấm men, nấm mốc (CFU/g)	Không phát hiện	10

* Giá trị được biểu diễn là trung bình ± độ lệch chuẩn

Từ Bảng 5 cho thấy, xúc xích cá rô phi đạt an toàn về vi sinh với chỉ tiêu tổng số VSVHK, *Escherichia coli*, *Coliforms*, *Salmonella*, và tổng số bào tử nấm men, nấm mốc đều thấp so giới hạn cho phép theo Quyết định số 46/2007/QĐ-BYT quy định cho sản phẩm cá chế biến sẵn (Bộ Y tế, 2007).

Về mặt dinh dưỡng, kết quả ở Bảng 5 cho thấy hàm lượng protein của xúc xích cá rô phi đạt 15,29%, tương đương với xúc xích cá rô phi (15,34%) (Alda và cs., 2021); cao hơn so protein của xúc xích cá trê lai (13,73%) (Chuapoehek và cs., 2001), xúc xích cá diêu hồng (13,5%) (Hleap và

Velasco, 2012); nhưng thấp hơn so với xúc xích cá bẻ xức (19,42%) (Yousefi và Moosavi-Nasab, 2014) và xúc xích cá trê phi (26,19%) (Menchynska và cs., 2024). Đối với hàm lượng lipid, xúc xích nghiên cứu đạt 11,81%, thấp hơn so với xúc xích cá bẻ xức (19,12%) (Yousefi và Moosavi-Nasab, 2014), xúc xích cá trê phi (18,93%) (Menchynska và cs., 2024).

Cùng với chỉ tiêu vi sinh và thành phần dinh dưỡng, nghiên cứu mức độ chấp nhận của người tiêu dùng đối với sản phẩm xúc xích cá rô phi cũng được thực hiện, kết quả được mô tả ở Bảng 6.

Bảng 6. Tính chất cảm quan và chỉ số chấp nhận của sản phẩm xúc xích cá rô phi (n = 48)

Thuộc tính cảm quan	Màu sắc	Mùi	Kết cấu	Hương vị
Trung bình ± SD (điểm)*	6,70 ± 1,19	7,13 ± 1,13	7,91 ± 0,63	7,46 ± 0,78
Chỉ số chấp nhận AI (%)	74,40	79,23	87,92	82,85

*: Giá trị trung bình điểm đánh giá theo thang đo Hedonic 9 điểm 9 điểm (từ 1 điểm: rất không thích; 5 điểm: bình thường; đến 9 điểm: cực kỳ thích) ± độ lệch chuẩn.

Kết quả Bảng 6 cho thấy, tất cả bốn mươi tám người được mời thử xúc xích cá rô phi nghiên cứu đều có cảm nhận tốt, với điểm đánh giá các thuộc tính đạt tiệm cận từ 7 (thích) đến 8 (rất thích). Trong đó, thuộc tính kết cấu được đánh giá cao nhất, với giá trị được là 7,92 điểm. Ngoài ra, kết quả cũng cho thấy chỉ số chấp nhận AI ở các tính chất cảm quan của xúc xích nghiên cứu có giá trị rất cao, đạt 74,40% - 87,92%; trong đó thuộc tính hương vị - chỉ tiêu đánh giá về sự cảm nhận tổng thể sản phẩm - cũng đạt đến 82,85%. Theo Dutcosky (1996, trích dẫn bởi

Veloso và cs., 2019), một sản phẩm được chấp nhận khi có giá trị AI ≥ 70%, từ đó có thể thấy sản phẩm xúc xích cá rô phi đã được người dùng chấp nhận.

Từ các kết quả ở trên cho thấy, sản phẩm xúc xích cá rô phi nghiên cứu đảm bảo an toàn vi sinh theo quy định của Bộ Y tế (Quyết định số 46/2007/QĐ-BYT) và bước đầu được người dùng chấp nhận. Đồng thời, khi so sánh với một số xúc xích thương mại khác có mặt trên thị trường như xúc xích New Yorks (protein 13%; lipid

10,3%) của Đức Việt Foods (2020), xúc xích thịt heo, gà (protein 10,81%; lipid 13,52%) của SaiGon Nutri Food (2018), xúc xích Giòn Giòn (protein 10-14%; lipid 21,1-30%) của Espace Big C Dong Nai (2020), cho thấy xúc xích cá rô phi của nghiên cứu có thành phần dinh dưỡng cao hơn trong khi hàm lượng lipid thấp hơn hoặc tương đương. Với hàm lượng chất béo thấp, xúc xích cá rô phi của nghiên cứu phù hợp với xu thế sử dụng sản phẩm ít béo của người tiêu dùng hiện nay.

4. KẾT LUẬN

Cá rô phi có kích thước 150 - 200 g/con có thể làm nguyên liệu cho chế biến xúc xích cá. Việc thêm 1,5% muối vào hỗn hợp thịt cá đang xay và sử dụng chế độ hấp ở 80 °C, trong 90 phút là thích hợp quy trình chế biến xúc xích. Xúc xích cá rô phi thành phẩm có giá trị dinh dưỡng cao, đảm bảo an toàn vi sinh theo quy định của Bộ Y tế đối với sản phẩm cá chế biến sẵn (Quyết định số 46/2007/QĐ-BYT) và bước đầu được người tiêu dùng chấp nhận.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu tiếng Việt

Bộ Y tế. (2007). Quyết định 46/2007/QĐ-BYT (ngày 19/12/2007) Về việc ban hành “Quy định giới hạn tối đa ô nhiễm sinh học và hóa học trong thực phẩm”. 162 trang.

SaiGon Nutri Food (Công ty cổ phần Thực phẩm dinh dưỡng Sài Gòn). (2018). *Bản tự công bố sản phẩm, số 010/SNF/2018*. Khai thác từ [https://saigonnutrifood-cms-production.s3-ap-southeast-](https://saigonnutrifood-cms-production.s3-ap-southeast-1.amazonaws.com/medialibrary/99d/99d040aa08417078bba16bab7b886e45/0d35139fee5459dc6a5706ad12262767.pdf)

[1.amazonaws.com/medialibrary/99d/99d040aa08417078bba16bab7b886e45/0d35139fee5459dc6a5706ad12262767.pdf](https://saigonnutrifood-cms-production.s3-ap-southeast-1.amazonaws.com/medialibrary/99d/99d040aa08417078bba16bab7b886e45/0d35139fee5459dc6a5706ad12262767.pdf)

Đức Việt Foods (Công ty cổ phần thực phẩm Đức Việt). (2020). *Bản tự công bố sản phẩm, số 59/ĐV/2020*. Khai thác từ <http://antoanthucphamhungyen.vn/uploads/xuc-xich-new-yorks.pdf>

Espace Big C Dong Nai (Công ty trách nhiệm hữu hạn thương mại dịch vụ quốc tế Big C Đồng Nai). (2020). *Bản tự công bố sản phẩm, số 003/ĐN/2020*. Khai thác từ [https://origin.bigc.vn/files/product-quality-](https://origin.bigc.vn/files/product-quality-record/04%20%C4%90%E1%BB%93ng%20Nai_Ebon/2020-003-dn-xuc-xich-gion-gion.pdf)

[record/04%20%C4%90%E1%BB%93ng%20Nai_Ebon/2020-003-dn-xuc-xich-gion-gion.pdf](https://origin.bigc.vn/files/product-quality-record/04%20%C4%90%E1%BB%93ng%20Nai_Ebon/2020-003-dn-xuc-xich-gion-gion.pdf).

Lâm Hòa Hưng, Trần Thanh Trúc và Nguyễn Văn Mười. (2013). Xác định chế độ thanh trùng phù hợp giúp đảm bảo an toàn vi sinh và duy trì đặc tính cấu trúc của xúc xích và surimi được chế biến từ thịt dê cá tra. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 51(6A), 195-200.

Lawless, H.T và Heymann, H. (1998). (Bản dịch của Nguyễn Hoàng Dũng, Trương Cao Suyên, Nguyễn Thị Minh Tú và Phan Thụy Xuân Uyên, 2007). *Đánh giá cảm quan thực phẩm: Nguyên tắc và thực hành*. NXB Đại học Quốc gia, Thành phố Hồ Chí Minh.

Dương Thùy Linh. (2010). *Nghiên cứu quy trình công nghệ chế biến giò chả cá tra pha cá thác lát và bảo quản sản phẩm*. Luận văn thạc sỹ kỹ thuật, Trường đại học Nha Trang, Nha Trang.

Lê Hoàng Phượng, Trương Thị Tú Trân và Nguyễn Văn Thành. (2020). Nghiên cứu hoàn thiện quy trình sản xuất surimi từ cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) tại Kiên Giang. *Tạp chí Công Thương: Kỹ thuật thực phẩm và đồ uống*, (6), 298-305.

TCVN 10780-1:2017 (ISO 6579-1:2017). Vi sinh vật trong chuỗi thực phẩm - Phương pháp phát hiện, định lượng và xác định typ huyết thanh của *Salmonella* - Phần 1: Phương pháp phát hiện *Salmonella* spp.

TCVN 3700-90. Tiêu chuẩn chất lượng quốc gia về Thủy sản - Phương pháp xác định hàm lượng nước.

TCVN 3703:2009. Thủy sản và sản phẩm thủy sản - Xác định hàm lượng chất béo

TCVN 4835:2002 (ISO 2917:1999), Thịt và sản phẩm thịt - Đo độ pH - Phương pháp chuẩn

TCVN 4882:2007 (ISO 4831:2006). Vi sinh vật trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi - Phương pháp phát hiện và định lượng *Coliform* - Kỹ thuật đếm số có xác suất lớn nhất.

TCVN 4884-1:2015 (ISO 4833-1:2013). Vi sinh vật trong chuỗi thực phẩm - phương pháp định lượng vi sinh vật - phần 1: đếm khuẩn lạc ở 30°C bằng kỹ thuật đổ đĩa

TCVN 6846:2007 (ISO 7251:2005). Vi sinh vật trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi - phương pháp phát hiện và định lượng *Escherichia coli* giả định - Kỹ thuật đếm số có xác suất lớn nhất.

TCVN 8134:2009 (ISO 937:1978). Thịt và sản phẩm thịt - Xác định hàm lượng nitơ

TCVN 8275-2:2010 (ISO 21527-2:2008). Vi sinh vật trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi - phương pháp định lượng nấm men và nấm mốc - Phần 2: Kỹ thuật đếm khuẩn lạc trong các sản phẩm có hoạt độ nước nhỏ hơn hoặc bằng 0,95.

Phan Đỗ Dạ Thảo, Nguyễn Thị Diễm Hương và Võ Điều. (2022). Ảnh hưởng của mỡ heo, tinh bột biến tính và chitofood lên đặc tính cấu trúc và màu sắc của gel xúc xích làm từ cá rô phi (*Oreochromis niloticus*). *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế*, 6(2), 3020-3029.

Lê Thị Minh Thủy, Nguyễn Đỗ Quỳnh và Trương Thị Mộng Thu. (2020). Ảnh hưởng của phương pháp xử lý nhiệt đến chất lượng gel surimi từ cá tra (*Pagasianodon hypophthalmus*) và cá rô phi (*Oreochromis niloticus*). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 56(4B), 119-127.

Trần Thanh Trúc, Nguyễn Hùng Đức và Nguyễn Văn Mười. (2013). Ảnh hưởng của quá trình rửa và cryoprotectant đến đặc tính cấu trúc của surimi từ thịt dè cá tra. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Phần B: Nông nghiệp, Thủy sản và Công nghệ Sinh học*, 27, 79-87.

Trần Thanh Trúc, Võ Hoàng Ngân và Nguyễn Văn Mười. (2016). Ảnh hưởng của muối và các phụ gia đến sự tạo gel và đặc tính cấu trúc của chả cá lóc đông lạnh. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Số chuyên đề: Nông nghiệp (1)*, 122-130.

2. Tài liệu tiếng nước ngoài

Alda, P. C., Coradini, M. F., Chambo, A. P. S., Correa, S. dos S., Mikcha, J. M. G., Goes, E. S. dos R., & de Souza, M. L. R. (2021). Physicochemical and sensory evaluation of mortadella based on Nile tilapia filleting residues. *Ciência Rural*, 51(3), 1-10.

Chuapoehuk, P., Raksakulthai, N., & Worawattanamateekul, W. (2001). Process development of fish sausage. *International journal of food properties*, 4(3), 523-529.

Gómez-Guillén, M. C., Borderías, A. J., & Montero, P. (1997). Salt, nonmuscle proteins, and hydrocolloids affecting rigidity changes during gelation of giant squid (*Dosidicus gigas*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 616-621

Gómez-Guillén, M. C., Giménez, B., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2011). Functional and bioactive properties of

collagen and gelatin from alternative sources: A review. *Food Hydrocolloids*, 25(8), 1813-1827.

Hleap, J. I., & Velasco, V. A. (2012). Physicochemical parameters during storage of sausages made from red tilapia (*Oreochromis* sp.). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(1), 42-50.

Honikel, K. O., & Hamm, R. (1994). Measurement of water-holding capacity and juiciness. In: A. M. Pearson & T. R. Dutson (eds.), *Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products. Advances in Meat Research, vol 9* (p. 125-161). Boston: Springer, Boston, MA. DOI:https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2167-9_5.

Kamal, Md., Biswas, B. C., Yasmin, L., Azimuddin, K. M., Nazrul, Md. (2001). Influence of temperature on the gel-forming ability of some under-utilized marine fish species in Bangladesh. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4(12), 1535 -1542.

Khalil, M. E., Moustafa, E. K., & Osman, H. O. A. (1980). Composition of bolti (*Tilapia nilotica*) muscle proteins. *Food chemistry*, 5(2), 175-184.

Lago, A. M. T., Teixeira, J. T., Olímpio, B. J. G., Schiassi, M. C. E. V., Pimenta, C. J., & Gomes, M. E. S. (2019). Shelf life determination of frozen fish sausage produced with fillet and minced fish derived from the Nile tilapia processing. *Journal of Food Processing and Preserva*, 1-10.

Luo, L., Tashiro, Y., & Ogawa, H. (2012). Relationship between the water molecules in fish-meat gel and the gel structure. *Fisheries Science*, 78(5), 1137-1146.

Menchynska, A., Manoli, T., Ivaniuta, A., Ochkolyas, O., & Stepanova, V. (2024). Quality characteristics of fish sausages made from African catfish (*Clarias gariepinus*). *Animal Science and Food Technology*, 15(1), 74-90.

DOI:https://doi.org/10.31548/animal.1.2024.74

Prabpree, R., & Pongsawatmanit, R. (2011). Effect of tapioca starch concentration on quality and freeze-thaw stability of fish sausage. *Kasetsart Journal - Natural Science*, 45(2), 314-324.

Promeyrat, A., Bax, M. L., Traore, S., Aubry, L., Sante-Lhoutelher, V., & Gatellier, P. (2010). Changed dynamics in myofibrillar

- protein aggregation as a consequence of heating time and temperature. *Meat Science*, 85, 625–631.
- Santana, P., Huda, N., & Yang, T. A. (2015). Physicochemical properties and sensory characteristics of sausage formulated with surimi powder. *Journal of Food Science and Technology*, 52(3), 1507-1515.
- Shie, J. S., & Park, J. W. (1999). Physical characteristics of surimi seafood as affected by thermal processing conditions. *Journal of Food Science*, 64(2), 287-290.
- Stone, A.P., & Stanley, D.W. (1992). Mechanisms of fish muscle gelation. *Food Research International*, 25(5), 381-388.
- Tarr, H. L. A. (1942). Effect of pH and NaCl on swelling and drip in fish muscle. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 5c(5), 411-427. DOI:<https://doi.org/10.1139/f40-042>
- Tobin, B. D., O'Sullivan, M. G., Hamill, R. M., & Kerry, J. P. (2013). The impact of salt and fat level variation on the physiochemical properties and sensory quality of pork breakfast sausages. *Meat Science*, 93(2), 145-152.
- Tolano-Villaverde, I. J., Torres-Arreola, W., Ocaño-Higuera, V. M., & Marquez-Rios, E. (2015). Thermal gelation of myofibrillar proteins from aquatic organisms. *CyTA - Journal of Food*, 14(3), 1-7.
- Tornberg, E. (2005). Effects of heat on meat proteins - Implications on structure and quality of meat products. *Meat Science*, 70(3), 493-508.
- Totosaus, A., Montejano, J. G., Salazar, J. A., & Guerrero, I. (2002). A review of physical and chemical protein - gel induction. *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 589- 601.
- Veloso, R. R., dos Anjos, B. W., Maciel, M. I. S., Shinohara, N. K. S., Andrad, H. A., & Oliveira Filho, P. R. C. (2019). Development and evaluation of fresh sausage type of marine catfish [*Sciades herzbergii* (Bloch. 1794)] stored under low temperatures. *International Food Research Journal*, 26(2), 619-629.
- Venugopal, V., Shahidi, F., & Lee, T. -C. (1995). Value-added products from underutilized fish species. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35(5), 431-453.
- Wang, G., Liu, M., Cao, L., Yongsawatdigul, J., Xiong, S., & Liu, R. (2018). Effects of different NaCl concentrations on selfassembly of silver carp myosin. *Food Bioscience*, 24, 1-8.
- Yousefi, A., & Moosavi-Nasab, M. (2014). Textural and chemical attributes of sausages developed from Talang Queenfish (*Scomberoides commersonianus*) mince and surimi. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 13(1), 1-14.
- Zhu, Y., Lu, Y., Ye, T., Jiang, S., Lin, L., & Lu J. (2021). The effect of salt on the gelling properties and protein phosphorylation of surimi-crabmeat mixed gels. *Gels*, 8(1), 10.