



ẢNH HƯỞNG CHẾ ĐỘ GIA NHIỆT ĐẾN CHẤT LƯỢNG GEL SURIMI TỪ THỊT Vụn CÁ TRA (*Pangasianodon hypophthalmus*)

Nguyễn Đỗ Quỳnh^{1*}, Lê Thị Minh Thủy¹ và Nguyễn Văn Mười²

¹Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

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

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Đỗ Quỳnh (email: ndquynh@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 15/09/2022

Ngày nhận bài sửa: 22/09/2022

Ngày duyệt đăng: 22/09/2022

Title:

The effects of heating modes on gel quality of surimi produced from striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) shredded meat

Từ khóa:

Cá tra, cấu trúc, gia nhiệt, surimi

Keywords:

Heating treatment, striped catfish, surimi, texture

ABSTRACT

The study was conducted to investigate the effects of heating modes on the gel quality of surimi produced from striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) shredded meat. The study included three experiments (i) the effects of direct heating time at 90°C, (ii) the effects of heating time at 40°C in stage 1 (two-step heating mode), and (iii) the effects of heating time at 90°C in stage 2 (two-step heating mode) on gel surimi quality. The results showed that the gel strength, hardness, springiness, cohesiveness, chewiness, and water holding capacity of gel surimi of striped catfish shredded meat were 338 g.cm; 2,039 g; 0.870; 0.316; 558 g, and 84.8%, respectively if applying direct heating at 90°C for 20 minutes; while gel strength, hardness, springiness, cohesiveness, chewiness, and water holding capacity of the gel surimi were 377 g.cm; 2,488 g; 0.98; 0.333; 819 g; 88.9%, respectively if using two-step heating at 40°C for 30 minutes (step 1) and then increased to 90°C for 20 minutes (step 2). In brief, the gel quality of two-step heating surimi had better than that of direct heating surimi.

TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm khảo sát ảnh hưởng chế độ gia nhiệt đến chất lượng gel surimi từ thịt vụn cá tra. Nghiên cứu gồm 3 thí nghiệm (i) khảo sát ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt trực tiếp ở 90°C, (ii) khảo sát ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt ở 40°C trong giai đoạn 1 (gia nhiệt hai giai đoạn) và (iii) ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt ở 90°C trong giai đoạn 2 (gia nhiệt hai giai đoạn) đến chất lượng gel surimi. Kết quả cho thấy surimi có độ bền gel, độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết, độ dai và khả năng giữ nước tương ứng là 338 g.cm; 2039 g; 0,870; 0,316; 558 g và 84,8% khi gia nhiệt trực tiếp ở 90°C trong 20 phút. Trong khi đó, độ bền gel, độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết, độ dai và khả năng giữ nước của gel surimi tương ứng là 377 g.cm; 2.488 g; 0,98; 0,333; 819 g và 88,9% khi áp dụng gia nhiệt hai giai đoạn gồm gia nhiệt ở 40°C trong 30 phút (giai đoạn một) và sau đó tăng lên 90°C trong 20 phút (giai đoạn 2). Tóm lại, surimi được gia nhiệt hai giai đoạn có chất lượng gel surimi tốt hơn gia nhiệt trực tiếp.

1. GIỚI THIỆU

Cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) là loài cá nước ngọt nuôi quan trọng nhất ở vùng Đồng

bằng sông Cửu Long. Trong 10 năm qua (2012-2021), sản lượng cá tra hàng năm từ 1,22 đến 1,50 triệu tấn và kim ngạch xuất khẩu từ 1,54 đến 1,88 tỷ đô la Mỹ (Tổng cục Thống kê, 2022). Cá tra là loài

có chất lượng cao, fillet cá có hàm lượng chất đạm (protein) 57,0-58,6% và chất béo (lipid) 26,9-28,0% (tính theo khối lượng khô) (Phú và ctv., 2014). Các protein của cá đều dễ tiêu hóa và dễ hấp thu, có chứa đầy đủ các axit amin cần thiết cho cơ thể lại vừa có tỷ lệ các axit amin thiết yếu (EAA) rất cân bằng và phù hợp với nhu cầu EAA của con người. Tuy nhiên, trong quy trình sản xuất cá tra fillet đông lạnh tạo ra một lượng phụ phẩm lớn (chiếm khoảng 53.2-54.6% khối lượng) (Phú và ctv., 2014) gồm đầu, da, thịt vụn, xương, nội tạng,...trong đó thịt vụn chiếm khoảng 14% khối lượng nguyên liệu (Thuy et al., 2007). Tận dụng nguồn nguyên liệu thịt vụn để chế biến các sản phẩm giá trị gia tăng có ý nghĩa đa dạng hóa sản phẩm từ cá tra đồng thì nâng cao giá trị ngành hàng cá tra.

Surimi là một trong những món ăn truyền thống của người Nhật Bản. Surimi có hàm lượng protein cao, không cholesterol, hàm lượng lipid thấp là chất nền protein quan trọng để sản xuất các sản phẩm mô phỏng và đóng vai trò như một thành phần protein chức năng có thể thay thế cho nhiều loại protein truyền thống từ thực vật và động vật (Park, 2005). Surimi có nồng độ myofibrillar protein cao, tạo gel cho sản phẩm cấu trúc dai, đàn hồi được dùng sản xuất các sản phẩm giá trị gia tăng và các sản phẩm mô phỏng đa dạng và phong phú như chả cá, chạo và thanh cua (Luyên và ctv., 2010). Sản phẩm surimi có độ đông kết tốt, kết cấu dẻo, vị ngon và màu trắng đẹp thường được sản xuất từ cá minh thái Alaska (*Gadus chalcogrammus*), cá tuyết (*Gadus* spp), cá thu Chile (*Trachurus murphyi*) hay cá lạnh (*Chirocentrus dorab*),... là các loài cá được lựa chọn hàng đầu. Các loài này là nguồn nguyên liệu có cơ thịt trắng và ít mỡ nên thường được chọn nghiên cứu. Tuy nhiên, do tính đa dạng của surimi làm chất nền để sản xuất các loại sản phẩm giá trị gia tăng khác nhau và sự suy giảm sản lượng của các loài cá nêu trên nên tính cấp thiết cần đặt ra là tìm nguồn nguyên liệu mới thay thế cũng như tận dụng nguồn nguyên liệu sẵn có. Hiện đã có một số nghiên cứu liên quan đến sản xuất surimi như công nghệ sản xuất surimi từ cá mè hoa (*Hypophthalmichthys nobilis*) thông qua quá trình rửa và xử lý nhiệt (Tuần và ctv., 2011); ảnh hưởng của phương pháp xử lý nhiệt đến chất lượng gel surimi từ thịt cá tra (*Pagasianodon hypophthalmus*) và thịt cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) (Thủy và ctv., 2020). Tuy nhiên, với cá tra chưa có nhiều nghiên cứu sử dụng các phụ phẩm để sản xuất surimi, đặc biệt về sự ảnh hưởng của chế độ gia nhiệt đến chất lượng gel surimi từ thịt vụn cá tra. Nghiên cứu về ảnh hưởng chế độ gia nhiệt đến chất lượng gel surimi từ thịt vụn cá tra

nhằm tận dụng nguồn phụ phẩm thịt vụn, góp phần nâng cao hiệu quả và đa dạng hóa sản phẩm từ nguồn nguyên liệu cá tra, và góp phần giảm các tác động gây ô nhiễm môi trường trong quá trình chế biến thủy sản nói chung và cá tra nói riêng.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Chuẩn bị mẫu

Thịt vụn cá tra được thu mua tại Công ty trách nhiệm hữu hạn Thủy sản Biển Đông, Thành phố Cần Thơ. Thịt vụn được bảo quản bằng nước đá trong thùng cách nhiệt với tỷ lệ nguyên liệu : nước đá là 1:1 (w/w), vận chuyển về phòng thí nghiệm của Bộ môn Chế biến Thủy sản, Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ trong thời gian không quá 1 giờ. Thịt vụn cá được xử lý sơ bộ như loại bỏ mỡ, xương và da còn sót lại.

Quy trình sản xuất surimi từ thịt vụn cá tra được xây dựng theo mô tả của Quynh (2018) với một vài điều chỉnh như thịt vụn cá xay nhuyễn được bổ sung dung dịch muối (NaCl) có nồng độ 4% theo tỷ lệ 1:3 (w/v) và lắc hỗn hợp dung dịch trong 10 phút, tốc độ 180 vòng/phút ở nhiệt độ 4°C. Hỗn hợp này tiếp tục được ly tâm (tốc độ quay 5.000 g × 20 phút) để thu phần rắn phía dưới. Phần rắn thu hồi được bổ sung nước cất với tỷ lệ 1:5 (w/v) và khuấy đảo trong thời gian 15 phút, nhiệt độ hỗn hợp duy trì ở 4°C. Sau đó, hỗn hợp tiếp tục được ly tâm tốc độ 4.000 vòng/phút trong 10 phút ở 4°C để thu phần rắn (gọi là paste thịt cá). Tiến hành ép tách nước khỏi paste và điều chỉnh độ ẩm khối paste đạt khoảng 80%. Khối paste được phối trộn 3% sucrose, 3% sorbitol, 0,2% sodium tripolyphosphate (w/w) và quét mịn trong 15 phút, nhiệt độ duy trì ≤ 10°C. Surimi được chứa trong các túi PE với khối lượng 1 kg/túi và trữ đông ở nhiệt độ là -18 đến -20°C để tiến hành các thí nghiệm tiếp theo.

2.2. Hóa chất

Muối ăn (NaCl, Trung Quốc) được mua từ công ty trách nhiệm hữu hạn Thương mại dịch vụ Xuất nhập khẩu Thành Mỹ, Cần Thơ.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt trực tiếp ở 90°C đến chất lượng gel surimi từ thịt vụn cá tra

Surimi từ thịt vụn cá tra đã được chuẩn bị như mục 2.1 được rã đông qua đêm trong ngăn mát của tủ lạnh và định hình trong túi PE với đường kính 20 mm, chiều dài túi là 170 mm. Tiến hành gia nhiệt trực tiếp surimi ở 90°C với thời gian lần lượt là 10, 20, 30 và 40 phút. Kết thúc quá trình gia nhiệt,

surimi được giữ lạnh (1-4°C) trong 30 phút bằng nước đá. Tiến hành đo độ trắng, cấu trúc (độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết, độ dai, độ bền gel), phân tích khả năng giữ nước để chọn thời gian gia nhiệt trực tiếp thích hợp ở nhiệt độ 90°C. Thí nghiệm được tiến hành với ba lần lặp lại ở mỗi nghiệm thức và khối lượng mỗi mẫu là 200 g.

2.3.2. Xác định điều kiện gia nhiệt hai giai đoạn cho surimi từ thịt vụn cá tra

a. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt ở 40°C trong giai đoạn một đến chất lượng gel surimi từ thịt vụn cá tra

Surimi từ thịt vụn cá tra (mục 2.1) được rã đông và định hình như thí nghiệm 2.3.1. Tiếp đó, surimi được gia nhiệt ở nhiệt độ 40°C với các mức thời gian lần lượt là 20, 30, 40 và 50 phút. Kết thúc thời gian gia nhiệt tương ứng, surimi được giữ lạnh trong 30 phút (1-4°C) bằng nước đá trước khi tiến hành phân tích các chỉ tiêu về độ trắng, cấu trúc (độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết, độ dai, độ bền gel), phân tích khả năng giữ nước để chọn thời gian gia nhiệt thích hợp ở 40°C trong giai đoạn 1. Thí nghiệm được tiến hành với ba lần lặp lại ở mỗi nghiệm thức và khối lượng mỗi mẫu là 200 g.

b. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt ở 90°C trong giai đoạn hai đến chất lượng gel surimi từ thịt vụn cá tra

Sau khi xác định thời gian gia nhiệt surimi thích hợp ở giai đoạn một (kết quả thí nghiệm a), surimi tiếp tục được gia nhiệt ở nhiệt độ 90°C với các mức thời gian là 10, 20, 30 và 40 phút. Sau khi gia nhiệt, surimi sau đó được giữ lạnh trong 30 phút (1-4°C) bằng nước đá để ổn định cấu trúc trước khi tiến hành kiểm tra cấu trúc (độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết, độ dai, độ bền gel), khả năng giữ nước và độ trắng để xác định thời gian gia nhiệt thích hợp ở nhiệt độ 90°C trong giai đoạn 2.

2.4. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu

Cấu trúc (độ cứng, độ dai, độ đàn hồi và độ cô kết) của surimi được xác định từ đường cong TPA (Texture Profile Analysis) của phép đo cấu trúc theo phương pháp của Hosseini-Shekarabi et al. (2015). Mẫu surimi được định hình thành với đường kính 20 mm và chiều cao 15 mm. Tiến hành đo cấu trúc bằng máy đo cấu trúc Texture Analyser (TA-XT2i, Anh) dựa trên sự tác động lực nén (sử dụng đầu dò P/75), độ biến dạng 50% so với chiều cao ban đầu của viên. Mỗi khối gel surimi được nén 2 lần, thời gian giữa 2 lần nén khoảng 5 giây, nén với tốc độ không đổi 60 mm/phút. Kết quả thu được là trung bình cộng của 3 lần đo đạc (3 viên) cho mỗi nghiệm thức. Từ

các đường cong TPA của phép đo cấu trúc, các chỉ tiêu độ cứng, độ dai, độ cô kết, độ đàn hồi được xác định như (i) độ cứng (g) là lực lớn nhất của chu kỳ nén đầu tiên làm cho mẫu biến dạng 50%; (ii) độ cô kết (không có đơn vị) là thuộc tính cơ bản của cấu trúc liên quan đến mức độ biến dạng mà sản phẩm có thể chịu được trước khi bị gãy vỡ, là tỷ số giữa diện tích nén lần 2/ diện tích nén lần 1; (iii) độ đàn hồi (không có đơn vị) thể hiện mức độ mẫu trở về hình dạng ban đầu sau khi biến dạng, là tỷ số khoảng cách nén lần 2/khoảng cách nén lần 1; và (iv) độ dai (g) là mức độ mẫu bị biến dạng không bị phá vỡ, được tính là tích số của độ cứng, độ đàn hồi và độ cô kết.

Độ bền gel (g.cm) của surimi (đường kính 20 mm và chiều cao 15 mm) sẽ được xác định theo phương pháp của Hosseini-Shekarabi et al. (2015) được đo bằng máy đo cấu trúc Texture Analyser (TA – XT2i) với đầu dò P/5S, tốc độ di chuyển đầu dò là 60 mm/phút, đo xuống 7,5 mm so với chiều cao mẫu. Mẫu được lặp lại ít nhất 3 lần.

Khả năng giữ nước (Water Holding Capacity – WHC) của surimi được phân tích bằng phương pháp ly tâm của Shimazamaninejad et al. (2013).

$$WHC (\%) = 100 - [(M_{\text{đầu}} - M_{\text{sau}})/M_{\text{đầu}}] \times 100$$

Trong đó: $M_{\text{đầu}}$ là khối lượng surimi trước khi ly tâm (g) và M_{sau} là khối lượng surimi sau khi ly tâm (g).

Mẫu surimi có khối lượng khoảng 1,5 g được cho vào ống ly tâm có lót sẵn giấy lọc đã được xác định khối lượng. Sau đó ly tâm trong 10 phút, tốc độ 1.700 vòng/ phút. Khối lượng nước mất đi trong quá trình ly tâm phản ánh khả năng giữ nước của sản phẩm. Mẫu được lặp lại ít nhất 3 lần.

Độ trắng: các mẫu gel surimi (đường kính 20 mm và chiều cao 15 mm) được đo bằng máy đo màu (Colorimeter PCE-CSM 2, Trung Quốc). Chỉ số độ trắng được tính theo công thức của Park (1994):

$$W (\%) = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2}$$

Trong đó: L^* từ màu trắng đến màu đen, a^* từ màu đỏ đến màu xanh lá cây, b^* từ màu vàng đến màu xanh lam.

2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được tính trung bình và độ lệch chuẩn sử dụng chương trình Microsoft Excel 2013. Sự khác biệt giữa các nghiệm thức được phân tích phương sai ANOVA với mức ý nghĩa 95% và phép

thử Duncan ($p < 0,05$) bằng chương trình Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 16.0.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt trực tiếp ở 90°C đến chất lượng gel surimi từ thịt vụn cá tra

Quá trình gia nhiệt thúc đẩy các protein sợi cơ (tức là myosin, actin, tropomyosin và troponin) tăng cường liên kết với nhau thông qua các tương tác kỵ nước và liên kết disulfide được hình thành do sự oxy hóa các nhóm sulfhydryl, giúp duy trì mạng lưới gel ba chiều được ổn định nên các đặc tính gel của surimi được cải thiện (Benjakul et al., 2001). Tính chất của loại protein tham gia vào quá trình hình

thành gel phụ thuộc bởi loài, độ tươi của cá, độ pH, cường độ ion và các thông số kỹ thuật trong quy trình chế biến. Gia nhiệt surimi ở nhiệt độ và thời gian khác nhau có thể dẫn đến các đặc tính gel khác nhau (Hosseini-Shekarabi et al., 2015). Gia nhiệt không phù hợp là nguyên nhân dẫn đến phá hủy đặc tính cấu trúc, tồn thất các giá trị dinh dưỡng (Fellow, 2002). Vì vậy, quá trình xử lý nhiệt đối với chất lượng gel surimi từ thịt vụn cá tra rất quan trọng.

Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt trực tiếp ở 90°C đến chất lượng gel surimi từ thịt vụn cá tra được đánh giá thông qua các chỉ tiêu phân tích độ trắng, độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết, độ dai, độ bền gel và khả năng giữ nước được trình bày ở Bảng 1 và Bảng 2.

Bảng 1. Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt trực tiếp ở 90°C đến độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết, độ dai của sản phẩm surimi từ thịt vụn cá tra

Thời gian (phút)	Độ cứng (g)	Độ đàn hồi	Độ cô kết	Độ dai (g)
10	1.842±129 ^a	0,74±0,03 ^a	0,29±0,02 ^a	395±65,2 ^a
20	2.039±115^a	0,87±0,14^a	0,32±0,01^b	558±75,2^b
30	2.064±297 ^a	0,77±0,01 ^a	0,30±0,02 ^{ab}	477±91,4 ^{ab}
40	1.961±45,3 ^a	0,74±0,04 ^a	0,29±0,01 ^a	413±18,6 ^a
Giá trị p	0,444	0,189	0,099	0,066

Ghi chú: những chữ số (a, b) khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, n=3.

Surimi được sản xuất từ thịt vụn cá tra khi gia nhiệt trực tiếp ở 90°C trong thời gian 10 phút đến 40 phút có sự thay đổi về độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết và độ dai, nhưng độ cứng, độ đàn hồi khác biệt không có ý nghĩa thống kê (Bảng 1). Giá trị độ đàn hồi (0,74-0,87) xấp xỉ bằng 1, điều này chứng tỏ sự nguyên vẹn, phục hồi lại cấu trúc ban đầu của surimi sau chu kỳ nén đầu tiên (Tabilo-Munizaga & Barbosa-Cánovas, 2004). Khi tăng thời gian gia nhiệt trực tiếp từ 10 đến 20 phút thì độ cô kết và độ

dai tăng tương ứng lần lượt từ 0,29 lên 0,32 và 395 g lên 558 g khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Tuy nhiên, khi thời gian gia nhiệt trực tiếp lâu hơn 20 phút thì độ cô kết và độ dai giảm. Mẫu surimi với thời gian gia nhiệt 20 phút có độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết, độ dai cao nhất tương ứng lần lượt là 2.039 g, 0,87, 0,316 và 558 g. Gia nhiệt surimi ở nhiệt độ và thời gian khác nhau có thể dẫn đến các đặc tính gel khác nhau (Hosseini-Shekarabi et al., 2015)

Bảng 2. Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt đến độ bền gel và khả năng giữ nước và độ trắng của sản phẩm surimi từ thịt vụn cá tra

Thời gian gia nhiệt (phút)	Độ bền gel (g.cm)	Khả năng giữ nước (%)	Độ trắng (%)
10	253±10,50 ^a	79,9±1,06 ^a	66,4±0,276 ^a
20	338±10,61^c	84,8±2,19^b	67,3±0,299^c
30	320±13,63 ^{bc}	83,0±0,52 ^{ab}	67,0±0,118 ^{bc}
40	306±12,81 ^b	81,7±2,07 ^{ab}	66,8±0,121 ^b
Giá trị p	0,000	0,033	0,007

Ghi chú: những chữ số (a, b, c) khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, n=3.

Bảng 2 cho thấy khi gia nhiệt trực tiếp surimi trong thời gian từ 10 đến 20 phút thì độ bền gel và khả năng giữ nước tăng tương ứng lần lượt từ 253 g.cm và 79,9% đến 338 g.cm và 84,8% khác biệt có

ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Tuy nhiên, độ bền gel và khả năng giữ nước có xu hướng giảm nếu quá trình gia nhiệt trực tiếp được kéo dài đến 40 phút. Tuy nhiên, Tanuja et al. (2014) cũng gia nhiệt surimi từ

thịt cá tra ở 90°C, nhưng thời gian gia nhiệt cần dài hơn đến 30 phút và surimi có độ bền gel đạt 617 g.cm. Nghiên cứu của Hassan et al. (2017) cũng chọn phương pháp gia nhiệt trực tiếp ở 90°C và 20 phút đối với surimi cá tra (lực phá vỡ 607 g, độ bền gel 464 g.cm). Độ trắng là chỉ tiêu chất lượng quan trọng đối với sản phẩm surimi (Taskaya et al., 2009) surimi với thời gian gia nhiệt trực tiếp 20 phút có độ trắng đạt giá trị cao nhất là 67,3% và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Kết quả này và tương tự như surimi từ thịt cá trê với độ trắng 70,4% (Kristinsson et al. (2005) và độ trắng của surimi từ thịt fillet cá là 71,5% theo công bố của Hassan et al. (2017) và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại.

Kết quả được trình bày ở Bảng 1 và Bảng 2 cho thấy chế độ gia nhiệt trực tiếp ở 90°C trong thời gian 20 phút thu được surimi có các đặc tính tốt. Nguyên nhân myosin là thành phần chủ yếu có trong protein sợi cơ và là thành phần ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng tạo gel. Dưới tác động của quá trình gia nhiệt,

các protein sẽ mở xoắn và sau đó polyme hóa làm chuỗi myosin liên kết lại với nhau, làm bền mạng lưới gel (Park, 2005). Tuy nhiên, thời gian gia nhiệt trực tiếp quá dài sẽ gây ảnh hưởng đến cấu trúc mạng lưới gel và khả năng giữ nước của surimi. Fellow (2002) đã chỉ ra rằng, quá trình gia nhiệt còn biến đổi collagen thành gelatin làm mềm mô liên kết vì vậy cấu trúc gel và khả năng giữ nước giảm. Kết quả thời gian gia nhiệt trực tiếp 20 phút ở nhiệt độ 90°C thu được surimi có đặc tính tốt.

3.2. Điều kiện gia nhiệt hai giai đoạn cho surimi từ thịt vụn cá tra

3.2.1. Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt ở 40°C trong giai đoạn một ảnh hưởng đến chất lượng gel surimi từ thịt vụn cá tra

Sự thay đổi chất lượng của surimi được gia nhiệt ở 40°C trong giai đoạn 1 (phương pháp gia nhiệt 2 giai đoạn) được đánh giá thông qua các chỉ tiêu về độ trắng, cấu trúc (độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết, độ dai và độ bền gel) và khả năng giữ nước được trình bày ở Bảng 3 và Bảng 4.

Bảng 3. Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt ở 40°C trong giai đoạn 1 (phương pháp gia nhiệt 2 bước) đến độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết và độ dai của sản phẩm surimi làm từ thịt vụn cá tra

Thời gian gia nhiệt ở 40°C (phút)	Độ cứng (g)	Độ đàn hồi	Độ cô kết	Độ dai (g)
20	673 ± 55,5 ^a	0,49±0,03 ^a	0,40±0,01 ^a	135±19,1 ^a
30	794 ± 91,3^a	0,56±0,02^c	0,43±0,01^a	190±16,6^b
40	749 ± 28,1 ^a	0,55±0,03 ^{bc}	0,41±0,05 ^a	171±31,2 ^{ab}
50	715 ± 58,0 ^a	0,51±0,01 ^{ab}	0,42±0,03 ^a	153±7,0 ^{ab}
Giá trị p	0,184	0,017	0,567	0,050

Ghi chú: những chữ số (a, b, c) khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, n=3.

Kết quả thể hiện ở Bảng 3 cho thấy các tính chất gel của surimi trở nên tốt hơn khi gia nhiệt khối surimi ở 40°C trong 30 phút, các giá trị độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết và độ dai của surimi lần lượt là 794 g; 0,564; 0,434 và 190 g. Các thông số này có xu hướng giảm dần khi thời gian gia nhiệt tiếp tục

tăng từ 30 đến 50 phút. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của của Thủy và ctv. (2020) khi chọn chế độ gia nhiệt ở 40°C trong thời gian 30 phút ở giai đoạn một của phương pháp gia nhiệt hai giai đoạn cho surimi từ thịt cá tra và thịt cá rô phi có độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết và độ dai cao nhất.

Bảng 4. Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt ở 40°C trong giai đoạn 1 (phương pháp gia nhiệt 2 bước) đến độ bền gel, khả năng giữ nước và độ trắng của sản phẩm surimi từ thịt vụn cá tra

Thời gian gia nhiệt (phút)	Độ bền gel (g.cm)	Khả năng giữ nước (%)	Độ trắng (%)
20	99,4±10,6 ^a	92,5±0,46 ^a	63,9±0,33 ^a
30	118±13,7^a	98,9±0,71^c	64,3±0,11^a
40	111±10,5 ^a	98,1±0,39 ^{bc}	63,5±0,96 ^a
50	104±11,3 ^a	97,0±1,15 ^b	64,0±0,25 ^a
Giá trị p	0,290	0,000	0,384

Ghi chú: những chữ số (a, b, c) khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, n=3.

Surimi được gia nhiệt ở nhiệt độ 40°C trong giai đoạn một trong thời gian từ 20 đến 50 phút có độ trắng và độ bền gel khác biệt không có ý nghĩa thống

kê ($p > 0,05$). Khả năng giữ nước của surimi tăng khi gia nhiệt trong thời gian từ 20 đến 30 phút và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Tuy nhiên, khả

năng giữ nước của surimi giảm nhẹ nếu kéo dài thời gian gia nhiệt đến 50 phút.

Độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết, độ dai, độ bền gel và khả năng giữ nước của surimi tăng khi kéo dài thời gian gia nhiệt đến 30 phút ở nhiệt độ 40°C. Điều này được giải thích rằng, myosin và actin là hai thành phần chủ yếu có trong protein cơ được tìm thấy nhiều trong cơ thịt cá (Matak et al., 2015). Dưới tác dụng của nhiệt độ thích hợp enzyme transglutaminase (Tgase) sẽ đóng góp việc xúc tác cho quá trình polymer hóa của myosin, kích thích các protein tương tác, liên kết lại với nhau và hình thành khung mạng lưới gel vững chắc và cải thiện cấu trúc

gel surimi (Totosaus et al., 2002). Do đó, thời gian gia nhiệt 30 phút ở nhiệt độ 40°C trong giai đoạn một là chế độ phù hợp để gia nhiệt surimi (phương pháp gia nhiệt hai giai đoạn) để tiến hành thí nghiệm tiếp theo.

3.2.2. *Xác định thời gian gia nhiệt ở 90°C trong giai đoạn hai đến chất lượng gel surimi từ thịt vụn cá tra*

Các tính chất gel, độ trắng và khả năng giữ nước của surimi từ thịt vụn cá tra thay đổi ở các thời gian gia nhiệt khác nhau ở 90°C trong giai đoạn hai được thể hiện trong Bảng 5 và Bảng 6.

Bảng 5. Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt ở 90°C trong giai đoạn 2 đến độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết và độ dai của sản phẩm surimi từ thịt vụn cá tra

Thời gian gia nhiệt (phút)	Độ cứng (g)	Độ đàn hồi	Độ cô kết	Độ dai (g)
10	1.858±121 ^a	0,77 ± 0,06 ^a	0,34±0,03 ^a	481±39,5 ^a
20	2.488±148^b	0,98 ± 0,09^a	0,33±0,07^a	819±54,4^c
30	2.492±147 ^b	0,92 ± 0,21 ^a	0,29±0,01 ^a	656±96,8 ^b
40	2.232±346 ^{ab}	0,90 ± 0,16 ^a	0,31±0,01 ^a	608±26,6 ^b
Giá trị p	0,019	0,410	0,410	0,001

Ghi chú: những chữ số (a, b, c) khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, $n = 3$.

Surimi sau khi được gia nhiệt ở 40°C và tiếp tục được gia nhiệt ở 90°C trong các khoảng thời gian khác nhau cho thấy giá trị độ cứng và độ dai của surimi được cải thiện sau 20 phút gia nhiệt và đạt giá trị cao nhất lần lượt là 2.488 g và 819 g và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với chế độ gia nhiệt 10 phút. Mặc khác, thời gian gia nhiệt lớn hơn 20 phút, các thông số về độ cứng và độ dai của surimi có khuynh hướng giảm dần. Các giá trị độ đàn hồi và độ cô kết khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) khi thời gian gia nhiệt tăng từ 10 đến 40 phút. Vì độ đàn hồi (0,77-0,98) của surimi đạt giá trị gần 1, điều đó chỉ ra rằng mức độ mẫu trở về hình dạng ban đầu sau khi biến dạng cao và mức độ nguyên vẹn của surimi cao, ít bị phá vỡ trong chu kỳ nén đầu tiên của đường cong TPA của phép đo cấu trúc (Tabilo-Munizaga & Barbosa-Cánovas, 2004). Giá trị độ cô kết trong nghiên cứu này (0,29-0,33) thấp hơn so với

nghiên cứu của Hosseini-Shekarabi et al. (2015) trên đối tượng surimi cá lù đù (0,7-0,8). Bảng 6 cho thấy độ bền gel, khả năng giữ nước và độ trắng của surimi khi gia nhiệt ở 90°C trong giai đoạn 2 cũng có sự thay đổi tương tự. Khi thời gian gia nhiệt tăng từ 10 đến 20 phút thì độ bền gel của surimi tăng từ 334 g.cm và đến 377 g.cm và khả năng giữ nước tăng từ 82,8% lên 88,9% và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Tuy nhiên, độ bền gel và khả năng giữ nước của surimi giảm nếu tiếp tục kéo dài thời gian gia nhiệt đến 40 phút. Độ trắng của surimi khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi tăng thời gian gia nhiệt từ 10 lên 40 phút ($p > 0,05$). Độ cứng và độ dai của surimi từ thịt vụn cá tra trong nghiên cứu này thấp hơn kết quả được công bố bởi Thủy và ctv. (2020) đối với surimi từ thịt cá tra fillet, độ cứng đạt 6.750 g và độ dai là 4.621 g.

Bảng 6. Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt ở 90°C trong giai đoạn 2 đến độ bền gel và khả năng giữ nước và độ trắng của sản phẩm surimi từ thịt vụn cá tra

Thời gian gia nhiệt (phút)	Độ bền gel (g.cm)	Khả năng giữ nước (%)	Độ trắng (%)
10	334±14,92 ^a	82,8±0,71 ^a	62,0±1,010 ^a
20	377±13,49^b	88,9±1,39^b	62,7±1,090^a
30	350±10,04 ^a	88,0±1,53 ^b	62,5±0,634 ^a
40	341±10,03 ^a	84,2±1,94 ^a	62,2±0,228 ^a
Giá trị p	0,012	0,002	0,770

Ghi chú: những chữ số (a, b) khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, $n = 3$

Bảng 5 và Bảng 6 trên cho thấy surimi làm từ thịt vụn cá tra khi gia nhiệt ở 40°C trong thời gian 30 phút và tiếp tục gia nhiệt ở 90°C trong thời gian 20 phút (phương pháp gia nhiệt 2 bước) có độ cứng 2.488 g, độ đàn hồi 0,98, độ cô kết 0,333, độ dai 819 g, độ bền gel 377 g.cm và khả năng giữ nước 88,9% cao hơn surimi khi gia nhiệt trực tiếp ở 90°C trong 20 phút với độ cứng 2.039 g, độ đàn hồi 0,87, độ cô kết 0,316, độ dai 558 g, độ bền gel 338 g.cm và khả năng giữ nước 84,8% (Bảng 3 và Bảng 4). Kết quả này cũng phù hợp với công bố của Ngo et al. (2010), chất lượng của khối gel đã được xử lý qua hai giai đoạn gia nhiệt tốt hơn so với các khối gel được gia nhiệt một giai đoạn và tương đồng với kết quả thời gian gia nhiệt hai giai đoạn. Hosseini-Shekarabi et al. (2015) cũng đã sử dụng phương pháp gia nhiệt hai giai đoạn với thời gian gia nhiệt 30 phút ở nhiệt độ 40°C trong giai đoạn 1 và tiếp tục nâng nhiệt ở 90°C trong thời gian 20 phút khi nghiên cứu ảnh hưởng quá trình xử lý nhiệt đến đặc tính gel của surimi làm từ cá đù miệng đen (*Atrubucca nibe*). Thủy và ctv. (2020) cũng áp dụng chế độ gia nhiệt hai giai đoạn (40°C, 30 phút ở giai đoạn 1 và 90°C, 20 phút ở giai đoạn 2) surimi từ thịt cá tra và surimi từ thịt cá rô phi. Đặc tính gel của surimi được cải thiện khi tiến hành gia nhiệt hai giai đoạn có thể được giải thích là do trong giai đoạn 1, gia nhiệt ở nhiệt độ thấp sẽ thúc đẩy phản ứng oxy hóa các nhóm sulfhydryl và các nhóm này tiếp tục bị oxy hóa trong giai đoạn 2 khi gia nhiệt ở nhiệt độ cao, dẫn đến hình thành nhiều liên kết disulfide hơn cũng đồng nghĩa với liên kết ngang cộng hóa trị tăng lên, do đó làm tăng độ đàn hồi của gel surimi so với surimi được gia nhiệt trực tiếp ở nhiệt độ cao (Benjakul et al., 2005, Yi et al., 2020). Khi surimi

được xử lý nhiệt trực tiếp ở 90°C trong thời gian 20 phút có giá trị độ trắng cao hơn surimi khi gia nhiệt hai giai đoạn ở nhiệt độ 40°C trong 30 phút và 90°C trong 20 phút. Điều này có thể giải thích rằng do việc chuẩn bị surimi (theo phương pháp gia nhiệt hai giai đoạn) được thực hiện ở mức độ cao hơn với thời gian xử lý lâu hơn, do đó phản ứng hóa nâu Maillard diễn ra nhiều hơn trong khối gel gia nhiệt hai bước (Arfat & Benjakul, 2012). Các sản phẩm oxy hóa lipid (aldehyde hoặc hợp chất cacbonyl) tương tác với các nhóm amin protein dẫn đến hóa nâu không có enzyme (Panpipat et al., 2010) và cũng làm tăng sự hình thành metmyoglobin (Chaijan et al., 2004) có thể gây ảnh hưởng tiêu cực đến màu surimi.

4. KẾT LUẬN

Surimi từ thịt vụn cá tra được xử lý nhiệt theo phương pháp gia nhiệt hai giai đoạn có các đặc tính gel cũng như khả năng giữ nước tốt hơn so với mẫu surimi được gia nhiệt một giai đoạn. Cụ thể, surimi có độ bền gel, độ dai và khả năng giữ nước tương ứng là 377 g.cm, 819 g và 88,9% khi surimi được gia nhiệt hai giai đoạn (40°C, 30 phút và 90°C, 20 phút), còn đối với mẫu surimi được gia nhiệt một giai đoạn (90°C, 20 phút) các thông số này lần lượt là 338 g.cm, 558 g và 84,8%.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được thực hiện trên khuôn khổ đề tài nghiên cứu khoa học của cán bộ Trường Đại học Cần Thơ. Xin gửi lời cảm ơn chân thành đến Trường Đại học Cần Thơ đã tạo điều kiện để cán bộ có cơ hội tham gia thực hiện nghiên cứu khoa học.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Arfat, Y. A., & Benjakul, S. (2012). Gelling characteristics of surimi from yellow stripe trevally (*Selaroides leptolepis*). *International Aquatic Research*, 4(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/2008-6970-4-5>.
- Benjakul, S., Visessanguan, W., Ishizaki, S., & Tanaka, M. (2001). Differences in gelation characteristics of natural actomyosin from two species of bigeye snapper, *Priacanthus tayenus* and *Priacanthus macracanthus*. *Journal of Food Science*, 66(9), 1311-1318. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb15207.x>.
- Benjakul, S., Visessanguan, W., Thongkaew, C., & Tanaka, M. (2005). Effect of frozen storage on chemical and gel-forming properties of fish commonly used for surimi production in Thailand. *Food hydrocolloids*, 19(2), 197-207. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2004.05.004>
- Chaijan, M., Benjakul, S., Visessanguan, W., & Faustman, C. (2004). Characteristics and gel properties of muscles from sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) caught in Thailand. *Food Research International*, 37(10), 1021-1030. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.06.012>.
- Fellow, P. J. (2002). *Food processing technology: principles and practice* (2nd ed.). CRC Press.
- Hassan, M. A., Balange, A. K., Senapati, S. R., & Martin Xavier, K. A. (2017). Effect of different washing cycles on the quality of *Pangasius hypophthalmus* surimi. *Fishery Technology*, 54, 51-59.

- Hosseini-Shekarabi, S. P., Hosseini, S. E., Soltani, M., Kamali, A., & Valinassab, T. (2015). Effect of heat treatment on the properties of surimi gel from black mouth croaker (*Atrobusca nibe*). *International Food Research Journal*, 22(1), 363-371.
- Kristinsson, H. G., Theodore, A. E., Demir, N., & Ingadottir, B. (2005). A comparative study between acid- and alkali-aided processing and surimi processing for the recovery of proteins from channel catfish muscle. *Journal of Food Science*, 70, 298-306. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb07177.x>.
- Luyến, T. T., Cấn, N. T., Ninh, Đ. V., Tuấn, N. A., Trung, T. S., & Bội, V. N. (2010). *Khoa học-Công nghệ surimi và sản phẩm mô phỏng*. Nhà xuất bản Nông nghiệp TP Hồ Chí Minh.
- Matak, K. E., Tahergorabi, R., & Jaczynski, J. (2015). A review: Protein isolates recovered by isoelectric solubilization/precipitation processing from muscle food by-products as a component of nutraceutical foods. *Food Research International*, 77, 697-703. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.05.048>.
- Ngo, V. P., Morioka, K., & Itoh, Y. (2010). Microstructure of white croaker surimi protein gels set at low temperature under the inhibition of the polymerization and degradation of protein. *Journal of Biological Sciences*, 10(6), 499-506.
- Panpipat, W., Chaijan, M., & Benjakul, S. (2010). Gel properties of croaker-mackerel surimi blend. *Food Chemistry*, 122(4), 1122-1128. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.096>.
- Park, J. W. (1994). Functional protein additives in surimi gels. *Journal of Food Science*, 59(3), 525-527.
- Park, J. W. (2005). Surimi seafood: products, market, and manufacturing. In Park, J.W. (Ed). *Surimi and Surimi Seafood*, p. 375-433. Boca Raton: CRC Press.
- Phú, T. M., Tiên, T. T. Đào, N. L. A. & Hien, T. T. (2014). Đánh giá chất lượng cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) thương phẩm ở các khu vực nuôi khác nhau. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, số chuyên đề: Thủy sản, 1, 15-21
- Quynh, N. Đ. (2018). Development of the method to recover protein from Japanese horse mackerel (*Trachurus japonicas*) fish meat by saltwater treatment. *Master thesis*. Graduate School of Marine Science and Technology. Japan.
- Shimazamaninejad, Shabanpour, B., & Shabani, A. (2013). Effect of medium temperature setting on gelling characteristics of surimi from farmed common carp (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758). *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 5(5), 533-539.
- Tabilo-Munizaga, G., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2004). Color and textural parameters of pressurized and heat-treated surimi gels as affected by potato starch and egg white. *Food research international*, 37(8), 767-775. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.04.001>.
- Tanuja, S., Viji, P., Zynudheen, A. A., Ninan, G., & Joshy, C. G. (2014). Composition, textural quality, and gel strength of surimi prepared from striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*, Sauvage, 1878). *Fishery Technology*, 51, 1 – 6.
- Taskaya, L., Chen, Y. C., Beamer, S., & Jaczynski, J. (2009). Texture and colour properties of proteins recovered from whole gutted silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) using isoelectric solubilisation/precipitation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(2), 349-358.
- Thùy, L. T. M., Quỳnh, N. Đ., & Thu, T. T. M. (2020). Ảnh hưởng của phương pháp xử lý nhiệt đến chất lượng gel surimi từ cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) và cá rô phi (*Oreochromis niloticus*). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 56(4), 119-127.
- Thuy, N. T., Loc, N. T., Lindberg, J. E., & Ogle, B. (2007). Survey of the production, processing and nutritive value of catfish by-product meals in the Mekong Delta of Vietnam. *Livestock research for rural development*, 19(9), 124.
- Tổng cục Thống kê. (2022). *Nông, lâm nghiệp và thủy sản*. <https://www.gso.gov.vn/nong-lam-nghiep-va-thuy-san/>. Truy cập ngày 16/09/2022.
- 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(6), 595-601. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2002.00623.x>.
- Tuấn, N. A., Duy, N. X., Bảo, N., Hiền, P. T., Ngân, N. H., & Hiều, Đ. T. (2011). Nghiên cứu quy trình công nghệ sản xuất surimi từ cá mè hoa (*Hypophthalmichthys nobilis*). *Tạp chí khoa học-Công nghệ Thủy sản Trường Đại học Nha Trang*, 3, 3-11.
- Yi, S., Li, Q., Qiao, C., Zhang, C., Wang, W., Xu, Y., Mi, H., Li, X., Li, J., 2020. Myofibrillar protein conformation enhance gel properties of mixed surimi gels with *Nemipterus virgatus* and *Hypophthalmichthys molitrix*. *Food Hydrocolloids* 106, 105924. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105924>.