



DOI:10.22144/ctu.jvn.2020.090

## ẢNH HƯỞNG CỦA PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ NHIỆT ĐẾN CHẤT LƯỢNG GEL SURIMI TỪ CÁ TRA (*Pagasianodon hypophthalmus*) VÀ CÁ RÔ PHI (*Oreochromis niloticus*)

Lê Thị Minh Thủy, Nguyễn Đỗ Quỳnh và Trương Thị Mộng Thu\*

Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

\*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Trương Thị Mộng Thu (email: [tmthu@ctu.edu.vn](mailto:tmthu@ctu.edu.vn))

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 21/07/2020

Ngày nhận bài sửa: 12/08/2020

Ngày duyệt đăng: 28/08/2020

### Title:

Effects of heating methods on gel properties of surimi from tra catfish (*Pagasianodon hypophthalmus*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*)

### Từ khóa:

Cá tra, cá rô phi, cấu trúc, gia nhiệt, surimi

### Keywords:

Heating, surimi, texture, tilapia, tra catfish

### ABSTRACT

The study was conducted to investigate the effects of heating time on gel properties of surimi from tra catfish and tilapia. Gel properties of two types of surimi were compared by using two heating methods: (i) direct heating at 90°C with different heating time 10, 20, 30 and 40 minutes; (ii) two-step heating, step 1 heating at 40°C with different time 20, 30, 40 and 50 minutes, and then continued step 2 at 90°C with different heating time 10, 20, 30 and 40 minutes. The results showed that surimi was heated by using two-step heating had higher hardness, chewiness and gel strength compared to direct heating method. Different heating times were found for surimi from tilapia and tra catfish. With tilapia, heating time 30 minutes at 40°C (step 1) before increased to 90°C for 30 minutes was suggested, in case of tra catfish, heating times were chose 50 minutes at 40°C (step 1), and then increased to 90°C for 20 minutes. Surimi from tilapia was heated by using two-step heating had higher chewiness of 4,955 g compared to surimi from tra catfish with chewiness of 4,621 g. However, hardness and gel strength of surimi from tra catfish and tilapia were not significant difference when surimi were heating by using two-step heating.

### TÓM TẮT

Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt đến chất lượng gel surimi từ cá tra và cá rô phi. So sánh chất lượng gel của hai loại surimi bằng hai phương pháp gia nhiệt: (i) gia nhiệt trực tiếp ở 90°C với thời gian gia nhiệt từ 10, 20, 30 và 40 phút; (ii) gia nhiệt qua 2 bước, bước 1 gia nhiệt ở 40°C với thời gian gia nhiệt từ 20, 30, 40 và 50 phút, sau đó bước 2 tiếp tục nâng nhiệt lên 90°C với thời gian gia nhiệt từ 10, 20, 30 và 40 phút. Kết quả cho thấy surimi được gia nhiệt qua 2 bước thì độ cứng, độ dai và độ bền gel cao hơn khi surimi được gia nhiệt trực tiếp. Thời gian gia nhiệt của surimi từ cá tra và cá rô phi khác nhau. Cụ thể, surimi cá rô phi được gia nhiệt qua 2 bước: bước 1 gia nhiệt ở 40°C trong 30 phút và bước 2 tiếp tục nâng nhiệt ở 90°C trong 30 phút. Đối với surimi cá tra được gia nhiệt qua 2 bước: bước 1 ở 40°C trong 50 phút và bước 2 tiếp tục nâng nhiệt ở 90°C trong 20 phút. Surimi cá rô phi được gia nhiệt qua 2 bước có độ dai là 4.955 g cao hơn surimi từ cá tra với độ dai là 4.621 g. Tuy nhiên, độ cứng và độ bền gel của hai loại surimi khi gia nhiệt qua 2 bước không có sự khác biệt.

Trích dẫn: 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.

## 1 GIỚI THIỆU

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 (Park and Lin, 2005). Các sản phẩm giá trị gia tăng và sản phẩm mô phỏng chế biến từ surimi ngày càng phong phú và đa dạng như giã tôm, giã cua và chạo (Trần Thị Luyến và *ctv.*, 2010). Công nghệ sản xuất surimi gồm các công đoạn chính như xử lý tách thịt cá, xay nhỏ, rửa, quết, phối trộn, định hình, gia nhiệt, cấp đông và bảo quản (Park and Lin, 2005). Trong đó, xay, rửa, quết, gia nhiệt là các công đoạn quan trọng quyết định tính chất gel của surimi như độ bền gel, độ cứng, độ dai, độ đàn hồi, độ cô kết (Trần Thị Luyến và *ctv.*, 2010).

Bên cạnh việc lựa chọn loại và độ tươi của nguyên liệu thì việc tác động các yếu tố nhiệt độ và thời gian gia nhiệt sẽ quyết định chất lượng gel của surimi (Choi *et al.*, 2000; Esturk and Park, 2014). Protein cơ tạo độ đàn hồi đã được tìm thấy nhiều trong cơ cá, thành phần chủ yếu là myosin và actin (Yasui *et al.*, 1980). Dưới tác dụng của lực cơ học, nhiệt độ, các protein sẽ phản ứng tạo các mạng lưới gel liên kết lại với nhau. Các liên kết sẽ hình thành trong quá trình tạo gel protein là liên kết ion của muối, liên kết hydro, liên kết kỵ nước và liên kết disulfua, trong đó mỗi loại liên kết lại phụ thuộc vào chế độ xử lý nhiệt khác nhau (Choi *et al.*, 2000). Protein cơ, chủ yếu là myosin và actin liên quan đến quá trình tạo độ dai của gel làm từ thịt cá xay nhuyễn được nghiên cứu từ rất sớm và ứng dụng trong công nghiệp chế biến thủy sản. Một số nghiên cứu về quy trình sản xuất surimi đã được tiến hành như nghiên cứu quy trình công nghệ sản xuất surimi từ cá mè hoa (*Hypophthalmichthys nobilis*) của Nguyễn Anh Tuấn và *ctv.* (2011), nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ trong quá trình ổn định độ dai của sản phẩm từ cá nước ngọt của Nguyen and Dang (2012). Zuraida *et al.* (2018) cũng đã so sánh tính chất gel của surimi từ cá trê phi (*Clarias gariepinus*) được gia nhiệt trực tiếp ở 90°C và gia nhiệt gián tiếp qua 2 bước, bước 1 gia nhiệt ở 35°C và bước 2 tiếp tục nâng nhiệt lên 90°C. Ở Việt Nam, nguyên liệu thường sử dụng để sản xuất surimi là cá mòi, cá nhồng, cá rựa, cá đò cù, là các loại cá biển khai thác (Trần Thị Huyền và Hoàng Ngọc Anh, 2018). Tuy nhiên, nghiên cứu sản xuất surimi từ các loài cá nước ngọt còn rất hạn chế, đặc biệt surimi từ cá tra và cá rô phi mới được nghiên cứu bước đầu. Vì vậy, nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ xử lý nhiệt đến chất lượng gel surimi từ cá tra (*Pagasianodon hypophthalmus*) và cá rô phi (*Oreochromis*

*niloticus*) được thực hiện nhằm đa dạng hóa sản phẩm surimi, tạo sản phẩm surimi có chất lượng tốt, làm chất nền trong sản xuất các sản phẩm có giá trị gia tăng từ cá tra và cá rô phi, góp phần nâng cao giá trị nguồn nguyên liệu cá tra là vấn đề cần quan tâm.

## 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Vật liệu nghiên cứu

Cá tra quá cỡ (1,7 – 2,0 kg/con) và cá rô phi (200-300 g/con) còn sống được mua từ chợ Trần Việt Châu (Thành phố Cần Thơ). Cá tra được cắt tiết, ngâm xả máu, fillet, lạng da, loại mỡ và thịt đỏ. Cá rô phi được tiến hành fillet, loại da, loại mỡ và thịt đỏ. Sau đó cá fillet được cắt nhỏ, nghiền thô 5 giây và cho vào túi PE 150g/túi và bảo quản ở nhiệt độ  $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Một số phụ gia được sử dụng trong quá trình thí nghiệm như muối (NaCl), sorbitol, sucrose được mua từ công ty hóa chất Sương Mai (Thành phố Cần Thơ).

Surimi từ cá tra và cá rô phi được sản xuất theo phương pháp của Zuraida *et al.* (2018) với một vài điều chỉnh cho phù hợp với thí nghiệm. Thịt cá xay (cá tra hoặc cá rô phi) được rửa 3 lần: lần 1 được rửa với nước sạch, lạnh ở nhiệt độ  $1\pm 4^{\circ}\text{C}$ , với tỷ lệ thịt cá xay: nước rửa là 1:3 (W/V) trong thời gian 10 phút. Tiếp theo, thịt cá xay được rửa lần 2 tương tự như lần 1. Rửa 3 tương tự như rửa lần 1, thay nước sạch lạnh bằng dung dịch 0,3% NaCl ở nhiệt độ  $1\pm 4^{\circ}\text{C}$ . Thịt cá xay được lọc qua lớp vải lọc (4 lớp), sau đó ép tách nước với thời gian 30 phút. Sau khi ép tách nước, bổ sung 3% NaCl, 4% sorbitol, 4% sucrose và quết mịn 15 phút, nhiệt độ  $<10^{\circ}\text{C}$ . Surimi được bảo quản ở nhiệt độ  $-20\pm 2^{\circ}\text{C}$  đến khi tiến hành thí nghiệm.

### 2.2 Phương pháp bố trí thí nghiệm

2.2.1 *Thí nghiệm 1: Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt trực tiếp ở 90°C đến chất lượng gel surimi từ cá tra và cá rô phi*

**Bố trí thí nghiệm:** Surimi từ cá tra hoặc cá rô phi đông lạnh được chuẩn bị như mục 2.1. Surimi được rã đông qua đêm ở nhiệt độ  $0\pm 4^{\circ}\text{C}$ . Thí nghiệm được tiến hành với 1 nhân tố (thời gian gia nhiệt), 4 nghiệm thức và 3 lần lặp lại. Khối lượng mỗi mẫu là 150 g surimi từ cá tra hoặc cá rô phi. Surimi được định hình trong túi PE với đường kính 20 mm, chiều dài 170 mm và được gia nhiệt trực tiếp ở 90°C với thời gian 10, 20, 30 và 40 phút. Sau khi gia nhiệt xong surimi được đo cấu trúc (độ cứng, độ dai, độ đàn hồi, độ cô kết và độ bền gel), phân tích khả năng giữ nước và độ ẩm để chọn thời gian gia nhiệt thích hợp cho từng loại nguyên liệu và so sánh chất lượng gel surimi từ cá tra và cá rô phi.

2.2.2 *Thí nghiệm 2: Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt 2 giai đoạn đến chất lượng gel surimi từ cá tra và cá rô phi*

a. *Thí nghiệm 2a: Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt ở 40°C trong giai đoạn 1 (phương pháp gia nhiệt 2 giai đoạn) đến chất lượng gel surimi từ cá tra và cá rô phi*

**Bố trí thí nghiệm:** Surimi cá tra và cá rô phi được chuẩn bị như mục 2.1 được rã đông qua đêm trong tủ lạnh ở nhiệt độ 0±4°C. Thí nghiệm được thực hiện với 3 lần lặp lại, 150 g surimi cá tra hoặc cá rô phi được định hình trong túi PE với đường kính 20 mm, chiều dài 170 mm và được gia nhiệt trực tiếp ở 40°C trong giai đoạn 1 (phương pháp gia nhiệt 2 giai đoạn) với thời gian 10, 20, 30 và 40 phút. Sau khi gia nhiệt surimi được đo cấu trúc (độ cứng, độ dai, độ đàn hồi, độ cô kết và độ bền gel), phân tích khả năng giữ nước và độ ẩm để chọn thời gian gia nhiệt trực tiếp ở 40°C trong giai đoạn 1 (phương pháp gia nhiệt 2 giai đoạn) thích hợp cho từng loại nguyên liệu.

b. *Thí nghiệm 2b: Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt ở 90°C trong giai đoạn 2 (phương pháp gia nhiệt 2 giai đoạn) đến chất lượng gel surimi từ cá tra và cá rô phi*

**Bố trí thí nghiệm:** Sau khi có kết quả thí nghiệm 2a, tiến hành thí nghiệm 2b. Thí nghiệm được thực hiện với 3 lần lặp lại, 150 g surimi cá tra hoặc cá rô phi được định hình trong túi PE với đường kính 20 mm, chiều dài 170 mm và được gia nhiệt trực tiếp ở 40°C trong giai đoạn 1 (với thời gian chọn tối ưu từ thí nghiệm 2a), tiếp tục nâng nhiệt lên nhiệt độ 90°C với thời gian lần lượt là 10, 20, 30 và 40 phút. Sau khi gia nhiệt surimi được đo cấu trúc (độ cứng, độ dai, độ đàn hồi, độ cô kết và độ bền gel), phân tích khả năng giữ nước và độ ẩm để chọn thời gian gia nhiệt ở 90°C trong giai đoạn 2 (phương pháp gia nhiệt 2 giai đoạn) thích hợp cho từng loại nguyên liệu.

So sánh so sánh chất lượng gel surimi từ cá tra và cá rô phi về các chỉ tiêu cấu trúc (độ cứng, độ đàn hồi, độ dai, độ cô kết và độ bền gel), khả năng giữ nước và độ ẩm của surimi được gia nhiệt trực tiếp ở 90°C (kết quả thí nghiệm 1) và surimi được gia nhiệt 2 giai đoạn: giai đoạn 1 gia nhiệt ở 40°C, sau đó nâng nhiệt lên 90°C trong giai đoạn 2 (kết quả thí nghiệm 2b).

### 2.3 Phương pháp phân tích

Khả năng giữ nước (water holding capacity - WHC) được xác định bằng phương pháp ly tâm theo Shimazamaninejad *et al.* (2013). 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, 1.700 vòng/ phút. Khối lượng nước mất đi trong quá trình ly tâm phản ánh khả năng giữ nước của sản phẩm. Mỗi mẫu lặp lại ít nhất 3 lần.

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

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

Cấu trúc (độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết và độ dai) của surimi được xác định từ các 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 viên với đường kính 20 mm và chiều cao 25 mm, làm lạnh bằng nước đá trong 30 phút. Tiến hành đo cấu trúc bằng máy đo cấu trúc Texture Analyser (TA - XT2i), dựa trên việc tác động lực nén (sử dụng đầu đo P/75), độ biến dạng 50% so với chiều cao ban đầu của viên. Mỗi viên nén 2 lần, thời gian giữa 2 lần nén là 5 giây, nén với tốc độ không đổi 60 mm/phút. Kết quả thu được là trung bình cộng của 3 lần đo đặc (3 viên) cho mỗi nghiệm thức. Từ các đường cong TPA của phép đo cấu trúc, các chỉ tiêu độ cứng, độ đàn hồi và độ dai của surimi được xác định như sau: Độ cứng (g) là lực lớn nhất của chu kỳ nén đầu tiên để làm cho mẫu bị biến dạng 50%. 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. Độ cô kết (không có đơn vị) là thuộc tính cơ học 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/điện tích nén lần 1. Độ dai (g) là mức độ mẫu bị biến dạng, không bị phá vỡ, được tính là tích số của độ cứng, độ cô kết và độ đàn hồi.

Độ bền gel (g.cm) của surimi được đo bằng máy đo cấu trúc Texture Analyser (TA - XT2i) theo phương pháp của Hosseini-Shekarabi *et al.*, 2015. với đầu đo P/5S, tốc độ di chuyển đầu đo là 60 mm/phút, đo xuống 15 mm so với chiều cao mẫu. Mẫu surimi được định hình thành viên hình trụ tròn với đường kính 20 mm và chiều cao 25 mm, làm lạnh bằng nước đá trong 30 phút. Mỗi mẫu được lặp lại ít nhất 3 lần.

### 2.4 Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu thu thập được tính trung bình, độ lệch chuẩn sử dụng chương trình Microsoft Excel 2010. Sự khác biệt của các nhân tố giữa các nghiệm thức được phân tích bằng ANOVA một nhân tố với mức

ý nghĩa 95% và phép thử Duncan ( $p < 0,05$ ) và T-Test bằng chương trình SPSS 18.0.

### 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 cá tra và cá rô phi

Quá trình gia nhiệt có thể dẫn đến ảnh hưởng đến cấu trúc và khả năng giữ nước của sản phẩm do sự

thay đổi cấu trúc protein, sự thay đổi thành phần protein hòa tan và protein tơ cơ có trong sản phẩm (Murphy and Marks, 2000). Kết quả độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết, độ dai của gel surimi từ cá tra và cá rô phi theo thời gian gia nhiệt trực tiếp ở 90°C được thể hiện ở Bảng 1.

**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 surimi từ cá tra và cá rô phi**

Loại surimi	Thời gian (phút)	Độ cứng (g)	Độ đàn hồi	Độ cô kết	Độ dai (g)
Surimi cá tra	10	4732±117 <sup>ab</sup>	0,87±0,01 <sup>a</sup>	0,79±0,07 <sup>a</sup>	2418±188 <sup>b</sup>
	<b>20</b>	<b>5268±118<sup>a</sup></b>	<b>0,87±0,04<sup>a</sup></b>	<b>0,77±0,08<sup>a</sup></b>	<b>3293±156<sup>a</sup></b>
	30	4402±141 <sup>b</sup>	0,85±0,03 <sup>a</sup>	0,75±0,05 <sup>a</sup>	2623±69,8 <sup>b</sup>
	40	3655±167 <sup>c</sup>	0,87±0,01 <sup>a</sup>	0,81±0,04 <sup>a</sup>	2558±68,8 <sup>b</sup>
Surimi cá rô phi	10	3816±113 <sup>c</sup>	0,89±0,10 <sup>a</sup>	0,75±0,01 <sup>a</sup>	2773±110 <sup>a</sup>
	20	4140±172 <sup>b</sup>	0,88±0,17 <sup>a</sup>	0,75±0,02 <sup>a</sup>	2836±177 <sup>a</sup>
	30	3757±150 <sup>c</sup>	0,87±0,15 <sup>a</sup>	0,72±0,01 <sup>a</sup>	2500±105 <sup>b</sup>
	<b>40</b>	<b>4518±171<sup>a</sup></b>	<b>0,87±0,10<sup>a</sup></b>	<b>0,76±0,02<sup>a</sup></b>	<b>2768±154<sup>a</sup></b>

Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau giống nhau thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% (\*). Số liệu được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, n=3

Bảng 1 cho thấy đối với surimi cá tra, khi thời gian gia nhiệt trực tiếp ở 90°C tăng từ 10 đến 20 phút thì độ cứng và độ dai tăng tương ứng từ 4.732 g và 2.418 g lên 5.268 g và 3.293 g, tuy nhiên thời gian gia nhiệt tăng đến 40 phút thì độ cứng và độ dai lại giảm. Đối với surimi cá rô phi, khi gia nhiệt trực tiếp ở 90°C khi tăng thời gian từ 10 phút đến 40 phút thì độ cứng tăng và đạt giá trị cao nhất là 4.518 g và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các mẫu còn lại ( $p < 0,05$ ), độ dai đạt giá trị cao nhất là 2.768 g khi gia nhiệt 40 phút, khác biệt có ý nghĩa thống kê với nghiệm thức gia nhiệt 30 phút và khác biệt không có ý nghĩa thống kê với hai nghiệm thức còn lại. Các giá trị độ đàn hồi và độ cô kết khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p \geq 0,05$ ) khi thời gian gia nhiệt tăng từ 10 đến 40 phút ở cả hai loại surimi từ cá tra và cá rô phi. Vì độ đàn hồi (0,85 - 0,89) và độ cô kết (0,72 - 0,81) của surimi từ cá tra và cá rô phi 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 and Barbosa-Cánovas, 2004). Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Hosseini-Shekarabi *et al.* (2015), giá trị độ cô kết

của surimi cá lù từ 0,7 đến 0,8 khi gia nhiệt trực tiếp ở 90°C và gia nhiệt qua 2 bước (bước 1 ở 40°C và bước 2 tiếp tục nâng nhiệt lên 90°C) và không khác biệt về độ cô kết giữa hai phương pháp gia nhiệt này. Tuy nhiên, giá trị độ cô kết của surimi cá lù từ khi gia nhiệt trực tiếp ở 90°C và gia nhiệt qua 2 bước cao hơn surimi khi gia nhiệt ở 60°C. Điều này được giải thích là do ở 60°C xảy ra hiện tượng modori dưới hoạt động của enzyme protease. Kết quả cho thấy thời gian gia nhiệt ở 90°C có thể ít ảnh hưởng, tuy nhiên nhiệt độ gia nhiệt khác nhau thì có thể ảnh hưởng lớn lên độ đàn hồi và độ cô kết của surimi (Alvarez *et al.*, 1999). Độ cứng, độ dai, độ cô kết của surimi từ cá tra đạt giá trị cao nhất (5.268 g, 3.293 g và 0,77) và cá rô phi (4.518 g, 2.768 g và 0,76) cao hơn surimi từ cá rô phi được gia nhiệt trực tiếp ở 90°C trong 20 phút với độ cứng, độ dai và độ cô kết lần lượt là 426 g; 1281,95 g và 0,39 (Zuraida *et al.*, 2018). Nguyên nhân dẫn đến sự khác nhau về cấu trúc có thể là do sự khác nhau về loại và độ tươi của nguyên liệu, pH, cường độ ion và các thông số của quá trình sản xuất surimi (Niwa, 1992).

Kết quả độ bền gel và khả năng giữ nước của gel surimi từ cá tra và cá rô phi theo thời gian gia nhiệt trực tiếp ở 90°C được thể hiện ở Bảng 2.

**Bảng 2:** Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt trực tiếp ở 90°C đến độ bền gel và khả năng giữ nước của surimi cá tra và cá rô phi

Loại surimi	Thời gian (phút)	Độ bền gel (g.cm)	WHC (%)
Surimi cá tra	10	569±7,4 <sup>b</sup>	93,5±0,32 <sup>b</sup>
	<b>20</b>	<b>618±32<sup>a</sup></b>	<b>95,3±0,48<sup>a</sup></b>
	30	546±14 <sup>b</sup>	94,1±0,65 <sup>b</sup>
	40	539±8,8 <sup>b</sup>	93,7±0,39 <sup>b</sup>
Surimi cá rô phi	10	702±20 <sup>b</sup>	88,6±0,54 <sup>b</sup>
	20	683±15 <sup>b</sup>	89,5±0,76 <sup>b</sup>
	<b>30</b>	<b>804±43<sup>a</sup></b>	<b>89,1±0,91<sup>b</sup></b>
	<b>40</b>	<b>827±63<sup>a</sup></b>	<b>91,8±0,65<sup>a</sup></b>

Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau giống nhau thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% (\*). Số liệu được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, n=3

Bảng 2 cho thấy đối với surimi cá tra, khi thời gian gia nhiệt trực tiếp ở 90°C tăng từ 10 lên 20 phút thì độ bền gel và WHC tăng từ 569 g.cm và 93,5% lên 618 g.cm và 95,3%, tuy nhiên độ bền gel và WHC giảm khi thời gian gia nhiệt tăng đến 40 phút. Đối với surimi cá rô phi, khi tăng thời gian gia nhiệt từ 10 lên 40 phút thì độ bền gel và WHC tăng và đạt giá trị cao nhất lần lượt là 827 g.cm và 91,8%. Độ bền gel của surimi từ cá tra và cá rô phi đạt giá trị cao nhất tương ứng lần lượt là 618 g.cm và 827 g.cm, cao hơn độ bền gel của surimi cá rô phi được gia nhiệt trực tiếp ở 90°C trong 20 phút với độ bền gel là 447,98 g.cm (Zuraida et al., 2018).

Khi kéo dài thời gian gia nhiệt ở 90°C đến 40 phút thì độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết, độ dai của gel surimi cá rô phi đạt giá trị cao nhất. Nguyên nhân là do myosin là thành phần chủ yếu trong protein sợi cơ, là thành phần chính ảnh hưởng đến khả năng tạo gel, quá trình gia nhiệt giúp protein mở xoắn và sau đó polyme hóa làm cho chuỗi myosin sẽ liên kết lại với nhau làm bền mạng lưới

**Bảng 3:** Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt ở 40°C trong giai đoạn 1 đến độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết, độ dai của gel surimi từ cá tra và cá rô phi

Loại surimi	Thời gian (phút)	Độ cứng (g)	Độ đàn hồi	Độ cô kết	Độ dai (g)
Surimi cá tra	20	1584±51,0 <sup>c</sup>	0,60±0,02 <sup>b</sup>	0,58±0,01 <sup>c</sup>	541±30,6 <sup>c</sup>
	30	2193±100 <sup>b</sup>	0,65±0,03 <sup>a</sup>	0,61±0,01 <sup>b</sup>	899±15,1 <sup>bc</sup>
	40	2195±99,7 <sup>b</sup>	0,66±0,01 <sup>a</sup>	0,60±0,02 <sup>b</sup>	889±60,0 <sup>b</sup>
	<b>50</b>	<b>2678±13,2<sup>a</sup></b>	<b>0,67±0,01<sup>a</sup></b>	<b>0,65±0,09<sup>a</sup></b>	<b>1203±69,3<sup>a</sup></b>
Surimi cá rô phi	20	1524±98,1 <sup>b</sup>	0,69±0,02 <sup>a</sup>	0,68±0,03 <sup>a</sup>	683±72,1 <sup>b</sup>
	<b>30</b>	<b>1748±152<sup>a</sup></b>	<b>0,67±0,03<sup>a</sup></b>	<b>0,68±0,02<sup>a</sup></b>	<b>789±47,4<sup>ab</sup></b>
	40	1806±67,6 <sup>a</sup>	0,67±0,02 <sup>a</sup>	0,68±0,02 <sup>a</sup>	939±70,1 <sup>a</sup>
	50	1745±137 <sup>a</sup>	0,73±0,05 <sup>a</sup>	0,71±0,01 <sup>a</sup>	876±57,2 <sup>a</sup>

Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau giống nhau thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% (\*). Số liệu được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, n=3

gel, do đó kéo dài thời gian gia nhiệt ở 90°C giúp tăng cấu trúc và khả năng giữ nước của surimi (Park and Lin, 2005).

Tuy nhiên, đối với surimi từ cá tra thì độ cứng, độ dai, độ bền gel và khả năng giữ nước đạt giá trị cao nhất khi gia nhiệt ở 90°C trong 20 phút và giảm khi kéo dài thời gian gia nhiệt đến 40 phút. Nguyên nhân có thể là do hàm lượng collagen trong surimi cá tra khác với surimi cá rô phi, khi kéo dài thời gian gia nhiệt có thể làm cho collagen biến đổi thành gelatin do đó làm mềm mô liên kết vì vậy cấu trúc và khả năng giữ nước giảm (Fellow, 2002).

Surimi cá tra khi gia nhiệt ở 90°C trong thời gian 20 phút có độ cứng, độ dai và WHC lần lượt là 5.268 g, 3.293 g, và 95,3% cao hơn surimi cá rô phi khi gia nhiệt ở 90°C trong thời gian 40 phút với độ cứng, độ dai và WHC lần lượt là 4.518 g, 2.768 g, và 91,8%. Tuy nhiên, độ bền gel của surimi cá rô phi 827 g.cm cao hơn độ bền gel của surimi cá tra 618 g.cm. Surimi cá tra khi gia nhiệt ở 90°C trong thời gian 20 phút có độ cứng, độ bền gel và WHC cao nhất nên chọn là thời gian gia nhiệt thích hợp nhất. Surimi cá rô phi khi gia nhiệt ở 90°C trong thời gian 40 phút có độ bền gel và khả năng giữ nước cao nhất nên chọn là thời gian gia nhiệt thích hợp nhất.

**3.2 Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt 2 giai đoạn đến chất lượng gel surimi từ cá tra và cá rô phi**

*3.2.1 Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt ở 40°C trong giai đoạn 1 (phương pháp gia nhiệt 2 giai đoạn) đến chất lượng gel surimi từ cá tra và cá rô phi*

Kết quả độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết, độ dai của gel surimi từ cá tra và cá rô phi theo thời gian gia nhiệt ở 40°C trong giai đoạn 1 (phương pháp gia nhiệt 2 giai đoạn) được thể hiện qua Bảng 3.

Bảng 3 cho thấy đối với surimi cá tra, khi thời gian gia nhiệt ở 40°C trong giai đoạn 1 tăng từ 20 đến 50 phút thì độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết và độ dai đều tăng và đạt giá trị cao nhất tương ứng 2.678 g; 0,67; 0,65 và 1.203 g, và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các mẫu còn lại ( $p < 0,05$ ). Đối với surimi cá rô phi, khi tăng thời gian gia nhiệt từ 20 phút lên 30 phút thì độ cứng và độ dai tăng, đạt giá trị cao nhất lần lượt là 1.748 g và 789 g, tuy nhiên

độ cứng và độ dai khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p \geq 0,05$ ) khi tiếp tục tăng thời gian gia nhiệt đến 50 phút. Độ đàn hồi và độ cô kết khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p \geq 0,05$ ) khi thời gian gia nhiệt tăng đến 50 phút.

Kết quả độ bền gel và khả năng giữ nước của gel surimi từ cá tra và cá rô phi theo thời gian gia nhiệt ở 40°C trong giai đoạn 1 (phương pháp gia nhiệt 2 giai đoạn) được thể hiện qua Bảng 4.

**Bảng 4: Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt ở 40°C trong giai đoạn 1 đến độ bền gel và khả năng giữ nước của gel surimi từ cá tra và cá rô phi**

Loại surimi	Thời gian (phút)	Độ bền gel (g.cm)	WHC (%)
Surimi cá tra	20	244±35 <sup>b</sup>	90,4±0,49 <sup>b</sup>
	30	288±28 <sup>ab</sup>	89,4±0,53 <sup>c</sup>
	40	282±60 <sup>ab</sup>	89,5±0,47 <sup>c</sup>
	<b>50</b>	<b>309±12<sup>a</sup></b>	<b>91,3±0,51<sup>a</sup></b>
Surimi cá rô phi	20	248±22 <sup>b</sup>	92,7±0,22 <sup>a</sup>
	<b>30</b>	<b>313±39<sup>ab</sup></b>	<b>91,6±0,99<sup>a</sup></b>
	40	353±35 <sup>a</sup>	90,1±0,16 <sup>b</sup>
	50	362±32 <sup>a</sup>	91,9±0,93 <sup>a</sup>

Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau giống nhau thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% (\*). Số liệu được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, n=3

Bảng 4 cho thấy đối với surimi cá tra, khi thời gian gia nhiệt ở 40°C tăng từ 20 đến 50 phút độ bền gel và khả năng giữ nước tăng và đạt giá trị cao nhất lần lượt là 309 g.cm và 91,3% tại thời gian gia nhiệt 50 phút. Đối với surimi cá rô phi, khi tăng thời gian gia nhiệt từ 20 phút lên 30 phút độ bền gel tăng và đạt giá trị cao nhất là 313 g.cm tại thời gian gia nhiệt 30 phút và giá trị độ bền gel không khác biệt khi thời gian gia nhiệt tăng từ 30 phút đến 50 phút. WHC đạt giá trị cao nhất là 92,7% tại thời gian gia nhiệt 20 phút, không khác biệt với nghiệm thức gia nhiệt 20 và 50 phút và khác biệt với nghiệm thức 40 phút.

Khi kéo dài thời gian gia nhiệt ở 40°C thì độ cứng, độ dai, độ bền gel và WHC của cả hai loại surimi từ cá tra và surimi từ cá rô phi đều tăng. Nguyên nhân là do protein cơ được tìm thấy nhiều trong cơ thịt cá, chủ yếu là các myosin và actin (Yasui *et al.*, 1980). Dưới tác dụng của nhiệt độ từ 0 ÷ 40°C, enzyme transglutaminase (TGase) sẽ đóng góp trong việc xúc tác cho quá trình polymer hóa của myosin (Seki *et al.*, 1990). Vì vậy, kéo dài thời gian gia nhiệt các myosin sẽ tiếp tục liên kết với nhau làm bền mạng lưới gel, vì vậy cải thiện cấu trúc gel và khả năng giữ nước của surimi (Yasui *et al.*, 1980). Tuy nhiên, đối với surimi cá rô phi thì độ cứng, độ dai và độ bền gel đạt giá trị cao nhất ở 30 phút và không thay đổi khi kéo dài thời gian gia nhiệt đến 50 phút.

Đối với surimi cá tra khi gia nhiệt ở 40°C trong thời gian 50 phút có độ cứng, độ dai, độ bền gel và WHC cao nhất lần lượt là 2.678 g, 1.203 g, 309 g.cm và 91,3% cao hơn surimi cá rô phi khi gia nhiệt ở 40°C trong thời gian 30 phút với độ cứng, độ dai, độ bền gel và WHC cao nhất lần lượt là 1.748 g, 789 g, 313 g.cm và 91,6%.

Đối với surimi cá tra khi gia nhiệt ở 40°C trong thời gian 50 phút có độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết, độ dai, độ bền gel và WHC cao nhất nên chọn là thời gian gia nhiệt thích hợp nhất để tiến hành thí nghiệm nâng nhiệt surimi lên 90°C. Đối với surimi cá rô phi khi gia nhiệt ở 40°C trong thời gian 30 phút có độ bền gel cao và không khác biệt với nghiệm thức có độ bền gel cao nhất (gia nhiệt 50 phút); WHC cao và không khác biệt với nghiệm thức có WHC cao nhất (gia nhiệt 20 phút), đồng thời surimi cá rô phi khi gia nhiệt ở 40°C trong thời gian 30 phút có độ cứng và độ dai cao nhất nên chọn là thời gian gia nhiệt thích hợp nhất để tiến hành thí nghiệm nâng nhiệt surimi lên 90°C.

**3.2.2 Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt ở 90°C trong giai đoạn 2 (phương pháp gia nhiệt 2 giai đoạn) đến chất lượng gel surimi từ cá tra và cá rô phi**

Kết quả độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết, độ dai của gel surimi từ cá tra và cá rô phi theo thời gian gia nhiệt ở 90°C trong giai đoạn 2 (phương pháp gia nhiệt 2 giai đoạn) được thể hiện qua Bảng 5.

**Bảng 5:** Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt ở 90°C trong giai đoạn 2 (phương pháp gia nhiệt 2 giai đoạn) đến độ cứng, độ đàn hồi, độ cô kết, độ dai của surimi từ cá tra và cá rô phi

Loại surimi	Thời gian (phút)	Độ cứng (g)	Độ đàn hồi	Độ cô kết	Độ dai (g)
Surimi cá tra	10	6448±98,9 <sup>bc</sup>	0,86±0,01 <sup>a</sup>	0,78±0,02 <sup>a</sup>	4336±47,6 <sup>b</sup>
	<b>20</b>	<b>6750±134<sup>a</sup></b>	<b>0,86±0,01<sup>a</sup></b>	<b>0,78±0,04<sup>a</sup></b>	<b>4621±55,8<sup>a</sup></b>
	30	6491±99,1 <sup>b</sup>	0,86±0,01 <sup>a</sup>	0,73±0,02 <sup>a</sup>	4024±10,4 <sup>c</sup>
	40	6401±509 <sup>c</sup>	0,86±0,01 <sup>a</sup>	0,73±0,02 <sup>a</sup>	3873±40,3 <sup>c</sup>
Surimi cá rô phi	10	6198±206 <sup>b</sup>	0,84±0,02 <sup>a</sup>	0,83±0,02 <sup>a</sup>	4428±236 <sup>b</sup>
	20	7310±267 <sup>a</sup>	0,84±0,01 <sup>a</sup>	0,81±0,01 <sup>a</sup>	4985±127 <sup>a</sup>
	<b>30</b>	<b>6989±376<sup>a</sup></b>	<b>0,86±0,02<sup>a</sup></b>	<b>0,81±0,04<sup>a</sup></b>	<b>4955±175<sup>a</sup></b>
	40	6777±330 <sup>a</sup>	0,86±0,01 <sup>a</sup>	0,81±0,01 <sup>a</sup>	4776±87,1 <sup>ab</sup>

Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau giống nhau thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% (\*). Số liệu được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, n=3

Bảng 5 cho thấy đối với surimi cá tra, sau khi surimi gia nhiệt ở 40°C trong 50 phút, tiếp tục nâng nhiệt lên 90°C thì độ cứng và độ dai tăng và đạt giá trị cao nhất lần lượt là 6.750 g và 4.621 g khi tăng thời gian gia nhiệt ở 90°C từ 10 lên 20 phút, tuy nhiên độ cứng và độ dai lại giảm khi thời gian gia nhiệt tăng đến 40 phút. Đối với surimi cá rô phi, sau khi surimi gia nhiệt ở 40°C trong 40 phút, tiếp tục nâng nhiệt lên 90°C khi tăng thời gian gia nhiệt từ 10 phút lên 20 phút độ cứng và độ dai tăng tương ứng từ 6.198 g và 4.428 g lên 7.310 g và 4.985 g, tuy nhiên khi tăng thời gian gia nhiệt đến 40 phút thì độ cứng và độ dai khác biệt không có ý nghĩa thống

kê ( $p \geq 0,05$ ). Độ đàn hồi và độ cô kết khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p \geq 0,05$ ) khi thời gian gia nhiệt tăng từ 10 đến 40 phút ở cả hai loại surimi. Độ cứng của surimi từ cá tra và cá rô phi đạt giá trị cao nhất tương ứng lần lượt là 6.750 g và 6.989 g, cao hơn độ cứng của surimi cá lù đù được gia nhiệt ở 40°C trong 30 phút, sau đó nâng nhiệt lên 90°C trong 20 phút có độ cứng là 3.800 g (Hosseini-Shekarabi *et al.*, 2015).

Kết quả độ bền gel và WHC của gel surimi từ cá tra và cá rô phi theo thời gian gia nhiệt ở 90°C trong giai đoạn 2 (phương pháp gia nhiệt 2 giai đoạn) được thể hiện qua Bảng 6.

**Bảng 6:** Ảnh hưởng của thời gian gia nhiệt ở 90°C trong quá trình gia nhiệt 2 giai đoạn đến độ bền gel và khả năng giữ nước

Loại surimi	Thời gian (phút)	Độ bền gel (g.cm)	WHC (%)
Surimi cá tra	10	1048±81 <sup>a</sup>	99,1±0,48 <sup>a</sup>
	<b>20</b>	<b>1025±7,1<sup>ab</sup></b>	<b>99,3±0,13<sup>a</sup></b>
	30	885±39 <sup>bc</sup>	99,4±0,07 <sup>a</sup>
	40	831±95 <sup>c</sup>	99,3±0,26 <sup>a</sup>
Surimi cá rô phi	10	907±29 <sup>b</sup>	99,1±0,09 <sup>a</sup>
	20	1055±46 <sup>a</sup>	97,2±0,20 <sup>b</sup>
	<b>30</b>	<b>1018±75<sup>ab</sup></b>	<b>99,1±0,85<sup>a</sup></b>
	40	1075±56 <sup>a</sup>	99,1±0,73 <sup>a</sup>

Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau giống nhau thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% (\*). Số liệu được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, n=3

Bảng 6 cho thấy đối với surimi cá tra, sau khi surimi gia nhiệt ở 40°C trong 50 phút, tiếp tục nâng nhiệt lên 90°C thì độ bền gel đạt giá trị cao nhất 1.048 g.cm khi gia nhiệt ở 10 phút và khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p \geq 0,05$ ) với nghiệm thức gia nhiệt ở 20 phút. Tuy nhiên độ bền gel giảm dần khi thời gian gia nhiệt tăng đến 40 phút. Khả năng giữ nước khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p \geq 0,05$ ) khi thời gian gia nhiệt tăng từ 10 đến 40 phút. Đối với surimi cá rô phi, sau khi surimi gia nhiệt ở 40°C trong 40 phút, tiếp tục nâng nhiệt lên

90°C, khi tăng thời gian gia nhiệt từ 10 lên 30 phút thì độ bền gel và WHC tăng và đạt giá trị cao nhất lần lượt là 1018 g.cm và 99,1%, và khác biệt không có ý nghĩa thống kê với nghiệm thức có thời gian gia nhiệt là 40 phút. Giá trị WHC liên quan đến số lượng liên kết protein-protein trong surimi. Khi số lượng liên kết protein-protein cao thì WHC cao và độ bền gel của surimi cũng cao (Niwa, 1992). Độ bền gel của surimi từ cá tra và cá rô phi đạt giá trị cao nhất tương ứng lần lượt là 1.025 g.cm và 1.018 g.cm, cao hơn độ bền gel của surimi cá lù đù được gia nhiệt ở

40°C trong 30 phút, sau đó nâng nhiệt lên 90°C trong 20 phút có độ bền gel là 623,20 g.cm (Hosseini-hekarabi *et al.*, 2015) và cao hơn độ bền gel surimi cá trê phi được gia nhiệt ở 35°C trong 20 phút, sau đó nâng nhiệt lên 90°C trong 20 phút có độ bền gel là 591,19 g.cm (Zuraida *et al.*, 2018).

Đối với surimi cá rô phi, tăng thời gian gia nhiệt từ 10 lên 30 phút ở nhiệt độ cao 90°C thì độ cứng, độ dai và độ bền gel tăng, đạt giá trị cao nhất ở 30 phút và duy trì không đổi khi tăng thời gian gia nhiệt lên 40 phút. Nguyên nhân là do mạng lưới gel được hình thành khi xử lý nhiệt surimi ở 40°C, tiếp tục xử lý ở nhiệt độ cao dẫn đến sự hội tụ protein nhờ quá trình mở xoắn của các protein để thiết lập cầu nối hydro (Lanier, 1992), cầu nối giữa các phân tử có nhóm kỵ nước (Sano *et al.*, 1988), cầu nối dysulphide (Hossain *et al.*, 2001; Sano *et al.*, 1988) hay cầu nối cộng hóa trị (Wan *et al.*, 1994) tạo nên sự đa dạng trong quá trình tạo mạng lưới. Dưới tác dụng của nhiệt độ, các protein sẽ phân ứng tạo các mạng lưới gel liên kết lại với nhau (Yasui *et al.*, 1980). Từ đó, khối cộng hợp khổng lồ được hình thành để tăng độ dẻo dai tốt cho gel (Chan *et al.*, 1992), quá trình này sẽ giúp tăng độ cứng, độ dai và độ bền gel của surimi (Hosseini-Shekarabi *et al.*, 2015). Tuy nhiên, đối với surimi cá tra thì độ cứng, độ dai, độ bền gel đạt giá trị cao nhất khi thời gian gia nhiệt ở 90°C là 20 phút và giảm dần khi thời gian gia nhiệt tăng đến 40 phút. Nguyên nhân có thể là do hàm lượng collagen trong surimi cá tra khác với surimi cá rô phi, khi kéo dài thời gian gia nhiệt có thể làm cho collagen biến đổi thành gelatin do đó làm mềm mô liên kết vì vậy cấu trúc giảm (Fellow, 2002).

Độ cứng, độ dai và độ bền gel của cả hai loại surimi từ cá tra và surimi từ cá rô phi khi gia nhiệt gián tiếp qua 2 bước (bước 1 gia nhiệt ở 40°C và bước 2 tiếp tục nâng nhiệt ở 90°C) đều cao hơn khi surimi được gia nhiệt trực tiếp ở 90°C. Cụ thể, đối với surimi cá tra, gia nhiệt gián tiếp qua 2 bước: bước 1 gia nhiệt ở 40°C trong 50 phút và bước 2 tiếp tục gia nhiệt ở 90°C trong 20 phút cho surimi có độ cứng (6.750 g), độ dai (4.621 g) và độ bền gel (1.025 g.cm) cao hơn surimi khi gia nhiệt trực tiếp ở 90°C với độ cứng (5.268 g), độ dai (3.293 g) và độ bền gel (618 g.cm). Đối với surimi cá rô phi, gia nhiệt gián tiếp qua 2 bước: bước 1 gia nhiệt ở 40°C trong 30 phút và bước 2 tiếp tục nâng nhiệt ở 90°C trong 30 phút cho surimi có độ cứng (6.989 g), độ dai (4.955 g), độ bền gel (1.018 g.cm) cao hơn surimi khi gia nhiệt trực tiếp ở 90°C với độ cứng (4.518 g), độ dai (2.768 g), độ bền gel (827 g.cm) và khả năng giữ nước (91,8%). Hosseini-Shekarabi

*et al.* (2018) cũng chỉ ra rằng khi surimi được gia nhiệt gián tiếp qua 2 bước: bước 1 ở 40°C rồi tiếp tục bước 2 nâng nhiệt 90°C trong 20 phút cho độ bền gel cao hơn khi gia nhiệt trực tiếp ở 90°C trong 40 phút.

Surimi cá rô phi được gia nhiệt gián tiếp qua 2 bước có độ dai là 4.955 g cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$  trong phép kiểm định T-Test) với surimi cá tra được xử lý nhiệt gián tiếp qua 2 bước với độ dai là 4.621 g. Độ cứng, độ bền gel của surimi cá phi được gia nhiệt gián tiếp qua 2 bước cao hơn, tuy nhiên khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với surimi cá tra.

#### 4 KẾT LUẬN

Cả hai loại surimi từ cá tra và surimi từ cá rô phi khi gia nhiệt gián tiếp qua 2 bước (bước 1 gia nhiệt ở 40°C và bước 2 tiếp tục nâng nhiệt ở 90°C) đều cao hơn khi surimi được gia nhiệt trực tiếp ở 90°C. Surimi cá rô phi được gia nhiệt gián tiếp qua 2 bước có độ dai cao hơn surimi cá tra được xử lý nhiệt gián tiếp qua 2 bước. Độ cứng, độ bền gel của surimi cá phi và surimi cá tra được gia nhiệt gián tiếp qua 2 bước không khác biệt.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Alvarez, C., Couso, I. and Tejada, I., 1999. Thermal gel degradation (Modori) in sardine surimi gels. *Journal of Food Science*. 64(9): 663-637.
- Chan, J. K., Gill, T. A. And Paulson, A. T., 1992. Cross-linking of myosin heavy chains from cod, herring and silver hake during thermal setting. *Journal of Food Science*. 57(4): 906-912.
- Choi, Y. J., Cho, M. S., and Park, J. W., 2000. Effect of hydration time and salt addition on gelation properties of major protein additives. *Journal of Food Science*. 65(8): 1338-1342.
- Esturk, O., and Park, J. W., 2014. Comparative study on degradation, aggregation and rheological properties of actomyosin from cold, temperate and warm water fish species. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 14(1): 67-75.
- Fellow, P., 2002. Food processing technology: Principles and Practice (2<sup>nd</sup> edition), CRC Press.
- Hossain, M. I., Itoh, Y., Morioka, K., and Obatake, A., 2001. Inhibiting effect of polymerization and degradation of myosin heavy chain during preheating at 30°C and 50°C on the gel-forming ability of walleye pollack surimi. *Fisheries Science*. 67(4): 718-725.
- Hosseini-Shekarabi, S. P., Hosseini, S. E., Soltani, M., Kamali, A. and 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.
- Lanier, T. C., 1992. Measurement of surimi composition and functional properties. In: Lanier, T. C. and Lee, C. M. (Eds.). Surimi technology (pp. 123-166). New York: Marcel Dekker, Inc.
- Tabilo-Munizaga, G. and Barbosa-Cánovas, G. V., 2004. Colour 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.
- Murphy, R. Y. and Marks, B. P., 2000. Effect of meat temperature on proteins, texture, and cook loss for ground chicken breast patties. Poultry Science. 79(1): 99-104
- Nguyen, V. M. and Dang, T. T. N., 2012. Apply gel properties of protein in processing fish ball from abundant raw material in Mekong data: Pangas catfish (*Pangasius Hypophthalmus*). Can Tho University. 5: 105-114.
- Nguyễn Anh Tuấn, Nguyễn Xuân Duy, Nguyễn Bảo, Phạm Thị Hiền, Nguyễn Hồng Ngân và Đào Trọng Hiếu, 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.
- Niwa, E. 1992. Chemistry of surimi gelation. In Lanier, T. C. and Lee, C. M. (Eds.). Surimi technology, pp. 389- 427. Marcel Dekker: New York.
- Park, J. W. and Lin, T. 2005. Surimi: manufacturing and evaluation. In Park, J. W. (Eds.). Surimi and Surimi Seafood, pp. 33-106. Marcel Dekker: New York.
- Trần Thị Luyến, Nguyễn Trọng Cần, Đỗ Văn Ninh, Nguyễn Anh Tuấn, Trang Sĩ Trung và Vũ Ngọc Bội, 2010. Khoa học công nghệ surimi và sản phẩm mô phỏng. Nhà xuất bản Nông nghiệp. Tp Hồ Chí Minh, 211 trang.
- Trần Thị Huyền và Hoàng Ngọc Anh, 2018. Ảnh hưởng của nhiệt độ định hình gel đến một số tính chất lý hóa của chả cá làm từ thịt vụn redfish (*Sebastes marinus*) xay. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Tập 54(9B): 34-40.
- Sano, T., Noguchi, F., Tsuchiya, T., Matsumoto, J., 1988. Dynamic viscoelastic behavior of natural actomyosin and myosin during thermal gelation. Journal of Food Science. 53 (3): 924-928.
- Seki, N., Uno, H., Lee, N. H. *et al.*, 1990. Transglutaminase activity in Alaska pollock muscle and surimi and its reaction with myosin B. Nippon Suisan Gakkaishi. 56(1): 125 - 132.
- Shimazamaninejad, Shabanpour, B. and 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.
- Yasui, T., Ishiroshi, M. and Samejima, K., 1980. Heat-induced gelation of myosin in the presence of actin. Journal of Food Biochemistry. 4(2): 61-78.
- Zuraida, I., Raharjo, S. Hastuti, P. and Indrati, R., 2018. Effect of Setting Condition on the Gel Properties of Surimi from Catfish (*Clarias gariepinus*). Journal of Biological Sciences. 18(5): 223-230.
- Wan, J., Kimura, I., Satake, M. and Seki, N., 1994. Effect of calcium ion concentration on the gelling properties and transglutaminase activity of walleye pollock surimi paste. Fisheries Science. 60(1): 107-113.