

DOI:10.22144/ctu.jvn.2018.178

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

Trần Thị Huyền^{1*} và Hoàng Ngọc Anh²

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

²Viện Công nghệ sinh học và Môi trường, Trường Đại học Nha Trang

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Trần Thị Huyền (email: huyentt@ntu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 27/04/2018

Ngày nhận bài sửa: 18/06/2018

Ngày duyệt đăng: 28/12/2018

Title:

Effect of gel forming temperature on physicochemical properties of fish cake prepared from minced redfish (*Sebastes marinus*)

Từ khóa:

Chả cá, định hình gel, tính chất lý hóa

Keywords:

Fish cake, gel forming, physicochemical properties

ABSTRACT

Two conditions of chilled temperature (0-4°C) and room temperature (18-20°C) were studied to form gel of fish cakes prepared from three kinds of minced redfish (fresh mince, one months frozen mince, and six months frozen mince, abbreviated respectively to NLT, BQ1, and BQ6). The results of properties of fish cakes were showed. The gel forming at 18-20°C brought the lowest yield of cooking of fish cake made from frozen minced redfish BQ6. The forming temperature did not significantly affect the whiteness, moisture content and lipid content of fish cake, but made differences in pH and phospholipid content of fish cake from frozen minced redfish BQ1. Although the forming temperatures had indicated no remarkable difference in sensory scores of fish cake elasticity (77-83 points, 68-71 points, and 64-67 points were sensory scores of fish cake from the minced redfish NLT, BQ1, and BQ6, respectively); but the analysis results from rheological equipment showed that forming temperature at 18-20°C brought higher shear force and breaking force values of fish cake from mince NLT than the forming at 0-4°C

TÓM TẮT

Hai chế độ nhiệt độ lạnh (0-4°C) và nhiệt độ phòng (18-20°C) được nghiên cứu định hình gel trong chả cá làm từ 3 loại thịt vụn redfish xay (loại tươi, loại đã bảo quản đông một tháng và loại đã bảo quản đông sáu tháng, ký hiệu lần lượt là NLT, BQ1 và BQ6). Kết quả đánh giá một số tính chất lý hóa của chả cá đã được chỉ ra. Chế độ định hình gel 18-20°C cho sản lượng hấp chín thấp nhất (86,3±1,7%) ở mẫu chả cá làm từ thịt vụn redfish xay BQ6. Nhiệt độ định hình không ảnh hưởng đáng kể tới độ trắng, hàm ẩm và hàm lượng lipid của chả cá, nhưng lại tạo ra sự khác biệt về pH và thành phần phospholipid của sản phẩm chả cá làm từ thịt redfish xay BQ1. Mặc dù điểm cảm quan độ dai của chả cá chưa cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa về ảnh hưởng của hai chế độ nhiệt độ định hình (77-83 điểm, 68-71 điểm, và 64-67 điểm tương ứng với điểm cảm quan độ dai của chả cá từ thịt redfish xay NLT, BQ1 và BQ6); nhưng các giá trị đo cho thấy chế độ nhiệt độ định hình 18-20°C có thể tạo cho chả cá từ nguyên liệu NLT giá trị lực cắt và lực phá vỡ cao hơn so với chế độ nhiệt độ định hình 0-4°C.

Trích dẫn: 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. 54(9B): 34-40.

1 GIỚI THIỆU

Chả cá là sản phẩm truyền thống, phổ biến ở các nước Đông Nam Á. Hàng năm, người dân Thái Lan tiêu thụ khoảng 12.000 tấn chả cá và mức tiêu thụ của 4.000 người dân ở Singapore là 70 tấn chả cá một ngày (Kok and Park, 2007). Ở Việt Nam, công nghiệp sản xuất chả cá và surimi bắt đầu phát triển vài năm trở lại đây, giá trị mang lại từ xuất khẩu chả cá và surimi đi các thị trường khoảng 17-18 triệu USD một tháng, trong đó Hàn Quốc và ASEAN là các thị trường nhập khẩu chính (VASEP, 2017).

Công nghệ sản xuất chả cá gồm các công đoạn chính như xử lý tách thịt cá, xay nhỏ, quét nhuyễn, định hình gel, tạo hình dạng viên hoặc bánh, làm chín và bao gói. Trong đó, công đoạn định hình gel là công đoạn quan trọng quyết định tính chất cấu trúc của chả cá như độ dẻo, độ dai, độ giòn, độ dính, độ xốp (Kok, 2005; Muoi and Nguyen, 2005; 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 định hình gel sẽ quyết định chất lượng của chả cá (Choi *et al.*, 2000; Esturk and Park, 2014). 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 các giá trị nhiệt độ khác nhau (Choi *et al.*, 2000). Nhiệt độ dưới 5°C rất phù hợp cho liên kết hydro trong khi nhiệt độ 20°C lại hỗ trợ tốt cho liên kết disulfua (Choi *et al.*, 2000).

Ở Việt Nam, nguyên liệu thường sử dụng để sản xuất chả cá là cá mòi, cá nhồng, cá rựa, cá đờ củ, là các loại cá biển khai thác. Một xu hướng gần đây là các doanh nghiệp sử dụng các loại thịt cá xay có thể tận thu từ công nghiệp chế biến cá tra và cá rô phi để sản xuất chả cá. Xu hướng này đang khắc phục được tình trạng khan hiếm nguyên liệu hải sản khai thác, chủ động được nguồn nguyên liệu và có thể tiết kiệm được chi phí sản xuất.

Ở Iceland, lượng thịt vụn tận thu từ công nghiệp chế biến redfish không nhỏ hiện đang được xay và bảo quản đông để đem đi sản xuất thức ăn vật nuôi, thú nuôi hoặc tách chiết protein (Innovation Norway, 2014). Câu hỏi đặt ra là ngành công nghiệp sản xuất chả cá ở Việt Nam có thể sử dụng lượng thịt vụn redfish này để sản xuất chả cá xuất khẩu không? Vậy thì việc thử nghiệm sử dụng nguyên liệu đó sẽ cho ra sản phẩm chả cá như thế nào cần được quan tâm trước.

Mục tiêu của nghiên cứu này đánh giá một số tính chất lý hóa của chả cá sản xuất từ thịt vụn redfish xay thu từ công nghiệp chế biến cá ở Iceland, với chế độ nhiệt độ định hình gel khác nhau.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Vật liệu nghiên cứu

Nguyên liệu chính: 3 loại thịt vụn redfish xay được sử dụng để chế biến ra chả cá bao gồm loại tươi (ký hiệu là NLT), loại đã bảo quản đông 1 tháng ở -25°C (ký hiệu là BQ1), và loại đã bảo quản đông 6 tháng ở -25°C (ký hiệu là BQ6). Nguyên liệu tươi được giữ lạnh ở nhiệt độ 5-7°C bằng đá khô trong thùng xốp và chuyển về phòng thí nghiệm trong vòng 3 giờ sau quá trình xay nhỏ tại nhà máy. Nguyên liệu đã bảo quản đông là các block có khối lượng 7,5 kg/block, được vận chuyển lạnh về phòng thí nghiệm. Cả 3 loại nguyên liệu được cung cấp bởi công ty TNHH HB Grandi (Reykjavik, Iceland).

Nguyên liệu phụ gồm hành củ, tiêu trắng, tỏi, muối, bột mì, bột lòng trắng trứng được mua tại chợ địa phương ở Reykjavik, Iceland.

2.2 Chuẩn bị mẫu chả cá cho các phân tích

Nguyên liệu tươi NLT được sử dụng ngay, nguyên liệu đông BQ1 và BQ6 được sử dụng sau khi rã đông qua đêm ở nhiệt độ 0-2°C, để sản xuất ra chả cá theo qui trình truyền thống của Việt Nam có điều chỉnh (Duong Thùy Linh, 2010; Trần Thị Luyến và *ctv.*, 2010). Thịt cá được đưa vào máy xay trục vít để xay nhỏ lại với đường kính mắt sàng là 3 mm. Sau khi khối thịt cá được bổ sung các gia vị và nguyên liệu phụ theo tỷ lệ phần trăm khối lượng (hành 0,5%, tỏi 0,3%, tiêu 0,3%, muối 1%, bột mì 6%, bột lòng trắng trứng 3%), hỗn hợp này được đưa vào máy quét nhuyễn trong 15 phút ở nhiệt độ 12±2°C. Kết thúc quá trình quét nhuyễn, khối chả cá được bao gói bằng túi PA và để định hình gel ở các điều kiện nhiệt độ 0-4°C (trong 22 giờ) và 18-20°C (trong 3 giờ). Lấy khối chả đã định hình gel ra tạo hình thành các miếng chả hình trụ có đường kính 3 cm và khối lượng 35±2 g/miếng, rồi đem đi hấp chín ở 95°C trong 20 phút. Sau khi làm nguội, các miếng chả được bao gói kín, giữ lạnh ở 0-4°C để chuẩn bị cho các phân tích.

2.3 Phương pháp nghiên cứu

2.3.1 Phương pháp phân tích

pH của chả cá được đo bằng pH kế (Knick – Portamess 913, Đức), 5 g chả cá đã xay nhỏ được hòa trộn với 20 ml nước cất và lắc trong 3 phút trước khi đo, kết quả là giá trị trung bình của 2 lần lặp lại.

Độ trắng của chả cá được xác định thông qua công thức chuyển đổi (Lertwittayanon *et al.*, 2013):

$$\text{Độ trắng} = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}}$$

Trong đó, các giá trị L^* , a^* , b^* được xác định bằng máy đo màu Chroma Meter (Model CR-310, Nhật Bản). Kết quả là giá trị trung bình của 5 lần lặp lại.

Tỷ lệ khối lượng sau và trước khi hấp chả cá được tính bằng tỷ lệ khối lượng các miếng chả cá sau khi hấp chín, làm nguội và trước hấp chín. Kết quả là giá trị trung bình của 10 lần lặp lại.

Hàm lượng nước của chả cá được xác định theo ISO 6496:1999. Khoảng 5 g chả cá đã xay nhỏ được cho vào tủ sấy ở nhiệt độ 103°C trong 4 giờ, làm nguội mẫu tới nhiệt độ phòng trong bình hút ẩm trong 45 phút. Kết quả là số gam nước trên 100 g mẫu.

Hàm lượng lipid tổng số được xác định theo phương pháp Bligh and Dyer (1995). Hàm lượng lipid tính bằng số g lipid trên 100 g mẫu.

Hàm lượng phospholipid được xác định từ dịch chiết lipid bằng phương pháp so màu ở bước sóng 488 nm (Stewart, 1980) trên thiết bị UV-1800 Spectrophotometer, Shimadzu, Nhật Bản. Đường chuẩn được chuẩn bị từ phosphatidylcholine trong chloroform (5-50 µg/ml). Kết quả được tính là phần trăm của hàm lượng lipid tổng số.

Độ dai chả cá được đánh giá cảm quan theo phương pháp phân tích mô tả GDA (Meilgaard *et al.*, 2007). Các cảm quan viên đã được tuyển chọn, đào tạo và huấn luyện theo hướng dẫn của ISO 1983. Thang đo độ dai là 100, các cảm quan viên không được biết về tính chất của mẫu như loại nguyên liệu sử dụng, cách xử lý và điều kiện định hình gel. Kết quả là trung bình của 2 lần lặp lại.

Đo cấu trúc chả cá bằng máy TA.XT2 Texture Analyser (Texture Technologies Corp., UK). Đầu đo hình trụ có đường kính 10 mm được sử dụng để đo lực phá vỡ (breaking force), tốc độ 2 m/s. Mẫu chả cá được chuẩn bị có hình trụ đường kính 3 mm, độ dày 10 mm. Mẫu được làm lạnh trước và giữ ở nhiệt độ 5°C±2°C trong quá trình đo. Giá trị lực phá vỡ (breaking force) được xác định tại đỉnh (peak) đầu tiên bắt gặp trên biểu đồ thu được. Kết quả là giá trị trung bình của 5 lần lặp lại.

Dao cắt Warner-Bratzler có kích thước dài 125 mm, rộng 70 mm, độ dày lưỡi 3,21 mm, lõm chữ V ở giữa được sử dụng với tốc độ 1,8 mm/s để đo lực cắt (shear force). Mẫu chả cá được chuẩn bị có hình hộp chữ nhật, kích thước 40x10x10 mm. Mẫu được làm lạnh trước và giữ ở nhiệt độ 5°C±2°C trong quá trình đo. Giá trị lực cắt (shear force) được xác định tại đỉnh (peak) cao nhất (thường là đỉnh thứ 2) trên biểu đồ thu được. Kết quả là giá trị trung bình của 5 lần lặp lại.

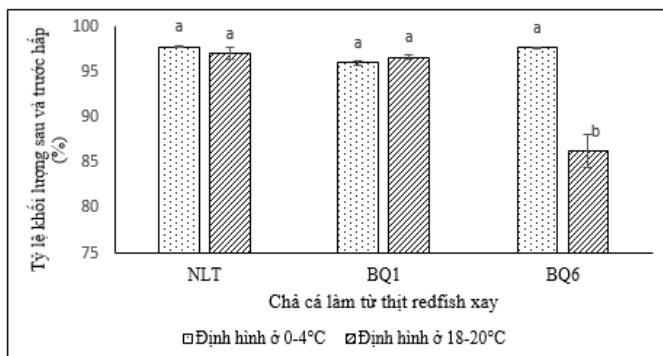
2.3.2 Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu phân tích được xử lý thống kê bằng phần mềm STATISTICA 13, StatSoft, tính toán và vẽ đồ thị bằng Microsoft Office Excel 2013. Phân tích phương sai một yếu tố (break down & one way ANOVA), t-test và so sánh chuẩn Tukey được áp dụng trên giá trị trung bình của mỗi nhóm với mức ý nghĩa p≤0,05.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Ảnh hưởng của nhiệt độ định hình đến tỷ lệ khối lượng sau và trước khi hấp chín của chả cá

Kết quả trong Hình 1 cho thấy, với nhiệt độ định hình gel 0-4°C, tỷ lệ khối lượng sau và trước khi hấp chín của các mẫu chả cá từ ba loại nguyên liệu không có sự khác biệt có ý nghĩa (khoảng 97%), nhưng với nhiệt độ định hình ở 18-20°C lại cho tỷ lệ này của mẫu chả cá làm từ nguyên liệu BQ6 thấp rõ rệt (p<0,05), chỉ có 86,27±1,78%. Kết quả này cho thấy chế độ nhiệt độ định hình gel ở 18-20°C trong 3 giờ là ít phù hợp với loại nguyên liệu đã bảo quản đông dài. Một số nghiên cứu có đề cập đến sự mất nước trong quá trình bảo quản đông là nguyên nhân dẫn đến sự biến tính nhẹ protein nên protein lúc này cần thời gian nhiều hơn để hình thành các liên kết tạo gel như liên kết hydro và liên kết sunfua (Bhattacharya *et al.*, 1988; HassabAlla *et al.*, 2009). Vì vậy, có thể nhiệt độ định hình này cao kết hợp với thời gian chưa đủ dài để các liên kết gel hình thành bền vững.



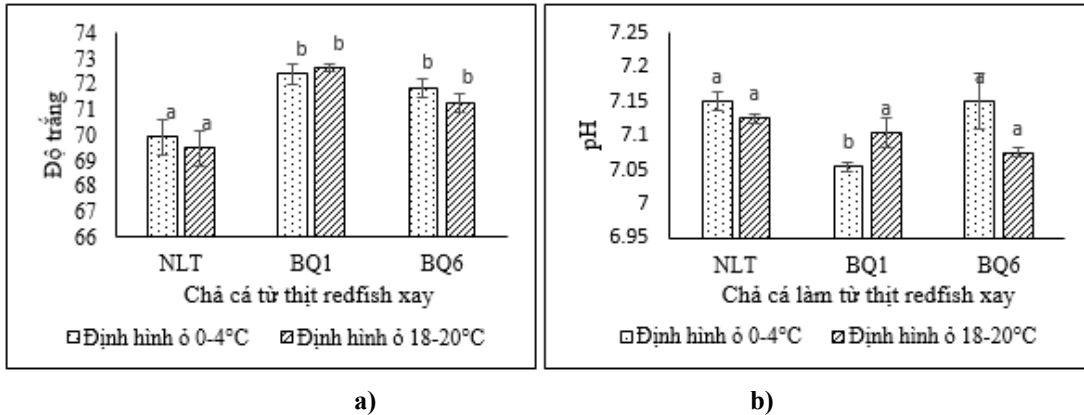
Hình 1: Ảnh hưởng của nhiệt độ định hình đến tỷ lệ khối lượng trước và sau hấp chín chả cá từ 3 loại nguyên liệu

(Các chữ a, b trên mỗi cột chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức p<0,05)

3.2 Ảnh hưởng của nhiệt độ định hình đến độ trắng và pH của chả cá

Nhiệt độ định hình không ảnh hưởng đáng kể tới độ trắng của chả cá làm từ cùng một loại nguyên liệu. Các nhiệt độ định hình được nghiên cứu chưa đủ lớn để thúc đẩy các phản ứng Maillard và caramel nên hầu như độ trắng không khác biệt. Kết quả này tương tự kết quả xác định độ trắng của surimi

(Karami *et al.*, 2013). Kết quả trên Hình 2a cũng chỉ ra độ trắng của chả cá làm từ NLT là thấp nhất, khác biệt với các giá trị độ trắng cao hơn của các mẫu chả cá làm từ BQ1 và BQ6. Trong thời gian bảo quản đông myoglobin có màu đỏ trong thịt cá tươi đã bị oxy hóa thành metmyoglobin có màu nâu (Burgaard, 2010). Vì vậy, khi đo màu, các mẫu chả cá từ nguyên liệu đã bảo quản đông cho giá trị độ sáng L^* cao hơn.



Hình 2: Ảnh hưởng của nhiệt độ định hình đến độ trắng (a) và pH (b) của chả cá từ 3 loại nguyên liệu

(Các chữ a, b trên mỗi cột chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$)

pH của chả cá làm từ NLT và BQ6 không thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa khi thay đổi nhiệt độ định hình gel. Duy chỉ có mẫu chả cá làm từ BQ1 và với chế độ nhiệt độ định hình 0-4°C có giá trị pH thấp hơn mẫu được định hình ở nhiệt độ 18-20°C. Điều này có thể giải thích do hàm lượng phospholipid trong nguyên liệu BQ1 cao nhất so với 2 nguyên liệu còn lại (6,6±0,2% so với 4,9±0,3% và 5,5±0,1%) nên khi định hình ở nhiệt độ thấp và thời gian dài sẽ là cơ hội cho phospholipid tham gia phản ứng thủy phân và oxi hóa mà sản phẩm của phản ứng này có thể xúc tác cho các biến tính protein dẫn tới sinh acid lactic làm giảm pH của sản phẩm (Kok, 2005; Mahdiye, 2016).

3.3 Ảnh hưởng của nhiệt độ định hình đến một số thành phần hóa học của chả cá

Phương pháp xác định hàm lượng nước theo tiêu chuẩn ISO 6496:1999 cho rằng không có sự khác biệt đáng kể nào về hàm lượng nước của sản phẩm chả cá từ 3 loại nguyên liệu thịt vụn redfish khác nhau và với hai chế độ nhiệt độ định hình. Kết quả được chỉ ra trong Bảng 1.

Hàm lượng lipid và phospholipid của chả cá được sản xuất với hai chế độ nhiệt độ định hình khác nhau được thể hiện trong Hình 3a và 3b.

Hàm lượng lipid của chả cá không phụ thuộc vào nhiệt độ định hình gel. Kết quả trên Hình 3a đã thể hiện rất rõ điều này, nhưng hàm lượng lipid của chả

cá từ NLT luôn cho giá trị cao nhất (khoảng 3,5-3,6%). Mẫu chả cá làm từ BQ1 có hàm lượng lipid thấp nhất (khoảng 2,4%). Thành phần lipid này tương ứng với thành phần lipid của nguyên liệu thịt vụn redfish xay. Nguyên liệu NLT có hàm lượng lipid cao nhất (4,0±0%), nguyên liệu BQ1 có hàm lượng lipid thấp nhất (2,6±0,1%). Nhiệt độ và thời gian định hình chưa làm ảnh hưởng tới hàm lượng lipid tổng số này.

Bảng 1: Hàm lượng nước của chả cá từ 3 loại nguyên liệu và được định hình ở nhiệt độ khác nhau

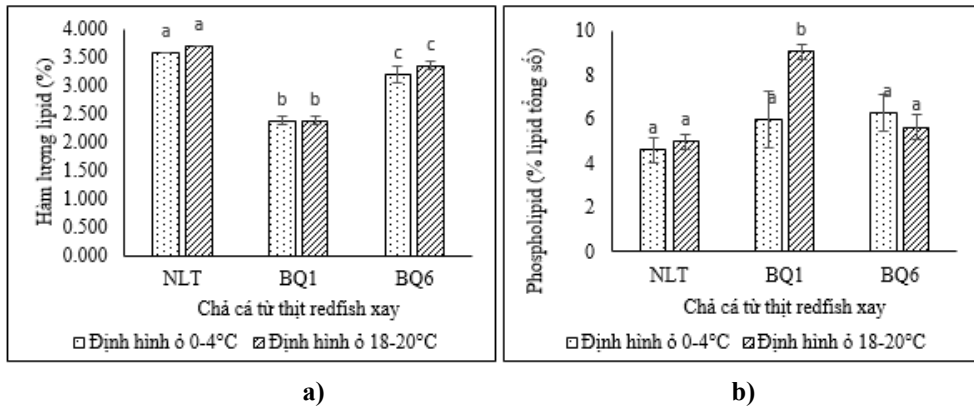
Nhiệt độ định hình	Hàm lượng nước (%)		
	NLT	BQ1	BQ6
0 – 4°C	70,7 ± 4 ^a	71,6 ± 4 ^a	70,4 ± 4 ^a
18 – 20°C	69,9 ± 4 ^a	71,5 ± 4 ^a	70,0 ± 4 ^a

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

Hàm lượng phospholipid không khác biệt giữa các mẫu chả cá làm từ NLT và BQ6, và hàm lượng này cũng không khác biệt trong các mẫu chả cá được định hình ở các chế độ nhiệt độ khác nhau. Duy chỉ có các mẫu chả cá từ BQ1 và với nhiệt độ định hình 0-4°C có hàm lượng phospholipid thấp hơn so với mẫu được định hình ở 18-20°C. Nguyên nhân có thể do hàm lượng phospholipid của nguyên liệu BQ1 là cao nhất so với 2 nguyên liệu còn lại nên với thời gian định hình ở nhiệt độ thấp (0-4°C) dài hơn thì các phản ứng thủy phân và oxi hóa sẽ làm hàm lượng

phospholipid giảm thấp hơn mẫu chả cá được định hình ở nhiệt độ cao (18-20°C) trong thời gian ngắn

(Mahdiye, 2016). Kết quả này cũng logic với dự đoán nguyên nhân về sự thay đổi pH ở Hình 2b.



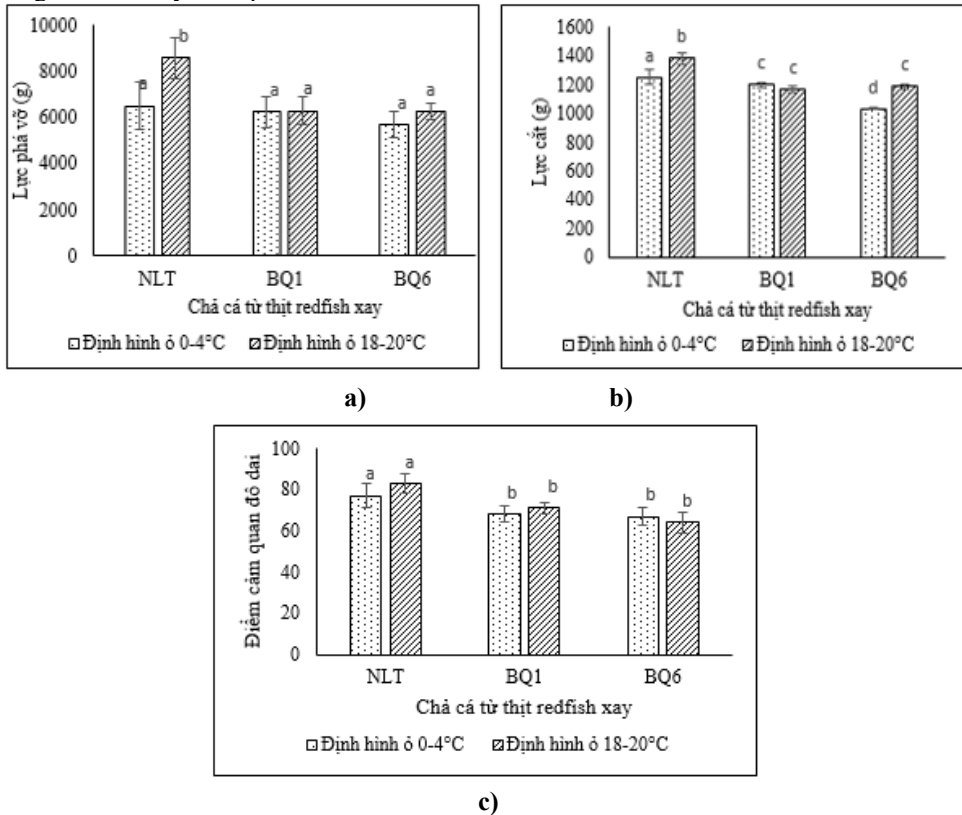
Hình 3: Ảnh hưởng của nhiệt độ định hình đến hàm lượng lipid (a) và phospholipid (b) của chả cá từ 3 loại nguyên liệu

(Các chữ a, b, c trên mỗi cột chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$)

3.4 Ảnh hưởng của nhiệt độ định hình đến tính chất cấu trúc của chả cá

Tính chất cấu trúc của các sản phẩm gel protein như chả cá và surimi thường được thể hiện bằng các giá trị lực phá vỡ (breaking force) và lực cắt (shear force). Các giá trị lực này liên quan đến độ dai, độ

dòn và độ chắc của chả cá. Trong nghiên cứu này, các giá trị lực phá vỡ (breaking force) và lực cắt (shear force) của chả cá thể hiện trong Hình 4a và 4b. Song song với việc đo lường các giá trị này, kết quả đánh giá cảm quan độ dai của chả cá cũng được chỉ ra trong Hình 4c.



Hình 4: Ảnh hưởng của nhiệt độ định hình đến giá trị lực cắt (a), lực phá vỡ (b) và điểm cảm quan độ dai (c) của chả cá từ 3 loại nguyên liệu

(Các chữ a, b, c, d trên mỗi cột chỉ sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$)

Nhìn chung, các mẫu chả cá từ nguyên liệu BQ1 và BQ6 có tính chất cấu trúc không khác biệt nhau đáng kể. Nhiệt độ định hình gel khác nhau đã không tạo ra sự khác biệt về điểm cảm quan độ dai cho các mẫu chả cá cùng một loại nguyên liệu. Nhưng rõ ràng, mẫu chả cá từ NLT cho sản phẩm chả cá có tính chất cấu trúc tốt nhất thể hiện qua điểm cảm quan độ dai cao nhất (77-83 điểm), giá trị lực cắt (shear force) và lực phá vỡ (breaking force) cũng cao đáng kể (1251 g-1380 g và 6500 g-8553 g). Nguyên liệu thịt cá tươi thường có hoạt tính enzyme endogenous proteinases và transglutaminases rất mạnh, chúng tăng cường quá trình thủy phân myosin hay các liên kết ngang myosin để protein dễ dàng tháo xoắn và dễ dàng tham gia các liên kết tạo gel hơn (An *et al.*, 1996; Sun and Holley, 2011). Quá trình cấp đông và bảo quản đông làm giảm hoạt tính của các enzyme này dẫn đến gel protein hình thành khó và ít bền vững.

Bên cạnh đó, mặc dù điểm cảm quan độ dai không thể hiện được sự khác biệt giữa hai chế độ nhiệt độ định hình mẫu chả cá từ NLT, nhưng giá trị lực cắt (shear force) và lực phá vỡ (breaking force) của mẫu được định hình ở 18-20°C lại cao hơn đáng kể so với mẫu được định hình ở 0-4°C. Có thể hệ enzyme trên cơ thịt redfish tươi hoạt động thích hợp ở nhiệt độ 18-20°C hơn và liên kết tạo độ dai cho chả cá trong trường hợp này chủ yếu là liên kết disulfua (Choi *et al.*, 2000; Sun and Holley, 2011).

4 KẾT LUẬN

Nhiệt độ định hình không tạo ra quá nhiều sự khác biệt pH, độ trắng, hàm lượng nước, hàm lượng lipid và phospholipid cũng như điểm cảm quan độ dai của sản phẩm chả cá làm từ các nguyên liệu redfish xay. Chả cá làm từ nguyên liệu redfish tươi và với chế nhiệt độ định hình ở 18-20°C cho tính chất cấu trúc của chả cá tốt nhất. Tính chất cấu trúc của chả cá từ nguyên liệu đã bảo quản đông 1 tháng và 6 tháng đã không khác biệt đáng kể.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

An, H., Peters, M. Y., and Seymour, T. a., 1996. Roles of endogenous enzymes in surimi gelation. *Journal of Trends in Food Science and Technology*. 7(10): 321-327.

Bhattacharya, M., Hanna, M. A., and Mandigo, R. W., 1988. Effect of frozen storage conditions on yields, shear strength and color of ground beef patties. *Journal of Food Science*. 53(3): 696-700.

Bligh, E., and Dyer, W., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*. 37(8): 911.

Burggaard, M. G., 2010. Effect of frozen storage temperature on quality-related changes in fish muscle- Changes in physical , chemical and

biochemical quality indicators during short- and long-term storage. PhD thesis. Technical University of Denmark, Kongens Lyngby.

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.

Dong Sun, X., and A Holley, R., 2011. Factors influencing gel formation by myofibrillar proteins in muscle foods. *Journal of Food Science and Food Safety*. 10(1): 33-51.

Dương Thùy Linh, 2010. Nghiên cứu quy trình chế biến giò chả cá tra pha cá thát lát và bảo quản sản phẩm. Luận văn cao học. Đại học Nha Trang. Thành phố Nha Trang.

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: 67-75.

HassabAlla, A. , Mohamed, G. , Ibrahim, H. , and AbdElMageed, M., 2009. Frozen cooked catfish burger: Effect of different cooking methods and storage on its quality. *Journal of Global Veterinaria*. 3(3): 216-226.

Innovation Norway, 2014. Market Opportunities for Norwegian technology providers and processors in the pangasius by-products in Vietnam, issued in January 2014. Available from http://akvarena.no/uploads/Ekstern%20informasjon/Catfish_by-product.pdf

Karami, B., Moradi, Y., Motallebi, a. a., Hosseini, E., and Soltani, M., 2013. Effects of frozen storage on fatty acids profile, chemical quality indices and sensory properties of red tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Tilapia mosambicus*) filets. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 12(2): 378-388.

Kok, T. N., 2005. Biochemical and physical factors affecting fish ball. Master thesis. Oregon State University, Corvallis, Oregon.

Kok, T. N., and Park, J. W., 2007. Extending the shelf life of set fish ball. *Journal of Food Quality*. 30: 1-27.

Lertwittayanon, K., Benjakul, S., Maqsood, S., and Encarnacion, A. B., 2013. Effect of different salts on dewatering and properties of yellowtail barracuda surimi. *Journal of International Aquatic Research*. 5(1): 5-10.

Mahdiye, F. rayeni., 2016. Influence of frozen storage of fish on changes in lipids and fatty acids. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*. 3(5): 77-80.

Meilgaard, M., Civille, G. V., and Carr, B. T., 2007. *Sensory Evaluation Techniques*, Fourth Edition. Taylor & Francis. Boca Raton, 448 pages.

Nguyen Van Muoi và Dang Thi Thao Nguyen, 2003. Apply gel properties of protein in processing fish ball from abundant raw material in Mekong

- delta: pangas catfish (*Pangasius hypophthalmus*), Proceedings in “8th Asean Food conference, October 8-11, 2003, Hanoi, Vietnam”, 96-103.
- Stewart, J. C. M., 1980. Colorimetric determination of phospholipids with ammonium ferrioxalate. *Journal of Analytical Biochemistry*. 104(1): 10–14.
- Trần Thị Luyến, Nguyễn Trọng Cẩn, 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.
- VASEP, 2017. Xuất khẩu chả cá và surimi 11 tháng đầu năm 2017. *Bản tin thương mại Thủy sản*. 47: 27.