



DOI:10.22144/ctu.jsi.2019.069

ẢNH HƯỞNG CỦA BẢO QUẢN LẠNH KẾT HỢP NGÂM MUỐI ĐẾN SỰ OXY HÓA LIPID VÀ PROTEIN CỦA CƠ THỊT CÁ LÓC (*Channa striata*) NUÔI

Nguyễn Văn Mười^{1*}, Trần Thanh Trúc¹ và Trần Bạch Long²

¹Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

²Nghiên cứu sinh ngành Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Văn Mười (email: nvmuoi@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 13/11/2018

Ngày nhận bài sửa: 17/01/2019

Ngày duyệt đăng: 12/04/2019

Title:

Effects of combined salting and cold storage on lipid oxidation and protein oxidation of snakehead fish (*Channa striata*) meat

Từ khóa:

Bảo quản lạnh, cá lóc, làm lạnh, ngâm muối, oxy hóa

Keywords:

Chilling, cold storage, oxidation, salting, snakehead fish

ABSTRACT

The objectives of this study were to evaluate lipid and protein as well as the quality changes of snakehead fish meat by salting, chilling method and cold storage. The results showed that ice chilling significantly reduced the time to reach 0°C of fish but did not affect lipoxygenase and protease activity and quality changes of snakehead fish meat when compared to conventional method (directly chilling in the refrigerator at -2÷0°C). During cold storage (0÷2°C, 0÷15 days), salted fish (in 12% NaCl solution, 3 hours at room temperature) had a significant decrease in lipid oxidation, protein oxidation and quality changes when compared to fresh fish (no salt immersion). After 15 days of refrigerated storage, total aerobic bacteria of non-salted fish increased to 5.81 log (cfu/g) - approximately maximum limit under QCVN 8-3:2012/BYT. At the same time, the quality of salted fish was maintained for use in subsequent food processing.

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu là đánh giá sự oxy hóa lipid và protein và sự thay đổi chất lượng của thịt cá lóc do tác động của ngâm muối, điều kiện làm lạnh và thời gian bảo quản lạnh. Kết quả nghiên cứu cho thấy, làm lạnh bằng nước đá giúp rút ngắn thời gian cá lóc đạt đến 0°C nhưng không ảnh hưởng đến hoạt tính enzyme (lipoxygenase, protease) và đặc tính chất lượng của thịt cá lóc khi so sánh với mẫu được làm lạnh trực tiếp trong tủ lạnh có nhiệt độ -2÷0°C. Trong suốt thời gian bảo quản lạnh (nhiệt độ 0÷2°C, 0÷15 ngày), cá đã được ngâm muối (dung dịch NaCl 12%, 3 giờ, nhiệt độ phòng) sự oxy hóa và sự thay đổi chất lượng chậm hơn khi so sánh với mẫu cá lóc tươi (không ngâm muối). Sau 15 ngày bảo quản lạnh, cá lóc không ngâm muối có mật số tổng vi sinh vật hiếu khí tăng đến 5,81 log(cfu/g) – xấp xỉ mức giới hạn tối đa theo quyết định số 46/2007/QĐ-BYT. Cá lóc đã ngâm muối và bảo quản lạnh vẫn đảm bảo được chất lượng để sử dụng cho quá trình chế biến tiếp theo.

Trích dẫn: Nguyễn Văn Mười, Trần Thanh Trúc và Trần Bạch Long, 2019. Ảnh hưởng của bảo quản lạnh kết hợp ngâm muối đến sự oxy hóa lipid và protein của cơ thịt cá lóc (*Channa striata*) nuôi. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 55(Số chuyên đề: Công nghệ Sinh học)(2): 258-266.

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá lóc đen (*Channa striata* Bloch, 1973) là loài cá quen thuộc của người Việt Nam, được nuôi phổ biến khắp các tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long, không chỉ bởi đặc điểm dễ nuôi, chất lượng thịt ngon mà còn do cá có giá trị dinh dưỡng cao và phù hợp với thị hiếu người tiêu dùng. Tuy nhiên, hàm lượng protein và lipid cao là nguyên nhân thúc đẩy nhanh sự ươn hỏng, sinh độc chất từ cá ngay sau khi chết, kéo theo các biến đổi hóa lý, enzyme làm giảm chất lượng nguyên liệu (Eyo, 2001). Thịt cá dễ bị oxy hóa do hàm lượng acid béo không bão hòa cao (Sullivan and Budge., 2012) và dễ bị hư hỏng do quá trình thủy phân của enzyme và sự phát triển của vi sinh vật (Uçak *et al.*, 2011). Quá trình oxy hóa các acid béo không bão hòa được xúc tác bởi nhiệt, ánh sáng và enzyme dẫn đến sự hình thành các peroxide, aldehyde, cetone và các gốc tự do. Quá trình oxy hóa lipid và oxy hóa protein trong chế biến cần được đặc biệt quan tâm, do quá trình này làm mất chất dinh dưỡng và tạo mùi khó chịu. Bên cạnh đó, phương pháp ướp muối kết hợp với sấy khô hiện được sử dụng để bảo quản sản phẩm cá, tránh sự ươn hỏng và các biến đổi không mong muốn xảy ra sau khi cá chết (Barat *et al.*, 2002). Nghiên cứu của An (2008) đã khẳng định hiệu quả của việc ngâm muối kết hợp với nhiệt độ thấp trong kéo dài thời gian bảo quản và ổn định chất lượng của cá trích (*Clupea harengus*). Chính vì vậy, việc nghiên cứu ảnh hưởng của bảo quản lạnh kết hợp ngâm muối đến sự oxy hóa lipid và oxy hóa protein của cơ thịt cá lóc (*Channa striata*) nuôi được thực hiện nhằm đánh giá sự oxy hóa cơ thịt cá cũng như khả năng sử dụng thịt cá sau thời gian bảo quản lạnh.

2 NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1 Nguyên liệu

Cá lóc (*Channa striata*) được thu mua từ vùng nuôi ở huyện Trà Cú, tỉnh Trà Vinh. Khối lượng dao động trong khoảng từ 500÷800 gram. Cá lóc phải còn sống, khỏe mạnh, cá cần phải nguyên vẹn (không trầy xước), không có khuyết tật, nhiễm bệnh hay ký sinh trùng. Cá lóc sau khi mua được giữ sống trong thùng nhựa có chứa nước, thời gian vận chuyển về phòng thí nghiệm (Bộ môn Công nghệ Thực phẩm, Khoa Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ) tối đa trong 3 giờ. Đến phòng thí nghiệm, cá được giữ ổn định trong bể nước ít nhất 1 giờ trước khi làm ngắt, cắt tiết và xả máu trong nước (thời gian xả máu 10 phút để đảm bảo tách loại máu hoàn toàn). Cá sau khi cắt tiết được chuyển sang đánh vảy, bỏ mang, nắp mang và nội tạng (Nguyễn Văn Mười và *ctv.*, 2016).

Cá lóc sau khi làm sạch, xác định khối lượng và ngâm vào dung dịch nước muối NaCl (12%) (Tran Bach Long *et al.*, 2017), tỷ lệ cá và nước muối là 1:1, w/v (đảm bảo cá ngập trong nước muối), thời gian ngâm 3 giờ (Tran *et al.*, 2017). Cá sau ngâm muối được vớt ráo, rửa nhanh bằng nước sạch để loại bỏ phần muối bề mặt, fillet và tách xương. Sau đó cho vào túi PA, đóng gói chân không (độ chân không 80%).

2.2 Phương pháp nghiên cứu

2.2.1 Phương pháp phân tích

Các chỉ tiêu phân tích được xác định trong nghiên cứu là:

- Hoạt tính enzyme lipoxigenase (nmol MDA/mg protein): Theo phương pháp của Harris and Tall (1994) cải tiến bởi Stodolnik and Samson (2000) sử dụng cơ chất là acid linolenic.

- Hoạt tính enzyme protease (U/mg protein): Quá trình trích ly protease từ thịt cá lóc được thực hiện theo phương pháp ngâm chiết, sử dụng đệm phosphate (pH 7,8) với tỷ lệ thịt cá và dung dịch đệm là 4:1 (w/v), nhiệt độ phòng và thời gian 40 phút trước khi ly tâm trong 15 phút tại 9.000 vòng/phút ở 4°C để thu dịch chiết (Trần Thanh Trúc và *ctv.*, 2014). Hoạt tính của enzyme protease trong dịch chiết được xác định theo phương pháp Anson (1938) cải tiến sử dụng casein làm cơ chất.

- Chỉ số peroxide (mEq/kg lipid): Theo TCVN 6121: 2007.

- Chỉ số sulfhydryl (-SH) (μmol/g protein): Sử dụng phương pháp Ellman (1959).

- Chỉ số thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) (mg MDA/kg): Các chất phản ứng với TBA được xác định theo phương pháp của Lemon (1975) với một sự hiệu chỉnh nhỏ dựa trên nghiên cứu của Nguyễn Xuân Duy và Nguyễn Anh Tuấn (2013).

- Khả năng giữ nước (%) của cơ thịt cá: Phương pháp nén áp lực trên giấy lọc (filter paper press method; FPPM) (Grau and Hamm, 1957 trích dẫn của Honikel and Hamm, 1994).

- Tỷ lệ dịch rỉ của thịt cá sau khi làm chín (hiệu suất làm chín, cooking yield, %) (Magnea Gudrun Karlsdottir, 2009): Cân khoảng 10 gram mẫu (a, g) cho vào bao bì PA, đóng gói chân không trước khi cho vào nồi hấp ở nhiệt độ 95÷100°C trong thời gian 8 phút, làm nguội nhanh. Mở bao bì, tách lấy mẫu thịt cá sau khi hấp và cân lại khối lượng tịnh (b, g). Tỷ lệ dịch rỉ (%) của thịt cá sau khi làm chín = $(a - b) \times 100/a$

- Độ ẩm (%): Sấy ở 105°C đến khối lượng không đổi (AOAC 934.06).

– Hàm lượng N-NH₃ (mg%): Xác định theo TCVN 3706-90.

– Màu sắc (sử dụng máy đo màu colorimeter 2nh): Tiến hành đo mẫu với các giá trị ghi nhận L*, a* và b* từ đó tính ra độ lệch màu ΔE và độ trắng cơ thịt cá (WI = L* - 3b*) (Andrews and Valsdóttir, 2004).

– Tổng vi sinh vật hiếu khí (cfu/g): Sử dụng phương pháp đổ đĩa (Bộ Y Tế, 2012).

2.2.2 Phương pháp thu nhận và xử lý số liệu

Các thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với ba lần lặp lại. Số liệu được thu thập và xử lý bằng phần mềm thống kê Statgraphics Centurion 16.2.04 (Statpoint Technologies, Inc., Hoa Kỳ) và phần mềm Microsoft Excel. Phân tích phương sai (ANOVA) và kiểm định LSD và Duncan để kết luận về sự sai khác giữa trung bình các nghiệm thức khác.

2.2.3 Bố trí thí nghiệm

(i) Đánh giá ảnh hưởng của môi trường truyền lạnh đến sự thay đổi chất lượng cơ thịt cá lóc

Mục đích của nghiên cứu này là so sánh sự thay đổi chất lượng cơ thịt cá lóc (đã được ngâm muối) đã được làm lạnh đến nhiệt độ xấp xỉ 0°C bằng không khí lạnh và nước đá, từ đó đề xuất phương thức xử lý phù hợp giúp duy trì chất lượng cơ thịt cá trước khi bảo quản.

Cá lóc sau khi xử lý, ngâm muối và đóng gói trong bao bì PA, độ chân không 80% (đã được mô tả ở mục 2.1), sử dụng 12 mẫu cá lóc chia làm 2 nhóm, mỗi nhóm 9 mẫu (có khối lượng, chiều dày thân thịt cá – đo ở phần lớn nhất tương đương nhau, 3 mẫu cá/nhóm được gắn nhiệt kế để xác định sự thay đổi nhiệt độ trong quá trình làm lạnh). Đặt lần lượt từng nhóm nguyên liệu vào trong 2 môi trường truyền lạnh khác nhau:

(1) *Nhóm 1*: Sử dụng thùng xốp NP40 (thể tích sử dụng 46 L) và nước đá viên (kích thước 12 x 20 mm) có trộn với muối ăn NaCl ở tỷ lệ 1,5% là môi trường truyền lạnh (nhiệt độ môi trường khoảng -2÷0°C). Xếp xen kẽ 9 mẫu cá cùng với nước đá thành 3 lớp (mỗi lớp 3 mẫu, trong đó một mẫu có gắn nhiệt kế, hai mẫu đóng gói chân không thông thường), tỷ lệ nước đá: cá là 1:1, một lớp nước đá được bố trí phía dưới thùng xốp, lớp cá được xếp lên, tiếp tục xen kẽ cá và nước đá, để đảm bảo ổn định, lớp nước đá được phủ trên bề mặt.

(2) *Nhóm 2*: Đặt 9 mẫu cá vào tủ mát (Sanaky VH-5699HY, thể tích buồng làm lạnh là 120 L) đã

được điều chỉnh về mức nhiệt độ 0°C. Đảm bảo ngăn làm lạnh trống, chỉ đặt 9 mẫu cá được đặt xen kẽ ở khoảng giữa buồng làm lạnh để nhiệt độ từ ổn định trong tiến trình thí nghiệm (xấp xỉ từ -2÷0°C).

Tiến hành theo dõi sự thay đổi nhiệt độ của cá theo thời gian, đến khi tâm sản phẩm đạt nhiệt độ 0±0,5°C, ghi nhận thời gian làm lạnh và xác định sự thay đổi các chỉ tiêu hóa lý và các thông số có liên quan đến sự oxy hóa lipid và oxy hóa protein (chi tiết các chỉ tiêu khảo sát được nêu ở Mục 2.2.1).

Số mẫu cá lóc sử dụng cho một lần khảo sát: 9 mẫu (con cá) x 2 = 18 con cá.

(ii) Khảo sát sự oxy hóa lipid và oxy hóa protein của cơ thịt cá lóc trong quá trình bảo quản lạnh

Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá sự oxy hóa lipid và oxy hóa protein của cơ thịt cá lóc sau khi giết mổ ở điều kiện bảo quản lạnh có kết hợp với ngâm muối.

Cá lóc sử dụng cho khảo sát gồm 2 nhóm: (1) Cá lóc chỉ được làm sạch và đóng gói trong bao bì PA, chân không (không ngâm muối, mẫu đối chứng) và (2) Cá lóc được ngâm muối NaCl 12%. Dựa trên kết quả đánh giá ảnh hưởng của môi trường truyền lạnh đến sự biến đổi chất lượng của cơ thịt cá, chọn lựa phương pháp làm lạnh thích hợp. Các mẫu cá sau khi được làm lạnh sẽ được đặt trong thùng xốp (thùng xốp đặt trong tủ mát điều chỉnh nhiệt độ 0±2°C). Tiến hành đánh giá sự oxy hóa lipid, oxy hóa protein và các chỉ tiêu hóa lý của cơ thịt cá (Mục 2.2.1) theo thời gian bảo quản, định kỳ 3 ngày/lần, ít nhất 15 ngày.

Số lượng mẫu cá cho một lần khảo sát: 6 mẫu (6 con cá) x 2 nhóm nguyên liệu x 5 (ít nhất 5 lần đo đạc) = 60 con cá.

Tổng số lượng cá lóc sử dụng: (60 + 18) x 3 = 234 con (khối lượng trung bình 500÷800 gram/con)

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Tác động của môi trường truyền lạnh đến chất lượng cơ thịt cá lóc

Làm lạnh cá và động vật thủy sản ngay sau khi chết là công đoạn được đặc biệt quan tâm, nhằm làm giảm tốc độ các phản ứng sinh hóa xảy ra trong cá, giúp kéo dài thời gian bảo quản tươi. Chính vì vậy, nghiên cứu ảnh hưởng của tốc độ làm lạnh đến sự thay đổi đặc tính chất lượng của cơ thịt cá lóc sau khi giết mổ và ngâm muối được thực hiện, kết quả được tổng hợp Bảng 1.

Bảng 1: Sự thay đổi đặc tính cơ thịt cá lóc do tác động của môi trường truyền lạnh khác nhau

Chỉ tiêu khảo sát	Môi trường truyền lạnh	
	Nước đá (-2±0°C)	Không khí lạnh (tủ mát, -2±0°C)
Thời gian làm lạnh (phút)	65 ^a ±3	130 ^b ±5
Enzyme lipoxigenase (nmol MDA/mg protein)	219,4±10,3	221,49±3,23
Enzyme protease (U/mg protein)	0,211±0,012	0,217±0,021
Chỉ số peroxide (mEq/kg lipid)	0,014±0,002	0,016±0,003
Chỉ số TBARS (mg MDA/Kg)	1,52±0,12	1,54±0,14
Chỉ số sulfhydryl (μmol/g protein)	13,82±0,29	13,47±0,25
Khả năng giữ nước, WHC (%)	72,39±0,63	71,18±0,52
Độ ẩm cơ thịt cá (%)	74,81±0,27	74,37±0,32
Độ trắng cơ thịt cá (WI = L*-3b*)	81,17±0,32	81,02±0,26
Độ lệch màu (ΔE)	0,34±0,03	0,40±0,05
Độ rỉ dịch sau khi nấu (%)	11,76±0,35	12,03±0,27
Hàm lượng N-NH ₃ (mg%)	8,62±0,23	8,73±0,14
pH	6,49±0,04	6,52±0,05

(Các chữ cái khác nhau trong cùng một hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa của các nghiệm thức khảo sát ở mức độ tin cậy 95%; số liệu được biểu thị dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn với n=3)

Kết quả từ Bảng 1 cho thấy, thời gian làm lạnh nguyên liệu cá lóc bằng nước đá là 65±3 phút trong khi việc hạ nhiệt độ thân thịt cá bằng cách sử dụng tủ mát (môi trường truyền lạnh là không khí) có thời gian tăng gấp đôi (130±5 phút). Nguyên nhân này có thể giải thích là do sự khác biệt về phương thức truyền nhiệt của 2 môi trường truyền lạnh, do đó tốc độ làm lạnh của nước đá – truyền nhiệt bằng dẫn nhiệt trực tiếp sẽ giúp rút ngắn thời gian hạ nhiệt độ của sản phẩm.

Tuy nhiên, với nguồn nguyên liệu sử dụng là cá lóc sống, được ngâm muối ngay sau khi giết mổ, trong điều kiện nhiệt độ môi trường thấp (-2±0°C), sự biến đổi đặc tính chất lượng cá là không nhiều. Kết quả từ Bảng 1 cho thấy rằng quá trình oxy hóa lipid (enzyme lipoxigenase, peroxide và TBARS), quá trình oxy hóa protein (enzyme protease và chỉ số nhóm -SH), cùng với một số chỉ tiêu hóa lý cơ bản (khả năng giữ nước, độ rỉ dịch, hàm lượng N-NH₃, pH cơ thịt cá, độ ẩm cơ thịt cá, độ lệch màu) không có sự khác biệt giữa hai môi trường truyền lạnh. Chính vì vậy, sử dụng nước đá chỉ có ý nghĩa trong việc rút ngắn thời gian làm lạnh trước khi bảo quản. Cá lóc sau làm lạnh được tồn trữ ở điều kiện nhiệt độ 0±2°C, tiến hành phân tích đánh giá quá trình oxy hóa lipid, oxy hóa protein và đặc tính chất lượng theo thời gian bảo quản.

3.2 Ảnh hưởng của thời gian tồn trữ lạnh đến quá trình oxy hóa lipid và oxy hóa protein của thịt cá lóc

3.2.1 Sự oxy hóa lipid của cơ thịt cá lóc trong quá trình bảo quản lạnh

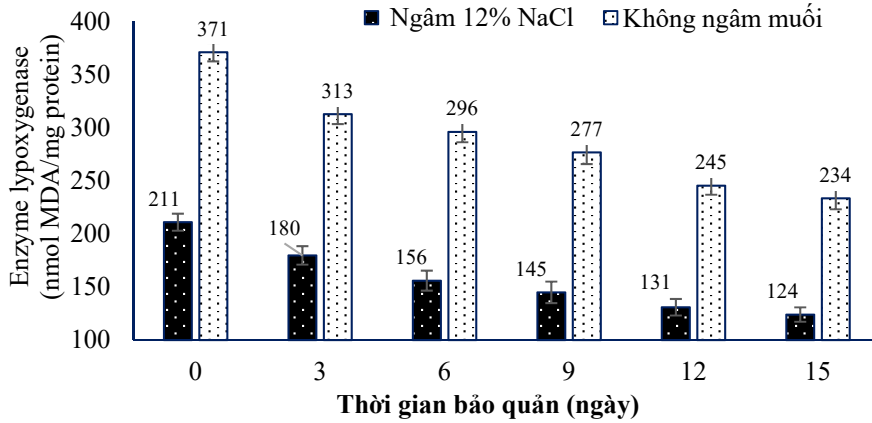
Quá trình bảo quản lạnh làm chậm tốc độ hầu hết các phản ứng phân hủy ảnh hưởng xấu đến nguyên

liệu. Tuy nhiên, bảo quản lạnh không ngăn chặn được sự biến đổi màu sắc, mùi vị và sự giảm cấu trúc nguyên liệu do hệ thống enzyme vẫn còn hoạt động ngay cả khi cá ở nhiệt độ dưới 0°C (Rodriguez-Saona *et al.*, 1995). Enzyme lipoxigenase xúc tác quá trình oxy hóa các acid béo không bão hòa bị gián đoạn bởi metylen và các ester của chúng như acid linoleic. Hơn nữa, enzyme lipoxigenase cũng có thể ảnh hưởng đến màu sắc, hương vị thực phẩm, phá hủy vitamin A, làm mất các acid béo không bão hòa và tương tác của sản phẩm enzyme với một số acid amin thiết yếu làm giảm chất lượng protein (Richardson and Hyslop, 1985). Kết quả ở Hình 1 có thể nhận thấy được, sự biến đổi hoạt tính enzyme lipoxigenase trong cơ thịt cá lóc sau khi bảo quản lạnh bằng nước đá trong thời gian 15 ngày. Hoạt tính của enzyme lipoxigenase ban đầu trong cá lóc không ngâm muối là 382,16±5,63 (nmol MDA/mg protein) sau 15 ngày bảo quản hoạt tính enzyme lipoxigenase giảm đáng kể chỉ còn 183,43±6,34 (nmol MDA/mg protein). Điều này cũng thích hợp với nguyên cứu của Sharp and Timme (1986) là hoạt tính của enzyme lipoxigenase có xu hướng giảm với thời gian lưu trữ ngày càng tăng.

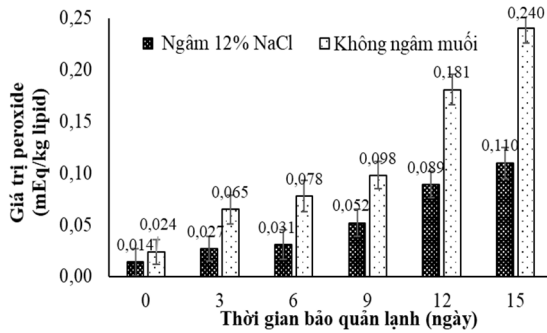
Trong khi đó đối với mẫu ngâm muối hoạt tính ban đầu chỉ có 176,49±5,30 (MDA/mg protein), có thể là do ảnh hưởng của hoạt tính xúc tác của NaCl, các liên kết của các ion Cl⁻ liên kết với các ion sắt. Mặt khác, cation Na⁺ cũng có thể ảnh hưởng đến hoạt tính xúc tác của enzyme lipoxigenase. Hoạt động của cation và anion có thể được kết hợp với cơ chất, nhưng không liên quan đến các thành phần hòa tan trong nước của chiết xuất enzyme (Hultin *et al.*, 1990). Chính vì vậy, việc ngâm muối tác động làm giảm hoạt tính của enzyme tạo điều kiện cho quá

trình bảo quản lạnh. Điều này cũng phù hợp với nghiên cứu của Osinchak *et al.* (1992), đã chứng minh tác dụng ức chế lipoxygenase trong mô cơ cá trích bằng nồng độ muối từ 9,80 đến 18,30% ở nhiệt độ 4°C. Nồng độ NaCl dưới 43,0 mM kích thích enzyme lipoxygenase của mô cơ hoạt động trong

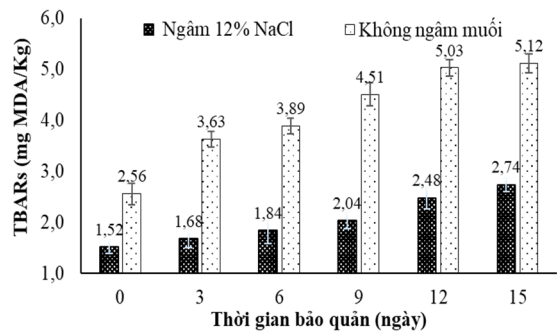
quá trình oxy hóa lipid. Nhưng khi nồng độ muối quá cao sẽ ức chế enzyme lipoxygenase, làm giảm hoạt tính enzyme (Osinchak *et al.*, 1992). Quá trình biến đổi dưới tác dụng của lipoxygenase dẫn đến hình thành các sản phẩm peroxide và các sản phẩm hydroperoxides bị phân hủy.



Hình 1: Biến đổi hoạt tính enzyme lipoxygenase của cơ thịt cá lóc trong thời gian bảo quản



Hình 2: Sự thay đổi giá trị peroxide của cơ thịt cá lóc theo thời gian bảo quản lạnh



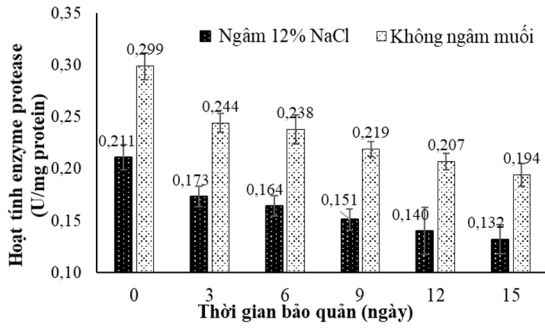
Hình 3: Sự thay đổi giá trị TBARS của cơ thịt cá lóc theo thời gian trữ lạnh

Kết quả Hình 2, 3 cho thấy, chỉ số peroxide và chỉ số TBARS đều tăng trong thời gian bảo quản lạnh đối với cả 2 nhóm cá: không ngâm muối (đối chứng) và ngâm muối. Zarzycky and Swiniarska, (1993) cũng khẳng định, quá trình oxy hóa lipid trong môi trường bảo quản lạnh thường chậm nhưng không ngừng lại. Muối NaCl được biết đến là nguyên nhân làm tăng tốc độ oxy hóa lipid, tuy nhiên ở một nồng độ sử dụng phù hợp, muối có tác động tích cực trong việc ngăn cản hoạt động của enzyme và các vi sinh vật gây hư hỏng, nhờ đó làm chậm sự oxy hóa lipid. Điều này được thể hiện ở chỉ số peroxide của mẫu cá lóc tươi (không ngâm muối) gia tăng từ 0,024 mEq/kg lipid (ban đầu) lên 0,240

mEq/kg lipid (sau 15 ngày), trong khi đó mẫu cá được ngâm muối NaCl 12% trước khi bảo quản, chỉ số peroxide ngay sau khi ngâm cũng ở mức thấp hơn (0,013 mEq/kg lipid) và chỉ tăng khoảng 1/2 mẫu cá tươi ở cùng thời điểm bảo quản 15 ngày (0,112 mEq/kg lipid). Một kết quả tương tự cũng được nhận thấy khi tiến hành phân tích chỉ số TBARS.

3.2.2 Ảnh hưởng của thời gian tồn trữ lạnh cá lóc đến quá trình oxy hóa protein

Song song với quá trình oxy hóa lipid là sự oxy hóa protein. Sự oxy hóa protein cũng ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố trong đó có hoạt động của enzyme thủy phân protein (protease). Nghiên cứu tiến hành theo dõi hoạt tính protease trong thời gian bảo quản.

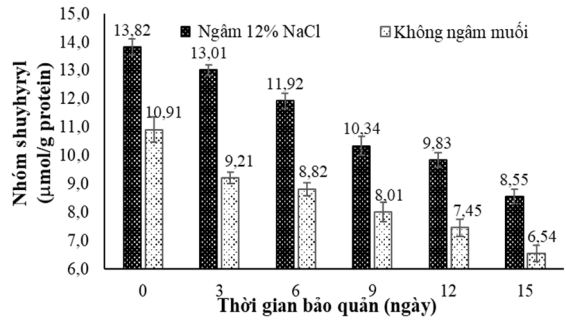


Hình 4: Hoạt tính enzyme protease của cơ thịt cá lóc giảm theo thời gian bảo quản lạnh

Kết quả được trình bày ở Hình 4 cho thấy rằng hoạt tính protease cũng giảm theo thời gian bảo quản 15 ngày. Enzyme protease đối với mẫu không ngâm muối hoạt tính ban đầu tương đối cao 0,299 (U/mg protein), trong khi đó đối với mẫu ngâm muối NaCl 12% chỉ có 0,211 (U/mg protein). Sau 15 ngày bảo quản, hoạt tính protease của cơ thịt cá không ngâm muối NaCl là 0,194 (U/mg protein) giảm còn 64,88% hoạt tính ban đầu, trong khi đó đối với cơ thịt cá lóc ngâm NaCl 12% là 0,132 (U/mg protein) giảm còn 62,55%. Sự oxy hóa protein dẫn đến sự thay đổi cấu trúc của các acid amin khác nhau làm giảm số lượng nhóm carbonyl và nhóm sulfhydryl (Martinaud *et al.*, 1997; Xiong, 2000), qua đó thay đổi khả năng giữ nước, độ đàn hồi của thịt (Rowe *et al.*, 2004) cũng như giá trị dinh dưỡng (Lhoutellier, 2008). Chỉ số sulfhydryl (nhóm -SH) của mẫu không ngâm muối NaCl và ngâm NaCl 12% đều giảm đáng kể, do sự oxy hóa protein theo thời gian bảo quản. Kết quả sau thời gian bảo quản 15 ngày chỉ số nhóm -SH của mẫu ngâm NaCl 12% là 8,55 ($\mu\text{mol/g protein}$), trong khi đó đối với mẫu không ngâm chỉ còn 6,54 ($\mu\text{mol/g protein}$). Nhìn chung sự oxy hóa lipid và oxy hóa protein vẫn diễn ra trong thời gian bảo quản lạnh, tuy nhiên nhờ sự giảm hoạt tính enzyme lipoxigenase và protease do tác động của muối ngâm và đặc biệt là điều kiện bảo quản ở nhiệt độ thấp đã có hiệu quả tích cực trong việc hạn chế sự oxy hóa lipid và oxy hóa protein trong cơ thịt cá lóc.

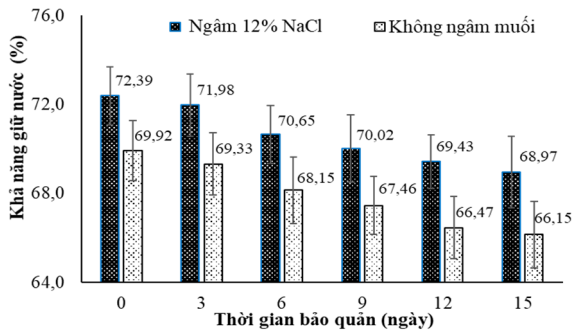
3.2.3 Ảnh hưởng của thời gian tồn trữ lạnh đến đặc tính chất lượng cơ thịt cá lóc

Sự oxy hóa lipid và oxy hóa protein là mối quan

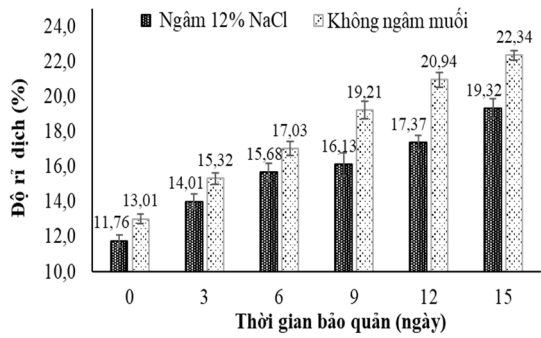


Hình 5: Sự thay đổi nhóm sulfhydryl trong cơ thịt cá lóc theo thời gian bảo quản lạnh

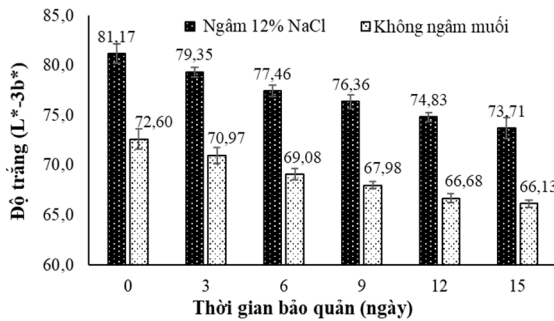
tâm chính ảnh hưởng đến chất lượng cơ thịt trong quá trình bảo quản. Sự oxy hóa protein có thể dẫn đến sự thay đổi tính chất protein của cơ thịt cá như độ nhớt, độ tan, và nhũ tương (Xiong, 2000). Cấu trúc của tế bào không bị tổn thương và thay đổi, trạng thái vật lý của tế bào chỉ là sự hạ nhiệt làm lạnh phần nước tự do của gian bào. Tuy nhiên, sẽ thay đổi về nồng độ chất hòa tan, sự mất nước... điều đó có thể dẫn đến lipid và protein bị oxy hóa, nồng độ chất khoáng và chất hữu cơ tăng sẽ làm thay đổi pH, cường độ ion cũng dẫn đến sự biến đổi protein. Thay đổi pH làm thay đổi các lực tương tác tĩnh điện giữa các acid amin, dẫn đến một số liên kết bị phá hủy (Shenouda *et al.*, 1980). Trong suốt thời gian bảo quản độ ẩm cơ thịt cá giảm nhưng thay đổi không đáng kể. Độ ẩm của cá lóc từ 76,41% xuống còn 75,31%, trong khi đó do cá lóc qua việc ngâm muối nên trước khi bảo quản độ ẩm giảm 74,81% sau bảo quản là 73,87%. Giá trị pH từ 6,49 đến 6,82 đối với mẫu ngâm muối, mẫu đối chứng quá trình biến đổi nhanh hơn dẫn đến sau 15 ngày bảo quản pH là 7,01. Trong quá trình bảo quản lạnh, sự giảm khả năng giữ nước của cơ thịt cá chủ yếu do sự oxy hóa protein, dẫn đến sự biến tính và đông tụ. Quá trình thủy phân của phospholipid trong cá khi làm lạnh sẽ gia tăng hàm lượng acid béo tự do dễ bị oxy hóa đồng thời làm giảm khả năng giữ nước của protein. Một trong những tổn thất chính của làm lạnh, đông lạnh là sự mất nước và các chất dinh dưỡng. Sự rỉ dịch càng tăng theo thời gian bảo quản và khác biệt có ý nghĩa giữa các mẫu. Kết quả đánh giá dựa trên sự rỉ dịch của cơ thịt cá sau khi nấu cho thấy, tỷ lệ này là 11,76% trước khi bảo quản và tăng đến giá trị 19,32% sau 15 ngày (Hình 6a và 6b).



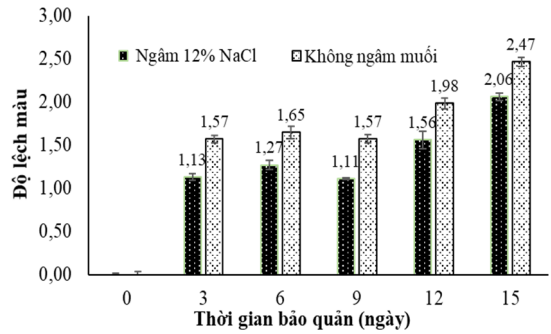
(a) Sự thay đổi khả năng giữ nước



(b) Độ rỉ dịch của thịt cá sau khi nấu



(c) Sự thay đổi màu sắc (Độ trắng)

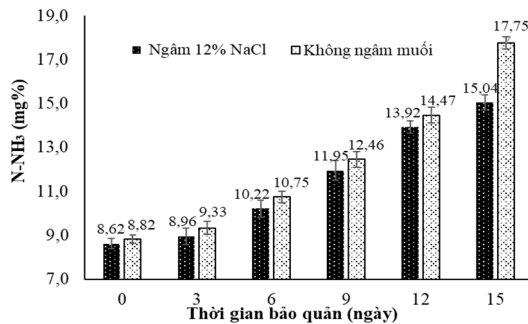


(d) Độ lệch màu (ΔE) của cơ thịt cá

Hình 6: Sự thay đổi các tính chất hóa lý của cơ thịt cá lóc theo thời gian bảo quản lạnh

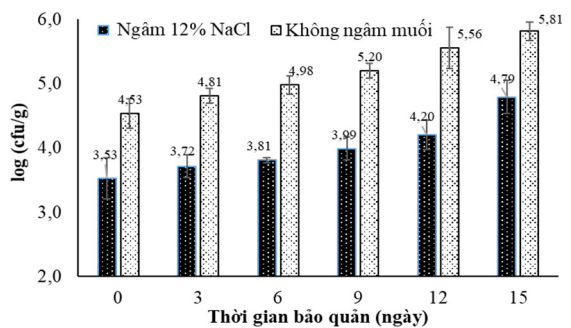
Màu sắc ảnh hưởng đến giá trị cảm quan của một sản phẩm (Fancis, 1995). Đối với thịt cá lóc, độ trắng của thịt cần được quan tâm. Hình 6c và 6d thể hiện sự thay đổi màu sắc của thịt cá lóc trong quá trình bảo quản. Trong thời gian bảo quản lạnh (đến 15 ngày), độ trắng cơ thịt cá thay đổi theo chiều

hướng giảm dần và sự khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$). Độ lệch màu có xu hướng tăng theo thời gian bảo quản, tuy nhiên sự gia tăng không đáng kể. Quá trình oxy hóa của lipid trong cơ thịt cá có lẽ là nguyên nhân làm tăng liên kết của protein chứa sắc tố, dẫn đến sự sậm màu của cơ thịt cá (Benjakul *et al.*, 2005).



Hình 7: Sự thay đổi hàm lượng N-NH₃ trong thịt cá lóc theo thời gian bảo quản lạnh

Hàm lượng N-NH₃ và tổng vi khuẩn hiếu khí (TVKHK) cũng là hai thông số cần được quan tâm. Kết quả thể hiện ở Hình 7 và 8 cho thấy, cả hai chỉ tiêu đều tăng dần theo thời gian bảo quản. Hàm lượng N-NH₃ đối với mẫu cá lóc tươi và mẫu cá ngâm NaCl 12% không có sự khác biệt đáng kể ở thời điểm ban đầu. Tuy nhiên sau thời gian bảo quản 15 ngày, việc sử dụng muối ngâm đã có hiệu quả



Hình 8: Sự biến đổi mật số tổng vi khuẩn hiếu khí của thịt cá lóc theo thời gian bảo quản

tích cực trong việc làm chậm sự biến đổi chất lượng, thể hiện ở mức thấp hơn của giá trị N-NH₃ của mẫu cá lóc được ngâm muối NaCl 12% ngay sau khi giết mổ. Kết quả phân tích vi sinh cũng cho thấy, sau 15 ngày bảo quản, cá lóc tươi (không ngâm muối NaCl, đối chứng) có mật số tổng vi sinh vật hiếu khí cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với mẫu ngâm NaCl 12% ($p < 0,05$). Đặc biệt, sau 15 ngày, mẫu cá lóc tươi (không ngâm muối) có TVKHK gần

tới ngưỡng cho phép theo quy định của Bộ Y Tế (2012) với ngưỡng cho phép dưới $\log(\text{cfu/g})$ là 6.

Nhìn chung, cá lóc ngâm NaCl 12% sau thời gian bảo quản 15 ngày sự oxy hóa lipid và oxy hóa protein diễn ra chậm hơn, đồng thời đặc tính chất lượng cơ thịt cá cũng tốt hơn đối với mẫu không muối NaCl.

4 KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng nhiệt độ thấp kết hợp ngâm muối giúp hạn chế hoạt động của enzyme lipoxigenase và protease, đồng thời làm giảm thiểu quá trình oxy hóa lipid và oxy hóa protein. Sau 15 ngày bảo quản lạnh, cá lóc được ngâm muối NaCl 12% vẫn đảm bảo được chất lượng để sử dụng cho quá trình chế biến tiếp theo, thể hiện ở tổng vi sinh vật hiếu khí 4,79 $\log(\text{cfu/g})$; độ ẩm 73,87%; pH thịt cá 6,82; khả năng giữ nước 68,97%; độ rỉ dịch 19,32%; độ trắng (WI) 73,71; độ lệch màu (ΔE) 2,06; chỉ số peroxide 0,110 mEq/kg lipid, chỉ số TBARS 2,74 mg MDA/kg; sulfhydryl 8,55 $\mu\text{mol/g}$ protein và hàm lượng N-NH₃ 15,04 mg/100g, hoạt tính enzyme lipoxigenase giảm còn 124 nmol MDA/mg protein và enzyme protease là 0,132 U/mg protein.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

An, W.S., 2008. Effect of chilled temperature and salt concentration on shelf life of herring (*Clupea harengus*). Fisheries Training Programme, United Nations University, Iceland. 48 pp.

Anson M.L., 1938. The estimation of pepsin, trypsin, papain and cathepsin with hemoglobin. *Journal of General Physiol*, 22(1): 79-89.

Barat, J.M, Rodríguez-Barona, S., Andrés, A., Fito, P., 2002. Influence of increasing brine concentration in the cod-salting process. *Journal of Food Science*, 67(5): 1922-1925.

Benjakul, S., Visessanguan, W., Phongkanpai, V., and Tanaka, M., 2005. Antioxidative activity of caramelisation products and their preventive effect on lipid oxidation in fish mince. *Journal of Food Chemistry*, 90 (1-2): 231-239.

Bloch, M.E., 1973. *Naturgeschichte der Ausländischen fische*. Berlin, Germany, Morino & Co., 7. 144 pp.

Ellman, G.D., 1959. Tissue sulfhydryl groups. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 82: 70-77.

Eyo, A.A., 2001. *Fish Processing Technology in The Tropics*. National Institute for Freshwater Fisheries Research. University of Ilorin Press: 66-70.

Francis, F.J., 1995. Quality as influenced by color. *Food Quality and Preference*, 6: 149-155.

Harris, P, and Tall, J., 1994. Substrate Specificity of Mackerel Flesh Lipopolygenase. *Journal of Food Science*, 59(3): 504-506

Honikel, K. O. and R. Hamm., 1994. Measurement of water-holding capacity and juiciness. *Quality*

Attributes and their Measurement. In: *Meat, Poultry and Fish Products Vol. 9 of the series Advances in Meat Research*: 125-161.

Hultin, H.O., Decker, E.A., Kelleher, S.D., Osinchak, J.E., 1990. Control of lipid oxidation process in minced fatty fish. In *Seafood Science and Technology* (ed. E.G. Bligh), Fishing News Books, Oxford, England: 242-265

Lemon, D. W., 1975. An improved TBA test for rancidity. *New Series Circular*, 51: 52-55

Martinaud, A., Mercier, Y., Marinova, P., Tassy, C., Gatellier, P., Renner, M., 1997. Comparison of oxidative processes on myofibrillar proteins from beef during maturation and by different model oxidation systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45(7): 2481-2487.

Karlsdottir, M.G., 2009. Application of additives in chilled and frozen white fish fillets. Master Thesis in Food Science. University of Iceland. 137 pp.

Nguyễn Văn Mươi, Trần Thanh Trúc, Lê Minh Hùng, Trần Bạc Long, Huỳnh Ngọc Tâm và Đỗ Thị Hòa, 2016. Hoàn thiện quy trình chế biến và bảo quản sản phẩm khô cá lóc và khô cá sặc rằn đạt tiêu chuẩn an toàn vệ sinh thực phẩm. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp tỉnh Đồng Tháp. 189 trang

Nguyễn Xuân Duy và Nguyễn Anh Tuấn, 2013. Sàng lọc thực vật có hoạt tính chống oxy hóa và áp dụng trong chế biến thủy sản. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Phần B: Nông nghiệp, Thủy sản và Công nghệ Sinh học*, 28: 59-68

Osinchak, J.E., Hultin, H.O., Zajicek, O.T., Kelleher, S.D. and Huang, C.H., 1992. Effect of NaCl on catalysis of lipid oxidation by the soluble fraction of fish muscle. *Free Radical Biology and Medicine*, 12: 35-41.

QCVN 8-3:2012/BYT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với ô nhiễm vi sinh vật trong thực phẩm

Richardson, T. and Hyslop, D.B., 1985. *Enzymes*. In *Food Chemistry*, O.R. Fennema (Ed.), p. 371-476, Marcel Dekker, Inc. New York.

Rodriguez-Saona, L. E., Barrett, D. M., Selivonchick, D. P., 1995. Peroxidase and lipoxigenase influence on stability of polyunsaturated fatty acids in sweet corn (*Zeamays L.*) during frozen storage. *Journal of Food Science*, 60(5): 1041-1044.

Rowe L.J., Maddock, K.R., Lonergan, S.M., Lonergan, E.H., 2004. Oxidative environments decrease tenderization of beef steaks through inactivation of calpain. *Journal of Animal Science*, 82: 3254- 3266

Santé -Lhoutellier, V., Astruc, T., Marinova, P., Greve, E., Gatellier, P., 2008. Effect of meat cooking on physicochemical state and in vitro digestibility of myofibrillar proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (4): 1488-1494.

- Sharp, R. N., Timme, L.K., 1986. Effect of storage time, storage temperature, and packing methods on shelf life of brown rice. *Cereal Chemistry*, 63: 247-251
- Shenouda, S. Y. K., 1980. Theories of protein denaturation during frozen storage of fish flesh. *Advances in Food Research*. 26: 275-311.
- Stodolnik L., Samson, E., 2000. Lipoxygenase activity of selected tissues and organs of Baltic herring. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria*, 30 (2): 47-57.
- Sullivan J.C., Budge S.M., 2012. Fish oil sensory properties can be predicted using key oxidative volatiles. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 114: 496-503.
- Swiniarska, J., Zarzycki, B., 1993. Whey as cryoprotective substance in storage of frozen ground cooked pork. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 12 (2): 105-113.
- Tran Bach Long, Tran Thanh Truc and Nguyen Van Muoi, 2017. Characteristics and Rigor Mortis Changes of Snakehead Fish (*Channa striata*) Cultivated in the Mekong Delta. *Food Science and Technology: integration for ASEAN Economic Community Sustainable Development*. Proceedings of the 15th ASEAN Conference on Food Science and Technology. November 14-17, 2017 Ho Chi Minh City, Viet Nam. 3: 399-404. ISBN: 978 604 67 1007-3
- Trần Thanh Trúc, Trần Bạch Long, Phan Thị Bích Ngọc, Hà Thị Thụy Vy, Nguyễn Văn Mười, 2014. Nghiên cứu trích ly enzyme protease từ thịt đầu tôm sú (*Penaeus monodon*). *Tạp chí Đại học Cần Thơ, số thủy sản*: 8-14
- Uçak I., Özogul Y., Durmus M., 2011. The effects of rosemary extract combination with vacuum packing on the quality changes of Atlantic mackerel fish burgers. *International Journal of Food Science*. 46(6): 1157–1163
- Xiong, H., Zeng, Y. C., Lewis, T., Zheng, J., Persidsky, Y. and Gendelman, H.E., 2000. HIV-1 infected mononuclear phagocyte secretory products affect neuronal physiology leading to cellular demise: relevance for HIV-1-associated dementia. *Journal of Neurovirology*, 6(1): S14 - S23.