

NGHIÊN CỨU SỰ BIẾN ĐỔI CHẤT LƯỢNG LIPID TRÊN PHI LÊ CÁ RÔ PHI VẦN (*Oreochromis niloticus*) TRONG QUÁ TRÌNH BẢO QUẢN LẠNH/ĐÔNG CUỐI CHUỖI CUNG ỨNG

Nguyễn Thị Kiều Diễm^{1,2}, Châu Văn Đan³, Mai Thị Tuyết Nga²

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm khảo sát sự biến đổi chất lượng lipid của cá rô phi vằn trong quá trình bảo quản lạnh và lạnh đông, kết quả nghiên cứu cho thấy phi lê cá rô phi vằn có hàm lượng FFA ban đầu là 4,87 g/100 g chất béo, khi bảo quản ở nhiệt độ $-18 \pm 2^\circ\text{C}$ lượng FFA sau 3, 6, 9 và 12 tháng lần lượt là: 5,81; 3,55, 4,07 và 3,97 g/100 g chất béo, trong khi đó chỉ số acid thiobarbituric (TBARs) tăng từ 0,11 lên 0,8 mg MDA/kg sau 12 tháng bảo quản, chỉ số peroxide (PV) không được phát hiện sau 12 tháng bảo quản. Khi bảo quản phi lê cá rô phi vằn ở nhiệt độ lạnh $4 \pm 1^\circ\text{C}$, sự hình thành các FFA, chỉ số PV và chỉ số TBARs tăng cao hơn khi bảo quản phi lê cá rô phi vằn ở $1 \pm 1^\circ\text{C}$. Sau 10 ngày bảo quản ở $4 \pm 1^\circ\text{C}$ phi lê cá rô phi vằn có hàm lượng FFA là 6,3%, chỉ số PV là 1,82 meq/kg và chỉ số TBARs là 1,23 mg MDA/kg. Trong khi đó sau 13 ngày bảo quản ở $1 \pm 1^\circ\text{C}$ phi lê cá rô phi vằn có hàm lượng FFA là 1,93%, chỉ số PV là 2 meq/kg và TBARs là 0,75 mg MDA/kg. Các acid béo như: acid myristic, acid palmitic, acid palmitoleic, acid stearic, acid oleic, acid arachidonic và acid docosahexaenoic (DHA) được tìm thấy trên phi lê cá rô phi vằn.

Từ khóa: Lạnh, đông lạnh, cá rô phi, phi lê, oxy hoá chất béo, peroxide, TBARs.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, cá rô phi vằn (*Oreochromis niloticus*) được biết đến là nguồn nguyên liệu thủy sản phổ biến của vùng đồng bằng sông Cửu Long, một trong những loại nguyên liệu có khả năng đáp ứng nhu cầu xuất khẩu mạnh mẽ cho Việt Nam. Theo VASEP (2018) sản lượng cá rô phi của Việt Nam đều tăng qua các năm, điều đó giúp Việt Nam vươn lên đứng thứ 6 trong các quốc gia sản xuất cá rô phi nhiều nhất trên thế giới [5]. Cá rô phi vằn đóng vai trò là nguồn cung cấp dinh dưỡng quan trọng cho con người, trong tương lai sẽ trở thành sản phẩm thay thế cho một số loài cá thịt trắng hiện nay [2].

Từ lâu, thủy sản đặc biệt là cá được biết đến là nguồn nguyên liệu cung cấp thành phần lipid chất lượng, do có chứa nhiều acid béo không no [11]. Tuy nhiên, lipid trong cá thường bị biến đổi bởi quá trình thủy phân và oxy hóa [10]. Trong đó, sự oxy hóa lipid gây suy giảm chất dinh dưỡng và tạo mùi khó chịu cho thủy sản [7] ảnh hưởng đến giá trị cảm quan và giảm thời hạn bảo quản của thủy sản [6, 27]. Peroxide (PV) và acid thiobarbituric (TBARs) là

những chỉ tiêu thường được sử dụng để đánh giá chất lượng thủy sản trong quá trình chế biến và bảo quản, các hợp chất này được sinh ra từ quá trình oxy hóa lipid, những loài cá chứa nhiều acid béo không bão hòa dễ xảy ra sự oxy hóa hơn những loài khác [24]. Quá trình oxy hóa các acid béo không bão hòa chịu tác động bởi nhiệt độ, ánh sáng và enzyme hình thành các hợp chất: peroxide, aldehyde, cetone và các gốc tự do... [12, 15]. Theo Yin và cộng sự (2014) màu sắc và mùi, vị của phi lê cá trắm cỏ giảm khi bảo quản lạnh đông là do sự oxy hóa lipid của cá [27]. Hàm lượng acid béo tự do, chỉ số PV và TBARs tăng đáng kể theo thời gian bảo quản phi lê cá thu Tây Ban Nha (*Scomberomorus commersoni*) và cá mập má trắng (*Carcharhinus dussumieri*) ở -18°C [17]. Vì thế, nghiên cứu sự biến đổi chất lượng lipid của phi lê cá rô phi vằn trong quá trình bảo quản lạnh và lạnh đông được xem là cần thiết, góp phần quản lý chất lượng của phi lê cá rô phi vằn cuối chuỗi cung ứng lạnh.

2. ĐỐI TƯỢNG, VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Cá rô phi vằn (*Oreochromis niloticus*) được phi lê và đông rời IQF (Individual Quickly Freezer) ở nhiệt độ -40°C trong 25 phút tại nhà máy chế biến thủy sản Nam Việt, An Giang, cỡ 120-170 g/phi lê.

¹ Khoa Công nghệ - Thủy sản, Trường Cao đẳng Kinh tế - Kỹ thuật Cần Thơ

² Khoa Công nghệ Thực phẩm, Trường Đại học Nha Trang

³ Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

Phi lê cá được chứa trong thùng cách nhiệt có xếp xen kẽ trong các lớp đá gel và vận chuyển về Phòng thí nghiệm, Trường Cao đẳng Kinh tế - Kỹ thuật Cần Thơ trong vòng 1 giờ.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp phân tích hoá học

- Xác định chỉ số TBARs theo phương pháp của Raharjo và Schmidt (1992) [22];

- Xác định chỉ số peroxide (PV) theo TVCN 6121:2018;

- Xác định hàm lượng acid béo tự do (FFA) theo TVCN 6127:2010;

- Xác định hàm lượng lipid theo TVCN 3730:2009;

- Xác định thành phần acid béo tự do theo GC-ISO/CD 5509:94.

2.2.2. Bố trí thí nghiệm

Nghiên cứu sự biến đổi chất lượng lipid của phi lê cá rô phi vằn trong quá trình bảo quản đông

Phi lê cá rô phi vằn được bọc trong các túi PA riêng biệt, hàn kín miệng, được bảo quản đông ở $-18 \pm 2^\circ\text{C}$ trong vòng 12 tháng. Định kỳ 3 tháng sẽ lấy mẫu và tiến hành rã đông phi lê cá rô phi bằng không khí lạnh $7 \pm 1^\circ\text{C}$ (khoảng 8 giờ) [16]. Sau khi phi lê cá rô phi được rã đông hoàn toàn (không còn tinh thể đá trên miếng phi lê), tiến hành kiểm tra một số chỉ tiêu: hàm lượng lipid, hàm lượng acid béo tự do (FFA), chỉ số PV, TBARs và thành phần acid béo tự do.

Nghiên cứu sự biến đổi chất lượng lipid của phi lê cá rô phi vằn trong quá trình bảo quản ở nhiệt độ lạnh ổn định

Phi lê cá rô phi vằn trong túi PA được rã đông hoàn toàn bằng không khí lạnh ở $7 \pm 1^\circ\text{C}$ (khoảng 8 giờ) [16], cá được xếp vào khay xếp (1 miếng phi lê/khay) và bọc kín bằng màng PE mỏng. Các khay cá được bảo quản ở 2 chế độ nhiệt độ ổn định là: $1 \pm 1^\circ\text{C}$ và $4 \pm 1^\circ\text{C}$ bằng tủ lạnh dân dụng có lắp thiết bị điều khiển (Dixell, Emerson Electric Co.) để ổn định nhiệt độ trong quá trình bảo quản. Mẫu được lấy tại các thời điểm 0 giờ, 72 giờ, 240 giờ và 312 giờ đối với $1 \pm 1^\circ\text{C}$; 0 giờ, 96 giờ, 120 giờ và 240 giờ đối với $4 \pm 1^\circ\text{C}$, sau đó tiến hành kiểm tra các chỉ tiêu: hàm lượng lipid, FFA, chỉ số PV và TBARs. Riêng thành phần acid béo tự do được kiểm tra tại thời gian cuối của quá trình bảo quản.

2.3. Phương pháp thu nhận và xử lý số liệu

Thí nghiệm được tiến hành lặp lại 3 lần độc lập với 3 lô phi lê cá rô phi vằn. Số liệu được tính trung bình, độ lệch chuẩn trên 3 lần thí nghiệm bằng phần mềm Excel (Office 2007, Microsoft, USA). Số liệu được xử lý thống kê trên phần mềm SPSS 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL). Các thông số được phân tích phương sai ANOVA (analysis of variance) với phép kiểm định Tukey để kiểm tra sự khác biệt giữa các giá trị trung bình với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nghiên cứu sự biến đổi thành phần lipid của phi lê cá rô phi vằn trong quá trình bảo quản đông

Để đánh giá sự suy giảm chất lượng phi lê cá rô phi vằn trong chuỗi cung ứng thông qua sự biến đổi một số thành phần trên phi lê cá, trong đó có thành phần lipid. Trong quá trình bảo quản, bề mặt của phi lê cá tiếp xúc trực tiếp với oxy không khí và khuếch tán vào bên trong cơ thịt, sau đó phản ứng trực tiếp với các gốc tự do của acid béo làm cho quá trình oxy hóa xảy ra. Mặt khác, thời gian bảo quản càng dài thì quá trình oxy hóa lipid diễn ra càng mạnh mẽ, oxy hóa các cấu trúc bậc cao của phân tử lipid nên chỉ số TBARs được sử dụng để đánh giá sự oxy hoá cấu trúc bậc 2 của lipid.

Bảng 1. Biến đổi thành phần lipid của phi lê cá rô phi vằn trong quá trình bảo quản đông

Thời gian (tháng)	Lipid (%)	FFA (g/100 g béo)	PV (meq/kg béo)	TBARs (mg MDA/kg)
0	$0,68^a \pm 0,04$	$4,87^c \pm 0,11$	-	$0,11^a \pm 0,01$
3	$2,25^c \pm 0,07$	$5,81^d \pm 0,09$	-	$0,63^b \pm 0,05$
6	$3,18^d \pm 0,10$	$3,55^a \pm 0,09$	-	$0,69^{bc} \pm 0,02$
9	$2,06^c \pm 0,15$	$4,07^b \pm 0,21$		$0,76^{bc} \pm 0,03$
12	$1,75^b \pm 0,08$	$3,97^b \pm 0,13$	-	$0,80^c \pm 0,11$

Ghi chú: Trên cùng một cột, các chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) về các giá trị trung bình của các chỉ tiêu (lipid, FFA, TBARs) giữa các tháng bảo quản.

Kết quả phân tích ANOVA ở bảng 1 cho thấy, có sự khác biệt ý nghĩa ($p < 0,05$) về giá trị trung bình của lượng lipid, FFA và TBARs giữa các tháng bảo quản đông. Phi lê cá rô phi vằn sau 12 tháng bảo quản đông có hàm lượng lipid là 1,75%, hàm lượng acid béo tự do đạt 3,97 g/100 g chất béo. Chỉ số TBARs ban đầu trên phi lê cá rô phi vằn là 0,11 mg

MDA/kg tăng lên 0,8 mg MDA/kg sau 12 tháng bảo quản, điều này cho thấy có sự oxy hoá lipid xảy ra trong quá trình bảo quản, lượng TBARs tăng khi thời gian bảo quản tăng. Kết quả này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Karami và cộng sự (2013) nhóm tác giả đã ghi nhận chỉ số TBARs tăng từ 0,03 lên 1,26 mg MAD/kg khi bảo quản phi lê cá rô phi đỏ bằng túi PA ở nhiệt độ -18°C trong 150 ngày [14]. Lượng TBARs trên phi lê cá rô phi vằn bảo quản đông thấp hơn so với phi lê cá tra có lượng TBARs ban đầu là 0,77 mg MDA/kg tăng lên 5,43 mg MDA/kg sau 6 tháng bảo quản trong điều kiện bao gói chân không ở nhiệt độ $-18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ [4]. Điều này có thể hiểu, hàm lượng lipid của phi lê cá rô phi vằn ban đầu chỉ ở mức 0,68% thấp hơn so với hàm lượng lipid ban đầu của phi lê cá tra (1,32%), chính vì vậy sản phẩm oxy hoá lipid ở phi lê cá rô phi vằn trong quá trình bảo quản đông sẽ thấp hơn so với phi lê cá tra. Hydroperoxide dễ sinh ra trong cá có hàm lượng lipid cao trong đó thành phần acid béo không bão hoà chiếm ưu thế, các hợp chất này là sản phẩm của sự peroxy hóa lipid, điều này cũng được nhận thấy trên các đối tượng cá thu Đại Tây Dương, cá chép, cá mập má trắng [9]. Theo Nunes và cộng sự (1992) giới hạn oxy hoá lipid được chấp nhận khi lượng TBARs dao động từ 0,5-0,8 mg MDA/100 g thịt cá [20], theo đó lượng TBARs của phi lê cá rô phi vằn sau 12 tháng bảo quản đông ở $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ nằm trong giới hạn cho phép. Chỉ số PV không được phát hiện sau 12 tháng bảo quản.

Kết quả nghiên cứu tại bảng 2 cho thấy phi lê cá rô phi vằn có 3 acid béo no và 9 acid béo không no được xác định sau quá trình bảo quản đông, thành phần acid béo chủ yếu là C16:0, C18:0, C18:1 và C18:2. Theo nghiên cứu của Rosa và Nunes (2004), C16:0, C18:1n-9, C20:5n-3 và C22:6n-3 là những acid béo chính của thủy sản [23]. Theo Mai Thị Tuyết Nga (2021) các acid béo này cũng được ghi nhận trên cá bớp cát lát, bởi cá bớp giàu các acid béo không no, nhất là acid béo không no cao (PUFA) như C20:5 và C22:6, đây là các acid béo có lợi cho sức khoẻ [3]. Hàm lượng C22:6 trong phi lê cá rô phi vằn trong nghiên cứu này không nhiều bằng trong thịt cá bớp. Nghiên cứu của Nazemroaya và cộng sự (2009) cho thấy thành phần, hàm lượng các acid béo tự do bị ảnh hưởng bởi thời gian bảo quản đông [17]. Theo nghiên cứu của Ozden (2015) lượng acid béo no (SFA) tăng và lượng acid béo không no cao (PUFA) giảm khi bảo quản đông cá trong thời gian 120 ngày,

nguyên nhân là do có tiến trình oxy hóa xảy ra nên ảnh hưởng số lượng và chất lượng acid béo [21]. Điều này cũng được nhận thấy trên cá rô phi đỏ [19].

Bảng 2. Sự biến đổi một số thành phần acid béo trong quá trình bảo quản đông phi lê cá rô phi vằn

Acid béo	0 tháng	3 tháng	6 tháng	9 tháng	12 tháng
Acid béo no (SFA)					
C14:0	0,08	0,06	0,08	0,05	0,05
C16:0	0,65	0,55	0,77	0,48	0,39
C18:0	0,12	0,15	0,2	0,13	0,08
Acid béo không no 1 nối đôi (MUFA)					
C16:1	0,13	0,10	0,14	0,09	0,09
C18:1	0,85	0,69	1,03	0,72	0,59
C20:1	0,04	0,03	0,05	0,03	0
Acid béo không no (PUFA)					
C18:2	0,37	0,28	0,41	0,27	0,26
C18:3	0,05	0,04	0,06	0,04	0,04
C20:2	0,02	0	0,02	0,014	0
C20:3	0,02	0	0,02	0,02	0
C20:4	0,06	0,05	0,04	0,03	0
C22:6	0,04	0,05	0,05	0,04	0,03

3.2. Nghiên cứu sự biến đổi thành phần lipid của phi lê cá rô phi vằn trong quá trình bảo quản ở nhiệt độ lạnh ổn định

Kết quả phân tích ở bảng 3 cho thấy, khi bảo quản phi lê cá rô phi vằn ở nhiệt độ $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$, sự hình thành các acid béo tự do nhiều hơn, đồng thời các chỉ số peroxide và chỉ số TBARs cũng tăng cao hơn khi bảo quản ở nhiệt độ $1 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Kết quả phân tích ANOVA ở bảng 3 cho thấy, có sự khác biệt ý nghĩa ($p < 0,05$) về giá trị trung bình của lượng lipid, FFA và TBARs giữa các ngày bảo quản lạnh ở cả hai chế độ nhiệt độ $1 \pm 1^{\circ}\text{C}$ và $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Phi lê cá rô phi vằn bảo quản ở nhiệt độ $1 \pm 1^{\circ}\text{C}$ có lượng FFA thấp hơn so với khi bảo quản ở $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Điều này có thể giải thích, FFA được hình thành bởi quá trình thủy phân triglyceride và phospholipid trong cơ thịt cá dưới tác động của enzyme nội tại và vi sinh vật [13]; nhiệt độ thấp hơn có thể đã làm giảm hoạt độ của enzyme lipase và vi sinh vật sản sinh enzyme [1, 8]. Ngoài ra, FFA được xem là tiền chất oxy hoá của lipid, theo đó cơ thịt cá chứa nhiều FFA dễ bị oxy hoá hơn [26], nhanh hơn so với các chất béo trung tính và phospholipid, sự hình thành FFA

trong cá có thể làm tăng tiến trình oxy hóa [18]. PV là sản phẩm oxy hoá ban đầu của lipid, hợp chất này không bền dễ bị bẻ gãy liên kết tạo thành các sản phẩm oxy hoá thứ cấp, TBARs là sản phẩm oxy hoá thứ cấp được đo bằng phản ứng với acid thiobarbituric [25]. Do đó, sau 240 giờ bảo quản phi lê cá rô phi vẫn ở $4 \pm 1^\circ\text{C}$ chỉ số TBARs được ghi nhận là 1,23 mg MDA/kg trong khi đó chỉ số này sau

312 giờ ở $1 \pm 1^\circ\text{C}$ là 0,75 mg MDA/kg. Đồng thời, nghiên cứu chỉ phát hiện chỉ số PV sau 312 giờ bảo quản ở $1 \pm 1^\circ\text{C}$ và 240 giờ ở $4 \pm 1^\circ\text{C}$ với giá trị lần lượt là 2,00 meq/kg và 1,82 meq/kg. Nguyên nhân có thể là do lượng peroxide sinh ra ở giờ còn lại của quá trình bảo quản đã chuyển hết thành sản phẩm thứ cấp.

Bảng 3. Sự biến đổi thành phần lipid của phi lê cá rô phi theo thời gian bảo quản ở nhiệt độ $1 \pm 1^\circ\text{C}$ và $4 \pm 1^\circ\text{C}$

Nhiệt độ	Thời gian bảo quản (giờ)	Lipid (%)	FFA (%)	PV (meq/kg)	TBARs (mg MDA/kg)
$1 \pm 1^\circ\text{C}$	0	$0,68^a \pm 0,04$	$4,87^c \pm 0,11$	-	$0,11^a \pm 0,01$
	144	$2,51^d \pm 0,09$	$6,89^d \pm 0,11$	-	$0,91^c \pm 0,05$
	216	$1,66^b \pm 0,02$	$3,39^b \pm 0,05$	-	$0,85^b \pm 0,06$
	312	$1,81^c \pm 0,05$	$1,93^a \pm 0,05$	2,00	$0,75^b \pm 0,05$
$4 \pm 1^\circ\text{C}$	0	$0,68^a \pm 0,04$	$4,87^c \pm 0,11$	-	$0,11^a \pm 0,01$
	96	$3,35^c \pm 0,06$	$4,67^a \pm 0,08$	-	$0,49^a \pm 0,27$
	168	$2,90^b \pm 0,10$	$6,54^c \pm 0,24$	-	$1,02^b \pm 0,13$
	240	$3,36^c \pm 0,13$	$6,30^b \pm 0,05$	1,82	$1,23^b \pm 0,16$

Ghi chú: Trên cùng một cột, các chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) về các giá trị trung bình của các chỉ tiêu (lipid, FFA, TBARs) giữa các tháng bảo quản.

Bảng 4. Thành phần acid béo ở đầu và cuối thời gian bảo quản phi lê cá rô phi vẫn tại nhiệt độ $1 \pm 1^\circ\text{C}$ và $4 \pm 1^\circ\text{C}$

Acid béo	0 giờ	312 giờ, $1 \pm 1^\circ\text{C}$	240 giờ, $4 \pm 1^\circ\text{C}$
<i>Acid béo no (SFA)</i>			
C14:0	0	0,05	0,09
C16:0	0,15	0,43	0,82
C18:0	0,05	0,11	0,22
<i>Acid béo không no 1 nối đôi (MUFA)</i>			
C16:1	0	0,08	0,13
C18:1	0,17	0,54	1,02
C20:1	0	0	0,04
<i>Acid béo không no cao (PUFA)</i>			
C18:2	0,08	0,24	0,46
C18:3	0	0	0,06
C20:3	0	0	0,03
C20:4	0,04	0,04	0,06
C22:6	0	0,04	0,07

Kết quả phân tích ở bảng 4 cho thấy chất béo trong phi lê cá rô phi vẫn chứa nhiều acid béo không bão hoà. Thành phần acid béo của phi lê cá rô phi vẫn gồm có: acid myristic (C14:0), acid palmitic

(C16:0), acid palmitoleic (C16:1), acid stearic (C18:0), acid oleic (C18:1) là các acid béo thường gặp trong thủy sản. Phi lê cá rô phi vẫn có lượng SFA có xu hướng tăng sau 312 giờ bảo quản ở $1 \pm 1^\circ\text{C}$ với lượng C14:0 là 0,05% C16:0 là 0,43% C18:0 là 0,11% và 240 giờ bảo quản ở $4 \pm 1^\circ\text{C}$ với C14:0 là 0,09%; C16:0 là 0,82%, C18:0 là 0,22%. Cuối thời gian bảo quản lạnh có sự hình thành và hoặc/tăng nhẹ của một số acid béo không no có một nối đôi (MUFA) và acid béo không no cao (PUFA), trong đó có acid docosahexanoic-DHA (C22:6) ở cả hai nhiệt độ bảo quản.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết quả phân tích chất lượng lipid trên phi lê cá rô phi vẫn trong quá trình bảo quản lạnh/ lạnh đông cho thấy chỉ số TBARs đến cuối thời gian bảo quản chưa vượt quá giới hạn quy định. Lượng PV chỉ phát hiện ở cuối thời gian bảo quản lạnh của hai chế độ nhiệt độ $1 \pm 1^\circ\text{C}$ và $4 \pm 1^\circ\text{C}$. Nghiên cứu còn cho thấy lipid của phi lê cá rô phi vẫn có chứa các acid béo thường gặp trong thủy sản: acid myristic, acid palmitic, acid palmitoleic, acid stearic, acid oleic, ngoài ra còn có sự hiện diện của acid docosahexanoic-DHA là acid béo cần thiết cho việc phát triển trí não cho con người. Tuy nhiên cần tiếp

tục theo dõi những biến đổi thành phần acid béo tự do, các chỉ số PV, TBARs ở những điều kiện nhiệt độ bảo quản cao trong chuỗi cung ứng để có kết quả toàn diện hơn về sự biến đổi lipid của phi lê cá rô phi vằn trong quá trình bảo quản lạnh cuối chuỗi cung ứng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Trần Thị Huyền, Paulina Elzbieta Wasik (2017). Biến đổi chất lượng lipid của chả cá làm từ thịt cá (*Sebastes marinus*) xay trong quá trình bảo quản lạnh. *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, 2, p. 40-48.
- Nguyễn Hữu Khánh (2005). Tổng quan tình hình nuôi và tiêu thụ cá rô phi trên thế giới, một số giải pháp phát triển nuôi cá rô phi ở Việt Nam. *Thông tin Khoa học Công nghệ Kinh tế Thủy sản*, 10, p. 4-7.
- Mai Thị Tuyết Nga (2021). Thành phần hóa học cơ bản và sự biến đổi của một số chỉ tiêu hóa học và vật lý của cá bớp (*Rachycentron canadum*) cắt lát theo thời gian bảo quản lạnh. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 8, p. 134-141.
- Lê Thị Minh Thủy và Nguyễn Thị Kim Ngân (2017). Bảo quản fillet cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) đông lạnh bằng hợp chất gelatin kết hợp với gallic hoặc tannic acid. *Tạp chí Khoa học - Trường Đại học Cần Thơ*, 51, p. 72-79.
- VASEP (2018). *Sản lượng cá rô phi trên toàn cầu đến năm 2030, truy cập tại địa chỉ: <http://hoinghecvietnam.org.vn>, truy cập ngày 10/10/2018.*
- Baron, C. P., Kjørsgård, Inger V. H., Jessen, Flemming, Jacobsen, Charlotte (2007). Protein and lipid oxidation during frozen storage of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(20), p. 8118-8125.
- Beraquet, N., Iaderoza, M., Jardim, D. C. P., Lindo, M. K. K. (1983). Salting of mackerel (*Scomber japonicus*) II. Comparison between brining and mixed salting in relation to quality and salt uptake, *Coletaneado Instituto de Tecnologia de Alimentos*, 13, p. 175-198.
- Downes, F. P., Ito, K. (2001). *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. Washington DC, USA: American Public Health Association.
- Dragoev, S., et al. (1998). Study on the oxidative processes in frozen fish. *Bulgarian Journal of Agricultural Science (Bulgaria)*.
- Hardy, R. (1980). Fish lipids. Part 2. *Advances in fish science and technology*, p. 103-111.
- Hu, F. B., Bronner, Leslie, Willett, Walter C., Stampfer, Meir J., Rexrode, Kathryn M., Albert, Christine M., Hunter, David Manson, JoAnn E. (2002). Fish and omega-3 fatty acid intake and risk of coronary heart disease in women. *Jama*, 287(14), p. 1815-1821.
- Huss, H. H. (1994). *Assurance of seafood quality*, Food and Agriculture Org.
- Hwang, K. T. and J. M. R. (1993). Characteristics of mackerel mince lipid hydrolysis. *Journal of Food Science*, 58(1), p. 79-83.
- 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* and *Tilapia mosambicus*) fillets.
- Karel, M., K. Schaich, and R. B. Roy (1975). Interaction of peroxidizing methyl linoleate with some proteins and amino acids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 23(2), p. 159-163.
- Mai, N., Nguyen, D. and Nguyen, N (2020). Influence of frozen storage time and thawing methods on the microflora of thawed Nile tilapia fillets. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 414(1), p. 012011.
- Nazemroaya, S., M. Sahari, and M. Rezaei (2009). Effect of frozen storage on fatty acid composition and changes in lipid content of *Scomberomorus commersoni* and *Carcharhinus dussumieri*. *Journal of Applied Ichthyology*, 25(1), p. 91-95.
- Nazemroaya, S., Sahari, MA, Rezaei, M (2011). Identification of fatty acid in mackerel (*Scomberomorus commersoni*) and shark (*Carcharhinus dussumieri*) fillets and their changes during six month of frozen storage at 18 C. *Journal of Agricultural Science and Technology* 13, p. 553-566.
- Ng, W. K. and B., O. M. (2009). The impact of dietary oil source and frozen storage on the physical, chemical and sensorial quality of fillets

from market-size red hybrid tilapia, *Oreochromis sp.* *Food Chemistry*, 113(4), p. 1041-1048.

20. Nunes, M. L., I. Batista and R. M. De Campos (1992). Physical, chemical and sensory analysis of sardine (*Sardina pilchardus*) stored in ice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 59(1), p. 37-43.

21. Özden, Ö. (2005). Changes in amino acid and fatty acid composition during shelf-life of marinated fish. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(12), p. 2015-2020.

22. Raharjo, S., Sofos, J. N. and Schmidt, G. R. (1992). Improved speed, specificity and limit of determination of an aqueous acid-extraction thiobarbituric acid -C18 method for measuring lipid-peroxidation in beef. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40(11), p. 2182-2185.

23. Rosa, R. and M. L. Nunes (2004). Nutritional quality of red shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso), pink shrimp, *Parapenaeus longirostris* (Lucas) and Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (Linnaeus). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(1), p. 89-94.

24. Sullivan, J. C., and Budge, S. M. (2012). Fish oil sensory properties can be predicted using key oxidative volatiles. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114(5), p. 496-503.

25. Tenyang, N., Womeni, H. M., Tiencheu, B., Foka, N. H. T., Tchouanguep Mbiapo, F., Villeneuve, P. and Linder, M. (2013). Lipid oxidation of catfish (*Arius maculatus*) after cooking and smoking by different methods applied in Cameroon. *Food and Nutrition Science*, 4, p. 176-187.

26. Thiansilakul, Y., Benjakul, S. and Richards, M. P. (2010). Changes in heme proteins and lipids associated with off-odour of seabass (*Lateolabrax niloticus*) and red tilapia (*Oreochromis mossambicus*) during iced storage. *Food Chemistry*, 121(4), p. 1109-1119.

27. Yin, X., Luo, Y., Fan, H., Wu, H. and Feng, L. (2014). Effect of previous frozen storage on quality changes of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fillets during short-term chilled storage. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(6), p. 1449-1460.

STUDY ON CHANGES IN THE LIPID QUALITY OF NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) FILLETS DURING CHILL/FROZEN STORAGE AT FINAL STAGE OF SUPPLY CHAINS

Nguyen Thi Kieu Diem^{1,2}, Chau Van Dan³, Mai Thi Tuyet Nga²

¹Lecturer at the Faculty of Fisheries - Technology, Can Tho Technical Economic College

²Department of Food Technology, Faculty of Food Technology, Nha Trang University

³Department of Food Technology, College of Agriculture, Can Tho University

Summary

The study aimed to investigate the lipid quality changes of tilapia fillets during chilled and frozen storage. The results showed that during 12 months of cold storage at $-18 \pm 2^\circ\text{C}$, the free fatty acid (FFA) contents were 5.81, 3.55, 4.07 and 3.97 g/100 g fat after 3, 6, 9 and 12 months, respectively, while the thiobarbituric acid (TBARs) increased from 0.11 mg MDA/kg to 0.8 mg MDA/kg after 12 months of storage, the peroxide (peroxide value PV) was not detected. When storing tilapia fillets at a cool temperature of $4 \pm 1^\circ\text{C}$, FFA, PV and TBARs changed more than at $1 \pm 1^\circ\text{C}$. After 10 days at $4 \pm 1^\circ\text{C}$, the FFA content was 6.3%, the PV was 1.82 meq/kg and the TBARs index was 1.23 mg MDA/kg. While after 13 days of storage at $1 \pm 1^\circ\text{C}$, the FFA content was 1.93%, the PV was 2 meq/kg and the TBARs were 0.75 mg MDA/kg. Fatty acids such as myristic acid, palmitic acid, palmitoleic acid, stearic acid, oleic acid, arachidonic acid and docosahexaenoic acid (DHA) were found in tilapia fillets.

Keywords: Chilled, frozen, tilapia, fillets, lipid oxidation, peroxide, TBARs.

Người phản biện: TS. Đỗ Văn Nam

Ngày nhận bài: 14/6/2021

Ngày thông qua phản biện: 15/7/2021

Ngày duyệt đăng: 22/7/2021