

that *L. plantarum* with  $10^8$  CFU/g stimulated growth, significant difference in length and weight compared to the control after 21<sup>st</sup> day treatment ( $p < 0,05$ ). The weight gain (WG %) and length gain (LG%) increased highest at LAB10<sup>8</sup> treatment (345%), LAB10<sup>7</sup> (306,2%) and significantly different ( $p < 0,05$ ) from the control (272%). The total hemocytes cells, granulocytes and hyaline cells increased significantly ( $p < 0,05$ ) in LAB10<sup>7</sup> and LAB10<sup>8</sup> compared to the control. In short, using *L. plantarum* at density of  $10^8$  CFU/g could stimulate weight gain, and immune response in white leg shrimp.

**Keywords:** Growth, immunity, *Lactobacillus plantarum*, white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*)

Ngày nhận bài: 12/5/2020

Người phản biện: TS. Vũ Văn In

Ngày phản biện: 01/6/2020

Ngày duyệt đăng: 19/6/2020

## SỰ OXY HÓA VÀ ĐẶC TÍNH CHẤT LƯỢNG CƠ THỊT CÁ LÓC NUÔI Ở CÁC GIAI ĐOẠN BIẾN ĐỔI SINH HÓA

Trần Bạch Long<sup>1</sup>, Trần Thanh Trúc<sup>2</sup>, Nguyễn Văn Mười<sup>2</sup>

### TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu là xác định quá trình oxy hóa và chất lượng của cơ thịt cá lóc ở các giai đoạn biến đổi sinh hóa khi bảo quản ở nhiệt độ phòng ( $30 \pm 2^\circ\text{C}$ ) và nhiệt độ thấp ( $2 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Trong thí nghiệm này, cá lóc nuôi có khối lượng từ 500 ÷ 800 g/con được sơ chế ở dạng để nguyên con (chỉ loại nội tạng, vây, vây), kế tiếp được bảo quản ở hai nhiệt độ để giúp cá đạt đến giai đoạn sinh hóa khác nhau (trước tê cứng, tê cứng và chín sinh hóa). Kết quả khảo sát cho thấy, có sự thay đổi hoạt tính enzyme, sự oxy hóa và chất lượng cơ thịt cá lóc ở 3 giai đoạn biến đổi khác biệt có ý nghĩa thống kê;  $p < 0,05$ . Khi bảo quản ở nhiệt độ phòng ( $30 \pm 2^\circ\text{C}$ ) thời gian tê cứng diễn ra nhanh, pH sau giai đoạn tê cứng có sự tăng nhanh, tạo điều kiện thích hợp cho các enzyme trong cá phát triển hoạt động, quá trình tự oxy hóa cũng như sự biến tính protein nhanh dẫn đến sự suy giảm chất lượng đáng kể. Ngược lại, cá được bảo quản ở môi trường nhiệt độ thấp ( $2 \pm 2^\circ\text{C}$ ) lại cho thấy quá trình tê cứng kéo dài, pH tăng lại nhưng rất chậm, ức chế hoạt động enzyme lipooxygenase và enzyme protease. Sự oxy hóa lipid diễn ra chậm hơn, sự biến tính của protein cũng ít hơn, đặc tính chất lượng của cơ thịt cá tốt hơn khi bảo quản ở nhiệt độ thường.

**Từ khóa:** Cá lóc (*Channa striata*), bảo quản, enzyme, lipid, protein, nhiệt độ, oxy hóa

### I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phong trào nuôi cá lóc ngày càng gia tăng và không theo định hướng, quy hoạch. Nghề nuôi cá lóc đang phát triển mạnh ở các tỉnh Trà Vinh, Đồng Tháp, Vĩnh Long, Tiền Giang, An Giang, Bạc Liêu và Cà Mau. Theo Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2014), diện tích nuôi trồng thủy sản của các tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long năm 2013 chiếm 2/3 tổng diện tích nuôi trồng thủy sản cả nước và đối tượng chính trong cơ cấu đàn cá nuôi ở Đồng bằng sông Cửu Long hiện nay là cá lóc (Ngô Thị Minh Thúy và Trương Đông Lộc, 2015). Tỉnh Trà Vinh có hơn 2.100 hộ thả nuôi cá lóc, riêng huyện Trà Cú chiếm hơn 84% diện tích nuôi cá lóc toàn tỉnh, với khoảng 2.000 hộ thả nuôi, sản lượng thu hoạch đạt 20.100 tấn. Tại tỉnh Vĩnh Long, sản lượng thu hoạch trung bình mỗi năm khoảng gần 400 tấn. Trong khi đó, năng suất nuôi ở Phú Thọ, Phú Hiệp và An Long - tỉnh Đồng Tháp đạt khoảng 250 tấn/ha/vụ và ở các xã khác đạt năng suất 200 tấn/ha/vụ, thường thì

2 năm nuôi được 3 vụ cá, không có sự chênh lệch lớn về sản lượng từng vụ (Nguyễn Văn Mười và *ctv.*, 2016). Cá lóc (*Channa striata*) là một loài cá có giá trị ở dinh dưỡng chứa 17 acid amin và nhiều acid béo không no (Aliyu-Paiko *et al.*, 2012). Các nghiên cứu cho thấy rằng sự tổn thất của cá sau thu hoạch liên quan đến xử lý nguyên liệu không hiệu quả, liên quan đến quá trình bảo quản, những biến đổi hóa học luôn là xảy ra ở cá (Huss, 1995) dẫn đến suy giảm chất lượng và hư hỏng (Damodaran, 2007). Trong khi đó, nhiệt độ môi trường ở nước ta là điều kiện thuận lợi và thúc đẩy quá trình hư hỏng của cá. Chất lượng của cá bị ảnh hưởng bởi một số yếu tố, trong đó, một trong những điều quan trọng nhất là sự thay đổi sau khi chết và quá trình tê cứng sau khi chết (Yasmin *et al.*, 2001). Cá sau khi chết, creatine phosphate bị biến đổi trước quá trình phân hủy adenosine triphosphate (ATP). Khi creatine phosphate và ATP đạt được cùng nồng độ với ATP, hàm lượng ATP bắt đầu giảm (Watabe *et al.*, 1991) và bắt đầu xảy ra quá

<sup>1</sup> Nghiên cứu sinh ngành Công nghệ Sinh học, Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Cần Thơ; <sup>2</sup> Bộ môn Công nghệ Thực phẩm, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

trình tê cứng (Iwamoto *et al.*, 1987). Cơ thịt cá xảy ra giai đoạn tê cứng khi nồng độ ATP giảm xuống 1,25  $\mu\text{mol/g}$  (Fraser *et al.*, 1967), khi đó xảy ra các liên kết chéo giữa myosin và actin trong myofibrils, và liên kết actin và myosin hình thành vĩnh viễn (Pate and Browkow, 1980). Các nguyên nhân gây ra mềm thịt cá sau khi chết có thể là do suy yếu đĩa Z của myofibrils hoặc suy thoái các mô liên kết trong cơ thịt cá (Ando *et al.*, 1993), hoặc suy yếu các mối nối myosin-actin (Yamanoue and Takahashi, 1988). Một số phương pháp để đánh giá chỉ số tê cứng bằng cách đo trực tiếp dựa trên sự thay đổi của các tính chất vật lý và cơ học như chỉ số tê cứng (Bito *et al.*, 1983). Các phương pháp gián tiếp để đánh giá đó là sự thay đổi độ pH của các sản phẩm tự phân hủy trong quá trình tê cứng, vì nó liên quan đến sự phân hủy ATP. Chính vì vậy, nghiên cứu tiến hành đánh giá sự oxy hóa và thay đổi chất lượng của cơ thịt cá lóc ở các giai đoạn biến đổi của cá lóc sau khi giết mổ như hoạt động của enzyme, quá trình oxy hóa lipid, oxy hóa protein và chất lượng cơ thịt cá ở các giai đoạn biến đổi này.

## II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

Cá lóc (*Channa striata*) được thu mua từ vùng nuôi huyện Trà Cú, tỉnh Trà Vinh, khối lượng dao động trong khoảng từ 500 ÷ 800 g. Cá khi thu mua phải còn sống, khỏe mạnh, cá cần phải nguyên vẹn (không trầy xước), không có khuyết tật, nhiễm bệnh hay ký sinh trùng, đạt các yêu cầu dùng cho quá trình chế biến thực phẩm. Cá lóc sau khi mua được giữ sống trong thùng nhựa có chứa nước, thời gian vận chuyển về phòng thí nghiệm tối đa trong 3 giờ. Đến phòng thí nghiệm (Bộ môn Công nghệ thực phẩm, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ), cá được giữ ổn định trong bể nước ít nhất 1 giờ trước khi xử lý và tiến hành phân tích, khảo sát tiếp theo (Trần Bạch Long và *ctv.*, 2017).

Cá lóc được cân khối lượng 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. Cá được rửa trong nước muối với nồng độ 0,5%. Cá sau khi làm sạch được đem đi khảo sát các quá trình biến đổi sau khi chết ở các điều kiện môi trường khác nhau (Tran Bach Long *et al.*, 2017).

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Mục đích của thí nghiệm là đánh giá tác động của điều kiện bảo quản nguyên liệu đến sự biến đổi sinh hóa của cá lóc như hoạt động enzyme, quá trình tự

oxy hóa và chất lượng cơ thịt cá lóc nuôi ở các giai đoạn biến đổi sinh hóa của cá sau khi giết mổ.

Cá lóc nuôi xử lý như mục 2.1 và được phân tích thành phần nguyên liệu ban đầu sẽ được cho vào bao bì PA tránh tiếp xúc với môi trường không khí bên ngoài để không bị nhiễm vi sinh vật từ môi trường ngoài vào trong mẫu, kế tiếp được chia thành 2 nhóm: (1) bảo quản ở điều kiện nhiệt độ phòng ( $30 \pm 2^\circ\text{C}$ ) và (2) bảo quản ở điều kiện nhiệt độ lạnh ( $2 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Trước tiên, xác định thời gian xảy ra các biến đổi sinh hóa của cá lóc: trước tê cứng, tê cứng và chín sinh hóa được xác định bằng cách đo chỉ số tê cứng và sự thay đổi pH của cá. Sau khi xác định được các giai đoạn biến đổi sinh hóa tiến hành đánh giá biến đổi sinh hóa của cơ thịt cá lóc ở 3 giai đoạn như hoạt động enzyme, tự oxy hóa và chất lượng của cơ thịt cá lóc ở hai điều kiện bảo quản nhiệt độ phòng và nhiệt độ lạnh và tìm ra điều kiện bảo quản thích hợp cho cá lóc sau khi giết mổ.

#### 2.2.1. Phương pháp phân tích

Những chỉ tiêu cơ bản của nguyên liệu cũng như trong quá trình theo dõi chất lượng của thịt cá được phân tích và đo đạc theo phương pháp đã được quy định.

- Chỉ số tê cứng RI: Xác định theo phương pháp của Bito và cộng tác viên (1983)

$$RI (\%) = (D_0 - D)/D_0 \times 100$$

Trong đó:  $D_0$ : Khoảng cách từ đuôi cá đến mặt bàn ở thời điểm ban đầu ( $t = 0$ );  $D$ : Khoảng cách từ đuôi cá từ mặt bàn theo thời gian  $t$  (Hình 1).

- pH: Sử dụng pH kế, theo ISO 2917:1999(E).

- Hoạt tính enzyme lipoxygenase (nmol MDA/mg protein): Xác định theo phương pháp của Harris và Tall (1994) sử dụng cơ chất là acid inolenic.

- Hoạt tính enzyme protease (U/mg protein): Hỗn hợp 10 g cơ thịt cá lóc trích ly 40 mL đệm phosphate (pH 7,8) được trích ly trong thời gian 40 phút sau đó ly tâm trong 15 phút tại 9.000 vòng/phút ở  $4^\circ\text{C}$  (Trần Thanh Trúc và *ctv.*, 2014). Hoạt tính của enzyme protease được xác định theo phương pháp Anson (1938) cải tiến.

- Chỉ số peroxide (mEq/kg lipid): Chỉ số peroxide được phân tích theo phương pháp Michael and Oscar, (2003).

- Chỉ số sulfhydryl (-SH) ( $\mu\text{mol/g}$  protein): Chỉ số sulfhydryl được phân tích theo phương pháp Ellman (1959).

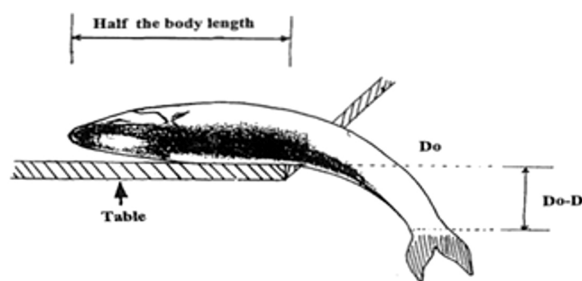
- Chỉ số thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) (mg MDA/Kg): Các chất phản ứng với TBA được xác định theo phương pháp của Lemon (1975) với một sự hiệu chỉnh nhỏ của Nguyễn Xuân Duy và Nguyễn Anh Tuấn (2013).

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

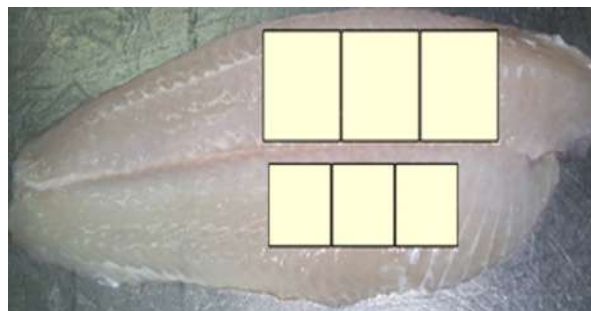
- Đặc tính cấu trúc ( $g_f$ ): Sử dụng máy đo cấu trúc Rheotex (Nhật Bản). Đo độ đàn hồi của cơ thịt cá bằng lực nén đến 4 mm, sử dụng đầu bi hình cầu có đường kính 5 mm. Đặc tính cấu trúc của mẫu là trung bình cộng của 6 kết quả đo đạc.

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

- Độ rỉ dịch (%): Cân khoảng 10 g 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 30 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 rỉ dịch (%) của thịt cá sau khi làm chín =  $(a - b) \times 100/a$ .



Hình 1. Phương pháp xác định chỉ số tê cứng



Hình 2. Các vị trí lấy mẫu đo cấu trúc

### 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, Copyright (C) PP, USA và phần mềm Excel. Phân tích phương sai (ANOVA) và kiểm định LSD để kết luận về sự sai khác giữa trung bình các nghiệm thức khác.

### 2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 01 năm 2017 đến tháng 5 năm 2018 tại Bộ môn Công nghệ Thực phẩm, Khoa Nông nghiệp và Viện Nghiên cứu & Phát triển Công nghệ Sinh học, trường Đại học Cần Thơ.

## III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Thời gian xảy ra các biến đổi sau khi chết của thịt cá lóc

Sự thay đổi chỉ số pH và chỉ số tê cứng của cá lóc được thể hiện ở bảng 1. Kết quả cho thấy sự thay đổi pH và mức độ tê cứng của cá lóc, thời gian bắt đầu tê cứng (TC) của cá nguyên ở điều kiện nhiệt độ phòng là 7,5 giờ và chuyển sang trạng thái chín sinh hóa (CSH) ở 9,5 giờ, trong khi cá bảo quản ở điều kiện nhiệt độ thấp là 20 giờ và chuyển sang trạng thái chín sinh hóa ở giờ thứ 29. Dựa trên khảo sát này, tiến hành đánh giá sự biến đổi sinh hóa của cá lóc sau khi giết mổ như hoạt tính của enzyme, sự oxy hóa và chất lượng cơ thịt cá lóc đối với cá bảo quản ở nhiệt độ phòng là sau khi giết mổ, giai đoạn TC khoản 7,5 giờ và giai đoạn CSH là sau 9,5 giờ. Đối với mẫu bảo quản ở điều kiện nhiệt độ lạnh (0 ÷ 2°C) sau 20 giờ để chuẩn bị mẫu trữ đông ở trạng thái tê cứng và sau 30 giờ đối với mẫu cá ở trạng thái chín sinh hóa.

Bảng 1. Tương quan giữa thời gian tê cứng và pH của cơ thịt cá lóc sau khi giết mổ

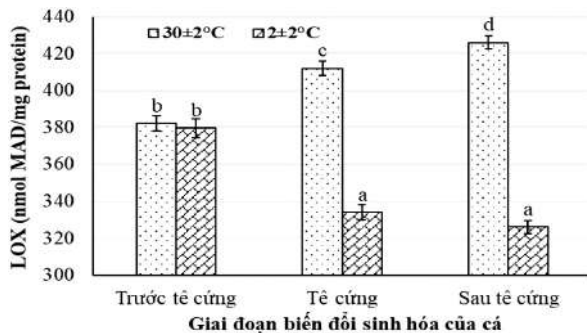
Trạng thái	Giai đoạn	Thời gian	pH cuối	Chỉ số tê cứng (%)
Nhiệt độ phòng (30 ± 2°C)	Trước tê cứng	0 <sup>a</sup>	6,75 <sup>a</sup> ± 0,13	0 <sup>a</sup>
	Tê cứng	7,55 <sup>b</sup> ± 0,32	5,76 <sup>c</sup> ± 0,07	81,03 <sup>c</sup> ± 2,57
	Chín sinh hóa	9,58 <sup>c</sup> ± 0,27	5,88 <sup>bc</sup> ± 0,11	77,23 <sup>b</sup> ± 1,92
Nhiệt độ thấp (0 ÷ 2°C)	Trước tê cứng	0 <sup>a</sup>	6,83 <sup>a</sup> ± 0,14	0 <sup>a</sup>
	Tê cứng	19,76 <sup>d</sup> ± 0,35	5,80 <sup>c</sup> ± 0,12	81,28 <sup>c</sup> ± 1,92
	Chín sinh hóa	29,18 <sup>e</sup> ± 0,27	6,02 <sup>b</sup> ± 0,14	77,72 <sup>b</sup> ± 2,08

Ghi chú: Số liệu được biểu thị dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn với n = 3.

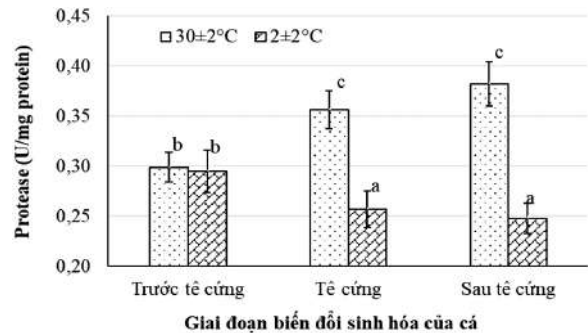
### 3.2. Ảnh hưởng của giai đoạn biến đổi sinh hóa đến sự oxy hóa lipid và protein

Sự oxy hóa lipid và oxy hóa protein chỉ quan sát ở các giai đoạn biến đổi sinh hóa (sau khi giết mổ,

tê cứng và chín sinh hóa) thông qua các sự thay đổi hoạt động của enzyme như lipoxygenase (LOX) và protease và các sản phẩm do quá trình oxy hóa.



a) Enzyme lipoxygenase



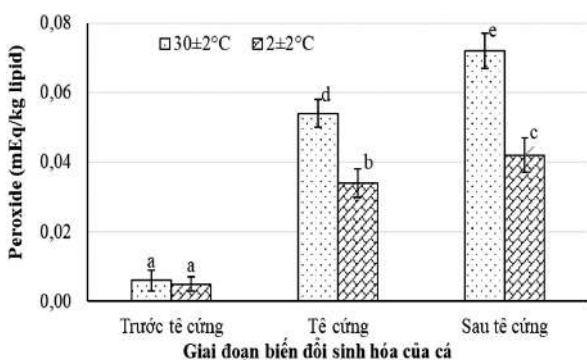
b) Enzyme protease

**Hình 3.** Ảnh hưởng của nhiệt độ bảo quản đến hoạt động của enzyme ở các giai đoạn biến đổi sinh hóa của cá lóc

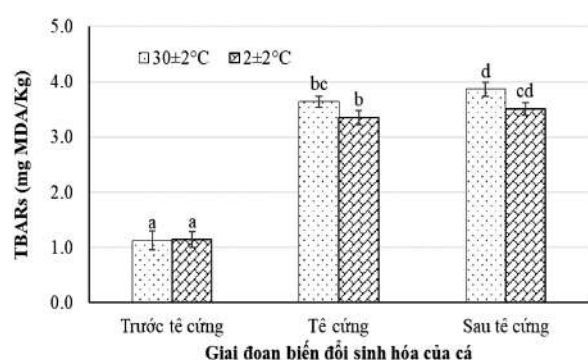
Nhìn chung kết quả ở hình 3 cho thấy hoạt tính của enzyme ở 3 giai đoạn biến đổi sinh hóa có sự khác biệt ý nghĩa thống kê. Tuy nhiên, khi bảo quản ở nhiệt độ thấp hoạt tính enzyme sẽ giảm, ngược lại khi bảo quản nhiệt độ phòng hoạt tính enzyme sẽ tăng. Hình 3a cho thấy rằng hoạt động của enzyme LOX trong cơ thịt cá lóc ở 3 giai đoạn biến đổi sinh hóa có sự thay đổi khi bảo quản ở hai nhiệt độ  $30 \pm 2^\circ\text{C}$  và  $2 \pm 2^\circ\text{C}$ . Hoạt tính của enzyme tăng theo các giai đoạn biến đổi, hoạt tính ban đầu là  $382,16 \pm 4,2$  (nmol MAD/mg protein) tăng lên  $426,07 \pm 3,6$  (nmol MAD/mg protein) ở giai đoạn chín sinh hóa khi bảo quản ở nhiệt độ  $30 \pm 2^\circ\text{C}$ . Trong khi đó, cơ thịt cá khi bảo quản ở nhiệt độ  $2 \pm 2^\circ\text{C}$  hoạt tính của enzyme có thể bị cũng ức chế, chính vì vậy qua các giai đoạn biến đổi hoạt tính của enzyme ban đầu từ  $379,58$  (nmol MAD/mg protein) giảm xuống còn  $326,07$  (nmol MAD/mg protein). Tương tự hoạt tính của enzyme LOX thì hoạt tính của enzyme protease (hình 3b) cũng cho thấy khi bảo quản ở nhiệt độ

$2 \pm 2^\circ\text{C}$  gây ức chế và làm giảm hoạt tính enzyme từ  $0,299$  xuống còn  $0,248$  (U/mg protein), đối với nhiệt độ  $30 \pm 2^\circ\text{C}$  có thể thúc đẩy và tạo điều kiện cho hoạt động enzyme dẫn đến ở giai đoạn chín sinh hóa hoạt tính của enzyme tăng lên  $0,382$  U/mg protein.

Kết quả ở hình 4 đánh giá sơ bộ cho thấy rằng qua các giai đoạn biến đổi thì sản phẩm của quá trình oxy hóa sẽ tăng lên và khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ ), tuy nhiên mức độ tăng còn phụ thuộc vào sự biến đổi sinh hóa nhanh hay chậm, và điều đó liên quan đến nhiệt độ. Hình 4a cho thấy giá trị peroxide tăng nhanh hơn khi bảo quản ở nhiệt độ  $30 \pm 2^\circ\text{C}$ , giá trị PV tăng từ  $0,06$  đến  $0,049$  (mEq/kg lipid). Trong khi đó ở nhiệt độ bảo quản thấp giá trị PV chỉ tăng lên  $0,042$  (mEq/kg lipid). Đối với các sản phẩm thứ cấp của quá trình oxy hóa lipid thông qua chỉ số TBARS cũng cho kết quả tương tự, chỉ số TBARS tăng lên từ  $1,13$  (mgMAD/Kg) lên  $3,51$  (mgMAD/Kg) ở nhiệt độ  $2 \pm 2^\circ\text{C}$  và lên đến  $3,87$  (mgMAD/Kg) ở nhiệt độ  $30 \pm 2^\circ\text{C}$ .



a) Chỉ số peroxide

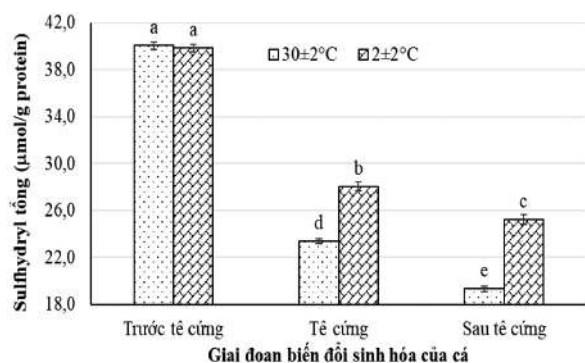


b) Chỉ số TBARS

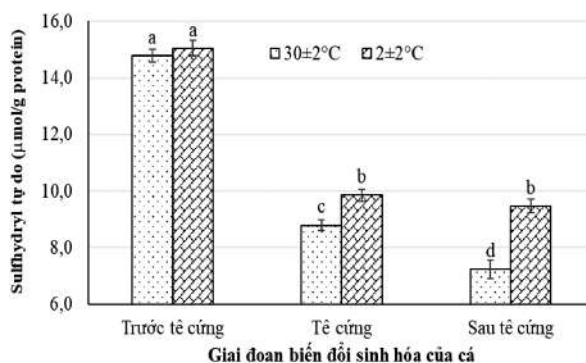
**Hình 4.** Ảnh hưởng của nhiệt độ bảo quản đến sự oxy hóa lipid của cơ thịt cá lóc ở các giai đoạn biến đổi sinh hóa khác nhau

Nhóm sulfhydryl (SH) tổng và tự do trong cơ thịt cá cũng có sự giảm ở 3 giai đoạn biến đổi sinh hóa (khác biệt có ý nghĩa thống kê;  $p < 0,05$ ) và mức độ suy giảm của nhóm SH tổng và tự do sẽ nhanh hơn khi bảo quản ở nhiệt độ phòng. Trong khi đó, bảo quản ở nhiệt độ thấp, sự biến tính protein ít hơn.

Tóm lại, nhiệt độ tác động lên các giai đoạn chuyển hóa và các biến đổi khác như hoạt động của enzyme, quá trình oxy hóa lipid và oxy hóa protein từ đó tác động đến đặc tính chất lượng cơ thịt cá lóc sau khi giết mổ.



a) Tổng nhóm sulfhydryl



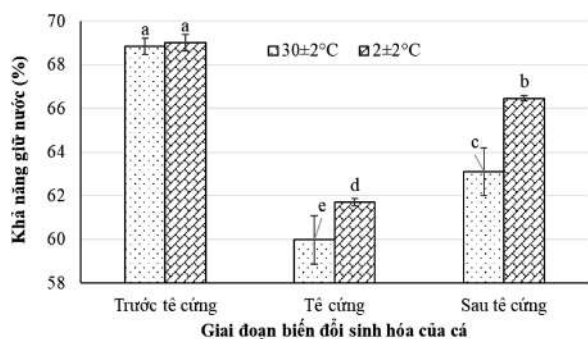
b) Nhóm sulfhydryl tự do

Hình 5. Sự oxy hóa protein của cơ thịt cá lóc ở giai đoạn sinh hóa trong điều kiện bảo quản ở hai nhiệt độ khác nhau

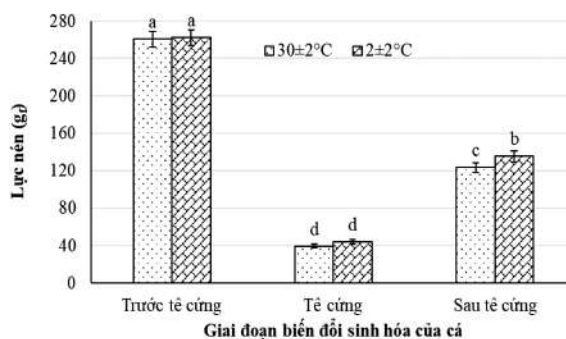
### 3.3. Sự oxy hóa lipid và protein ảnh hưởng đến chất lượng cơ thịt cá theo giai đoạn biến đổi sinh hóa

Theo nghiên cứu của Ladrat và cộng tác viên (2006), đặc tính cấu trúc được hầu hết người tiêu dùng cho là quan trọng nhất. Bên cạnh đó, khả năng giữ nước (WHC) là một trong những tính chất quan trọng cho các sản phẩm chế biến, WHC của nguyên

liệu sẽ ảnh hưởng đến sự mọng nước của sản phẩm cuối. Cùng với việc giảm WHC là sự rỉ dịch, đây là nguyên nhân gây mất mát các thành phần chất khô hòa tan và cũng là nguyên nhân làm giảm giá trị thực phẩm (Pawar and Magar, 1965). Ảnh hưởng của các giai đoạn chuyển hóa đến chất lượng được tổng hợp ở hình 6 và 7.



a) Khả năng giữ nước



b) Lực nén

Hình 6. Sự thay đổi khả năng giữ nước và cấu trúc cơ thịt cá ở giai đoạn sinh hóa trong điều kiện bảo quản ở hai nhiệt độ khác nhau

Kết quả phân tích hình 6a cho thấy WHC cao nhất ở các giai đoạn trước tê cứng (TTC) và không có sự khác biệt về mặt thống kê giữa cá giữ ở nhiệt độ phòng và cá giữ ở nhiệt độ thấp, nguyên nhân do các enzyme nội tại phân giải protein thuộc nhóm cathepsin chứa trong mô cơ vẫn chưa được giải phóng (Jacobson *et al.*, 2010), dẫn đến không có sự biến đổi nhiều của WHC nguyên liệu.

Mặt khác, tại giai đoạn tê cứng WHC của cá bảo quản ở nhiệt độ phòng đạt được lại thấp nhất, kể đến là cá bảo quản ở nhiệt độ thấp và có sự khác biệt rõ về mặt thống kê. Nguyên nhân dẫn đến WHC của nguyên liệu kém trong giai đoạn này đầu tiên là do khi pH giảm dần, các protein sợi cơ, actin và myosin cũng dần tiến đến điểm đẳng điện (pI), tại đó các phân tử protein không mang điện và có xu hướng

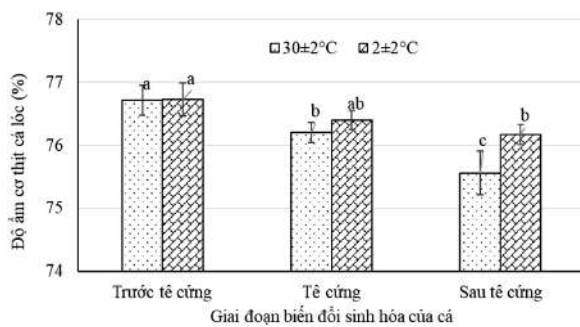
mất nước mạnh (Jacobson *et al.*, 2010), nguyên nhân thứ hai là phân tử protein có xu hướng co ngắn lại, dẫn đến có sự trục xuất nước ra khỏi tế bào sợi cơ làm cho nước trong tế bào không còn khả năng liên kết chặt chẽ để bị tách ra khỏi nguyên liệu (Nazir *et al.*, 1963). Bên cạnh đó, nguyên nhân dẫn đến lượng nước ở giai đoạn tê cứng được bảo quản trong điều kiện nhiệt độ thấp thoát ra ít hơn là do sự di chuyển của các phân tử bên trong nguyên liệu ở điều kiện thấp ổn định (Hwang *et al.*, 1991).

Kết quả thu được ở giai đoạn CSH cho thấy WHC khi bảo quản ở nhiệt độ phòng có sự tăng trở lại, cá được bảo quản ở nhiệt độ thấp lại có sự tăng WHC lên rất cao so với giai đoạn trước tê cứng và gần như không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê so với cá ở giai đoạn trước tê cứng. Nguyên nhân là do lúc này xuất hiện sự phân ly của actomyosin một phần thành actin và myosin (Nguyễn Trọng Cần và Nguyễn Lệ Hà, 2015), chính sự phân ly này làm tăng số trung tâm ưa nước của protein làm tăng khả năng liên kết của mô cơ. Tuy nhiên, lại có sự khác biệt lớn về khả năng giữ nước ở giai đoạn CSH giữa hai nhiệt độ bảo quản là do ở nhiệt độ phòng, sự phân giải protein do hoạt động của enzyme nội tại và vi sinh vật diễn ra nhanh chóng (Lương Đức Phẩm, 2002), làm giảm tính bền vững của mô cơ dẫn đến WHC chỉ tăng lại trong thời gian ngắn sau đó lại tiếp tục giảm khi bảo quản ở nhiệt độ phòng. Trong khi đó, bảo quản điều kiện nhiệt độ thấp sẽ ức chế được sự phân hủy do vi sinh vật cũng như quá trình thối rửa, lúc này chỉ còn lại sự tự phân giải làm phân ly và suy yếu của actomyosin làm tăng số trung tâm ưa nước, kết quả

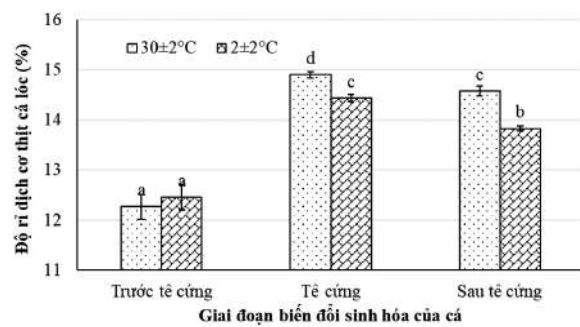
làm tăng khả năng liên kết với mô cơ (Nguyễn Trọng Cần và Nguyễn Lệ Hà, 2015).

Hình 6b cũng cho thấy cấu trúc nguyên liệu (thể hiện qua lực nén) khi giữ ở nhiệt độ thấp tốt hơn so với mẫu bảo quản ở nhiệt độ phòng có sự khác biệt lớn về ý nghĩa thống kê, ở nhiệt độ thấp pH nguyên liệu có xu hướng giảm chậm (Lawrie and Leadward, 2006). Bên cạnh đó, cũng có thể quan sát được trong cùng môi trường bảo quản, cấu trúc nguyên liệu trong mỗi giai đoạn cũng khác nhau, nguyên liệu có cấu trúc tốt nhất là mẫu ở giai đoạn trước tê cứng, kể đến là giai đoạn tự chín và giai đoạn tê cứng là giai đoạn có cấu trúc kém nhất. Tuy nhiên, khi quá trình tê cứng kết thúc dẫn đến pH thịt tăng trở lại làm cho cấu trúc cơ thịt lúc đó sẽ có xu hướng dẫn mềm mại trở lại (Lawrie and Leadward, 2006). Mặt khác, có thể nói khi cá có chỉ số tê cứng cao dẫn thì độ đàn hồi của nguyên liệu sẽ giảm dần theo thời gian, nhưng điều này vẫn còn phải tùy thuộc vào nhiều yếu tố, nghiên cứu của Ando và cộng tác viên (1991) cũng đã khẳng định sự tương quan này.

Phân tích kết quả từ hình 7a cho thấy, độ ẩm nguyên liệu chỉ có sự khác biệt duy nhất ở giai đoạn chín sinh hóa khi bảo quản ở nhiệt độ phòng, ở những mẫu khác không cho thấy sự khác biệt về ý nghĩa. Nguyên nhân dẫn đến hiện tượng này có thể lý giải do quá trình tê cứng ở nhiệt độ phòng đến nhanh thúc đẩy đồng thời cả hai hoạt động của cathepsin và calpain (Jacobson *et al.*, 2010), điều này dẫn đến tốc độ thủy phân protein nhanh, lượng nước sử dụng cho quá trình thủy phân protein nhiều dẫn đến lượng nước mất đi nhiều, hàm lượng ẩm giảm xuống.



a) Độ ẩm cơ thịt cá lóc



b) Độ rỉ dịch cơ thịt cá lóc

**Hình 7.** Ảnh hưởng của điều kiện bảo quản đến độ ẩm và độ rỉ dịch cơ thịt cá lóc ở 3 giai đoạn biến đổi sinh hóa

Hình 7b cho thấy rằng rỉ dịch ở mẫu cá trong giai đoạn tê cứng cao nhất là mẫu bảo quản nhiệt độ phòng, ở nhiệt độ thấp giai đoạn này lượng rỉ ra cũng là cao nhất, nhưng thấp hơn rất nhiều so

với mẫu bảo quản ở nhiệt độ phòng và có sự khác biệt lớn về ý nghĩa thống kê, chính do sự giảm pH về gần điểm đẳng điện (pI) của protein cơ làm cho lượng nước liên kết bị tách ra bởi vì lượng nước này

tồn tại trên bề mặt các hạt keo và được duy trì nhờ vào trường lực phân tử (Surette *et al.*, 1988). Thêm vào đó, sự kết hợp actin hình cầu và myosin dạng sợi trong giai đoạn này làm giảm số trung tâm ưa nước xuống do đó nước thoát ra nhiều hơn (Nguyễn Trọng Cẩn và Nguyễn Lệ Hà, 2015). Ở giai đoạn CSH, độ rỉ dịch của nguyên liệu có xu hướng được cải thiện hơn, do lúc này có sự phân ly của actomyosin làm số lượng các trung tâm ưa nước tăng lên. Tuy nhiên, nguyên liệu bảo quản ở nhiệt độ thấp cho thấy sự cải thiện rõ rệt và có sự khác biệt lớn so với mẫu bảo quản ở nhiệt độ thường. Nhìn chung, cá lóc sau khi giết mổ bảo quản ở nhiệt độ thấp (0 - 2°C) kéo dài thời điểm chuyển sang giai đoạn tê cứng, giai đoạn tự chín của nguyên liệu có thể được kiểm soát tốt khi bảo quản ở nhiệt độ này, điều này giúp tạo điều kiện cho việc nghiên cứu sự oxy hóa và sản phẩm có giá trị dinh dưỡng cao hơn.

#### IV. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng quá trình bảo quản ảnh hưởng đến sự biến đổi sinh hóa của cá lóc như sự thay đổi hoạt tính enzyme, sự oxy hóa cơ thịt và làm suy giảm chất lượng nguyên liệu. Kết quả thí nghiệm cho thấy, sự thay đổi hoạt tính enzyme, sự oxy hóa và chất lượng cơ thịt cá lóc ở 3 giai đoạn biến đổi khác biệt có ý nghĩa thống kê;  $p < 0,05$ . Khi bảo quản ở nhiệt độ phòng ( $30 \pm 2^\circ\text{C}$ ) thời gian tê cứng diễn ra nhanh từ 7,5 đến 9,5 giờ, pH sau giai đoạn tê cứng có sự tăng nhanh, tạo điều kiện thích hợp cho các enzyme lysoxygenase, enzyme protease trong cá phát triển hoạt động, khiến cho quá trình tự oxy hóa cũng như sự biến tính protein nhanh hơn. Ngược lại, cá được bảo quản ở môi trường nhiệt độ thấp ( $2 \pm 2^\circ\text{C}$ ) ức chế các hoạt động enzyme lysoxygenase, enzyme protease. Sự oxy hóa lipid diễn ra chậm hơn, sự biến tính của protein cũng ít hơn, đặc tính chất lượng của cơ thịt cá tốt hơn khi bảo quản ở nhiệt độ thường.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

Nguyễn Trọng Cẩn và Nguyễn Lệ Hà, 2015. *Giáo trình Công nghệ chế biến thịt và thủy sản*. Nhà xuất bản Đại học Công nghiệp TP. Hồ Chí Minh: 312 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.

Nguyễn Văn Mười, Trần Thanh Trúc, Trần Bạch Long, Trần Thế Hiển, Huỳnh Ngọc Tâm, 2016. Hoàn thiện công nghệ chế biến sản phẩm từ cá lóc (chả cá, chà bông cá và khô cá và thử nghiệm quy

mô sản xuất doanh nghiệp vừa và nhỏ. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu cấp tỉnh. Trà Vinh. 386 trang.

Lương Đức Phẩm, 2002. *Vi sinh học và an toàn vệ sinh thực phẩm*. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội. 423 trang.

Ngô Thị Minh Thúy và Trương Đông Lộc, 2015. Phân tích hiệu quả tài chính của mô hình nuôi cá lóc đen và nhận thức người nuôi tại Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học - Trường Đại học Cần Thơ*, 36(D): 108-115.

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 Khoa học - Trường Đại học Cần Thơ, số Thủy sản*: 8-14.

Tiêu chuẩn Việt Nam 4835-2002, ISO 2917:1999, 2002. Thịt và các sản phẩm thịt - Đo độ pH - phương pháp chuẩn. Bộ Khoa học Công nghệ, Hà Nội: 1-10.

Aliyu-Paiko, M., R. Hashim. and Amuzat. A., 2012. Comparison of the wholebody composition of fatty acids and amino acids between reared and wild snakehead fish (*Channa striata*, Bloch 1793) Juveniles. *Asian Fisheries Science*, 25: 330-342.

Ando, M., Toyohara. H. and Shimizu. Y., 1991. Post-Mortem Tenderization of Fish Muscle Proceeds Independently of Resolution of Rigor Mortis. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57 (6): 1165-1169.

Ando, M., Toyohara. H., Shimizu. Y., and Sakaguchi. M., 1993. Postmortem tenderization of fish muscle due to weakening of pericellular connective tissue. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59: 1073-1076.

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

Bito, M., Yamada. K., Mikumo. Y., and Amano. K., 1983. Studies on rigor mortis of fish. 1. Difference in the mode of rigor mortis among some varieties of fish by modified Cutting's method. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab*, 109: 89-96.

Damodaran, S., 2007. Amino Acids, Peptides and Proteins. In: S. Damodaran, O.R. Fennema and K. L. Parkin (Editors). *Fennema's Food Chemistry*, Fourth Edition. Boca Raton, London, New York: CRC Press: 217-330.

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

Fraser, D. I., J. R. Dingle., J. A. Hines., S. C. Nowlan and W.J. Dyer, 1967. Nucleotide degradation, monitored by thin-layer chromatography, and associated post-mortem changes in relaxed cod muscle. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 23: 1837-1841.

Harris, P. and J. Tall, 1994. Rancidity in fish. In: J. C. Allen and R. J. Hamilton (Editors). *Rancidity in Foods*. Blackie Academic and Professional. Glasgow, Scotland: 256-270.

- Honikel, K.O., and Hamm, R.**, 1994. Measurement of water-holding capacity and juiciness. In: *Advances in Meat Research. Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products* (ed. A.M. Pearson and T.R. Dutson). Blackie Academic and Professional. London, UK. 9: 125-161.
- Huss, H.**, 1995. *Quality and quality changes in fresh fish*. FAO Fisheries Technical Rome, Italy: 348 pp.
- Hwang, G. C., H. Ushio, S. Watabe. M. Iwamoto and K. Hashimoto**, 1991. The effect of thermal acclimation on rigor mortis progress of carp stored at different temperature. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59: 721-727.
- Iwamoto, M., H. Yamanaka, S. Watabe and K. Hashimoto**, 1987. Effect of storage temperature on rigor mortis and ATP degradation in plaice muscle. *Food Sci.*, 52: 1514-1517.
- Jacobson, P.C., H.G. Stefan and D. L. Pereira**, 2010. Coldwater fish exothermal habitat in Minnesota lakes: influence of total phosphorus, July air temperature, and relative depth. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 67 (12): 2002-2013.
- Ladrat, D. C., R. Chéret, R. Taylor and V. V. Bagnis**, 2006. Trends in postmortem aging in fish: Understanding of proteolysis and disorganization of the myofibrillar structure. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46 (5): 409-421.
- Lawrie, R.A. and Ledward, D.A.**, 2006. *Lawrie's Meat Science*. 6<sup>th</sup> Edition, Woodhead, Cambridge, 11-30.
- Lemon, D. W.**, 1975. An improved TBA test for rancidity. *New Series Circular*, 51: 52-55.
- Michael, C. Q., A. P. Oscar**, 2003. Fat Characterization. In: S. Suzanne Nielsen (Editor). *Food Analysis Laboratory Manual*. Springer. USA. Pp. 103-113.
- Mohr, C. F.**, 1856. Neue Massanalytische Bestimmung des Chlors in Verbindungen. *Justus Liebig's Annalen der Chemie*, 97: 335-338.
- Nazir, D. J. and N. G. Magar**, 1963. Biochemical changes in fish muscle during rigor mortis. *Food Sci.*, 28(1): 1-7.
- Pate, E.F. and C. J. Brokaw**, 1980. Cross-bridge behaviour in rigor-muscle. *Biophys. Struct. Mech.*, 7: 51-54.
- Pawar, S.S. and N.G. Magar**, 1965. Biochemical changes in catfish, tilapia and mrigal fish during rigor mortis. *J. Food Sci.*, 30, 121-125.
- Surette, M.E., T.A. Gill, T.A. and P.J. Blanc**, 1988. Biochemical basis of postmortem nucleotide catabolism in cod (*Gadus morhua*) and its relationship to spoilage. *J. Agric. Food Chem.*, 36: 19-22.
- 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. In *Proceedings of the 15<sup>th</sup> ASEAN Conference on Food Science and Technology*. November 14-17, 2017 Ho Chi Minh City, Vietnam, 3: 399-404. ISBN: 978 604 67 1007-3.
- Watabe, S., M. Kamal and K. Hashimoto**, 1991. Post mortem changes in ATP, creatine phosphate, and lactate in sardine muscle. *Food Sci.*, 56: 151-154.
- Yamanoue, M. and Takahashi. K.**, 1988. Effect of paratropomyosin on the increase in sarcomere length of rigor-shortened skeletal muscles. *J. Biochem.*, 103: 843-847.
- Yasmin, L., K. Ahmed, M. Kamal and Y. Ochiai**, 2001. Changes in ATPase activity and solubility of myofibrillar proteins from Indian major carps during ice-storage. *Bull. Fac. Edu. Ibaraki Univ. (Nat. Sci.)*, 49: 131-137.

## Effects on rigor index to oxidation and quality of snake-head fish culture

Tran Bach Long, Tran Thanh Truc, Nguyen Van Muoi

### Abstract

The objective of the study was to determine the oxidation and quality of the post-mortem status of snakehead fish during storage at room temperature ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ) and refrigerator temperature ( $2 \pm 2^\circ\text{C}$ ). In this experiment, snakehead fishes weighing  $500 \div 800$  g were processed in complete whole (removal of viscera, fins, scales), and stored at two temperatures to help fish reach different biochemical stages (pre-rigor, in-rigor and post-rigor). The results showed that there was a change in enzyme activity, oxidation and quality of snakehead fish muscle at three different stages of change with statistical significance;  $p < 0.05$ . When storing at room temperature ( $30 \pm 2^\circ\text{C}$ ), the time of the numbness occurs quickly, the pH after in-rigor increases rapidly, creating favorable conditions for enzymes in fish to develop and function. Lipid oxidation, protein denaturation changes rapidly, and creates an environment suitable for the development, difficult to control microorganisms, a significant deterioration of quality. On the other hand, fish during storage at refrigerator temperatures ( $2 \pm 2^\circ\text{C}$ ) showed in-rigor prolonged, pH increased slowly, inhibited lipoxigenase, protease enzymes. Lipid oxidation changes more slowly, less protein denaturation, quality characteristics of fish meat better than fish stored at room temperature.

**Keywords:** Snakehead fish (*Channa striata*), storage, enzyme, lipid, protein, temperature, oxidation

Ngày nhận bài: 01/6/2020  
Ngày phản biện: 10/6/2020

Người phản biện: TS. Lê Thị Minh Thủy  
Ngày duyệt đăng: 19/6/2020