



DOI:10.22144/ctu.jvn.2017.081

## BẢO QUẢN FILLET CÁ TRA (*Pangasianodon hypophthalmus*) ĐÔNG LẠNH BẰNG HỢP CHẤT GELATIN KẾT HỢP VỚI GALLIC HOẶC TANNIC ACID

Lê Thị Minh Thủy, Nguyễn Thị Kim Ngân, Đinh Lê Thị Thúy Dân và Nhâm Đức Trí  
 Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 22/12/2016

Ngày nhận bài sửa: 28/03/2017

Ngày duyệt đăng: 30/08/2017

### Title:

The coating effects of gelatin incorporated with gallic or tannic acid on storage quality of frozen Tra catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fillets

### Từ khóa:

Gelatin, gallic acid, tannic acid, cá tra phi lê.

### Keywords:

Gelatin, gallic acid, tannic acid, Tra catfish fillet

### ABSTRACT

The present study was conducted to evaluate the effect of gelatin coating incorporated with gallic or tannic acid on the quality of frozen Tra catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fillet. The results showed that the texture and sensory quality of sample coated in gelatin solution at the concentration of 1.5% incorporated with 2% gallic acid or 2% tannic acid was not affected to the product. However, peroxide values (1.25 and 1.2 meq/kg) and TBARS index (3.01 and 2.91 mgMDA/kg) of samples coated in gelatin-gallic acid or tannic acid were significant different and lower than samples coated in sodium tripolyphosphate-STPP (1.61 meq/kg and 4.37mgMDA/kg) and the blank (2.64 meq/kg and 5.44 mgMDA/kg). The results indicated that using gelatin coating combined with gallic or tannic acid could effectively by prevent the lipid oxidation of Tra catfish fillet during the frozen storage.

### TÓM TẮT

Nghiên cứu được tiến hành nhằm đánh giá ảnh hưởng của gelatin kết hợp với gallic acid hoặc tannic acid đến sự giảm thất thoát khối lượng sau khi lạnh đông – tan giá và sự oxy hóa lipid thông qua chỉ số PV và TBARS cá tra phi lê đông lạnh. Kết quả nghiên cứu cho thấy, mẫu nhúng trong dung dịch gelatin nồng độ 1,5% có bổ sung gallic acid 2% hoặc tannic acid 2% không ảnh hưởng đến cấu trúc và chất lượng cảm quan của sản phẩm. Tuy nhiên, chỉ số peroxide (1,25 và 1,2 meq/kg) và TBARS (3,01 và 2,91 mgMDA/kg) của mẫu nhúng trong dung dịch gelatin bổ sung gallic hoặc tannic acid khác biệt có ý nghĩa thống kê và thấp hơn so với mẫu nhúng STPP (1,61 meq/kg và 4,37 mgMDA/kg) và mẫu trắng (2,64 meq/kg và 5,44 mgMDA/kg). Sử dụng gelatin kết hợp với gallic acid hoặc tannic acid bảo quản fillet cá tra đông lạnh cho hiệu quả hạn chế sự oxy hóa lipid của sản phẩm.

Trích dẫn: Lê Thị Minh Thủy, Nguyễn Thị Kim Ngân, Đinh Lê Thị Thúy Dân và Nhâm Đức Trí, 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. 51b: 72-79.

## 1 GIỚI THIỆU

Hiện nay, trong thực tế sản xuất, các doanh nghiệp sản xuất cá tra fillet đông lạnh đều thực hiện bước ngâm quay tăng trọng (Phosphate hoặc Non phosphate) để làm tăng khối lượng cho thủy

sản nhờ tăng hàm lượng ẩm trong cơ thịt, hạn chế sự tổn thất chất dinh dưỡng nhờ hút nước từ môi trường ngâm quay và giữ lượng nước trong cơ thịt. Nhưng hiện nay, theo Nghị định số 36/2014/NĐ-CP ngày 29/04/2014 của Chính phủ về nuôi, chế biến và xuất khẩu sản phẩm cá Tra đã quy định tất

cả các sản phẩm cá tra xuất khẩu không được phép vượt quá 83% về hàm lượng ẩm và 10% về tỷ lệ mỡ băng, điều này gây rất nhiều khó khăn cho các doanh nghiệp. Chính sự gia tăng ẩm trong sản phẩm sau khi ngâm quay trong hóa chất ngâm tăng trọng là nguyên nhân chính cho sự tồn thất khối lượng sau khi rã đông. Vì vậy, cần phải có một giải pháp để thay thế các hợp chất ngâm quay tăng trọng nhằm đảm bảo chất lượng sản phẩm trong suốt quá trình lạnh đông, tan giá.

Gelatin là một polymer tự nhiên, có khả năng tạo màng, màng này có khả năng kháng khuẩn và hạn chế một phần sự oxy hóa các chất dinh dưỡng của thực phẩm bằng cách tạo ra lớp màng ngăn cách thực phẩm với môi trường không khí bên ngoài (Thuy *et al.*, 2015). Cho nên, việc ứng dụng các polymer tự nhiên làm vật liệu bao gói các sản phẩm thực phẩm và được phẩm bởi khả năng tự phân hủy và hạn chế ô nhiễm môi trường (Cao *et al.*, 2007) đang là hướng nghiên cứu phổ biến. Mặt khác, để gia tăng tính kháng khuẩn và chống oxy hóa lipid của màng gelatin, thì cần nghiên cứu kết hợp gelatin với các hợp chất có khả năng kháng khuẩn và chống oxy hóa như các hợp chất polyphenol, alkaloid, tannin, flavonoids... Trong đó, tannic acid và gallic acid là hai hợp chất thuộc nhóm polyphenol với công thức cấu tạo có chứa các vòng phenol sẽ gia tăng khả năng chống sự oxy hóa lipid cho sản phẩm trong suốt quá trình bảo quản. Vì thế, nghiên cứu sử dụng gelatin kết hợp với gallic hoặc tannic acid để bảo quản cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) fillet đông lạnh đã được thực hiện nhằm tìm ra loại màng bao thực phẩm mới đảm bảo chất lượng sản phẩm đặc biệt là khả năng chống oxy hóa lipid và hạn chế sự thất thoát khối lượng trong suốt quá trình bảo quản đông và sau khi tan giá.

## 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Nguyên vật liệu

Nguyên liệu là cá tra có chất lượng tốt (còn sống, cá khô, không bị xây xát, trọng lượng  $1 \pm 0,2$  kg) được chọn mua từ ao nuôi ở quận Bình Thủy, thành phố Cần Thơ. Sau đó được vận chuyển về phòng thí nghiệm Bộ môn Dinh dưỡng và Chế biến Thủy sản, Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ để tiến hành làm thí nghiệm.

### 2.2 Hóa chất

Một số hóa chất được dùng trong phòng thí nghiệm: gelatin thương phẩm, gallic acid, tannic acid,  $H_2SO_4$  đậm đặc,  $H_2SO_4$  0,1N, boric acid 2%,  $H_2O_2$ , petroleum ether. Bên cạnh đó còn sử dụng acetic acid, methanol, chloroform, potassium

iodine,  $Na_2S_2O_3$  0,01N để phân tích chỉ số peroxide. Ngoài ra còn dùng thiobarbituric acid, trichloroacetic acid, malondialdehyde để phân tích chỉ số thiobarbituric acid reactive substance (TBARS). Plate count agar, nước muối sinh lý dùng để phân tích tổng số vi sinh vật (vsv) hiếu khí.

### 2.3 Phương pháp tiến hành

#### 2.3.1 Thí nghiệm 1: Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ gelatin đến chất lượng cá tra phi lê

**Tiến hành thí nghiệm:** Cá tra khi mua về được tiến hành xử lý (cắt tiết, lạng da, fillet, chỉnh hình) thu được miếng cá tra phi lê (khối lượng  $250 \pm 30$ g) được chia làm mẫu trắng, mẫu nhúng vào dung dịch sodium tripolyphosphate (STPP) 2% và mẫu nhúng vào dung dịch gelatin 1,5 và 2%; nhiệt độ nhúng  $4 \pm 1^\circ C$ . Mỗi thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Sau 20 phút tiến hành vớt ra để ráo 15 phút rồi đem đi phân tích các chỉ tiêu: sự thay đổi khối lượng, chỉ tiêu peroxide (PV), đo cấu trúc và đánh giá cảm quan (ĐGCQ) nhằm mục đích tìm ra nồng độ gelatin thích hợp nhất.

#### 2.3.2 Thí nghiệm 2: Khảo sát sự ảnh hưởng của nồng độ gallic hoặc tannic acid đến chất lượng cá tra phi lê

**Tiến hành thí nghiệm:** lấy mẫu cá tra phi lê chia làm mẫu trắng, mẫu nhúng vào dung dịch STPP 2%, mẫu nhúng vào dung dịch gelatin kết hợp với gallic acid ở các nồng độ 1, 2 và 3% so với nồng độ dung dịch Gelatin, nhiệt độ nhúng  $4 \pm 1^\circ C$ . Mỗi thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Sau 20 phút tiến hành vớt ra để ráo 15 phút rồi đem đi phân tích các chỉ tiêu: sự thay đổi khối lượng, chỉ tiêu peroxide (PV), đo cấu trúc và đánh giá cảm quan (ĐGCQ) nhằm mục đích tìm ra nồng độ gallic và tannic acid phù hợp nhất.

#### 2.3.3 Thí nghiệm 3: Khảo sát sự ảnh hưởng của thời gian bảo quản đến chất lượng cá tra phi lê đông lạnh

**Tiến hành thí nghiệm:** 4 nhóm mẫu được cân cùng khối lượng ban đầu gồm nhóm mẫu trắng, nhóm mẫu nhúng trong STPP 2%, nhóm mẫu nhúng trong gelatin-gallic và nhóm nhúng trong dung dịch gelatin-tannic acid. Sau đó đem đi bao gói hút chân không và bảo quản đông ( $-18 \pm 2^\circ C$ ) ở các mốc thời gian khác nhau 0, 1, 2, 3, 4, 5 và 6 tháng. Mỗi thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Kiểm tra các chỉ tiêu: sự thất thoát khối lượng sau khi tan giá mức độ oxy hóa (chỉ tiêu PV, TBARS), tổng số vsv hiếu khí, đo cấu trúc và ĐGCQ nhằm khảo sát sự biến đổi chất lượng của cá tra fillet trong suốt 6 tháng bảo quản đông.

### 2.4 Phương pháp phân tích

Chỉ số peroxyde (PV): của cá tra fillet đông lạnh được phân tích theo phương pháp được mô tả bởi Cox and Pearson (1962) với một vài điều chỉnh cho phù hợp với điều kiện thực tế phòng thí nghiệm. Cân khoảng 1 g mẫu cá tra cho vào ống ly tâm 50 ml, thêm 5 ml chloroform và 10 ml acetic acid, lắc đều trên máy lắc sau đó thêm 1 ml dung dịch KI bão hòa. Để yên trong bóng tối 5 phút cho phản ứng xảy ra hoàn toàn, sau đó cho thêm 75 ml nước cất và vài giọt chất chỉ thị hồ tinh bột, lắc đều. Tiến hành chuẩn độ bằng dung dịch  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  cho đến khi màu xanh tím hay tím nhạt mất màu thì dừng lại, ghi kết quả thể tích dung dịch  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Chỉ số peroxyde (PV) có đơn vị là (meq/kg) và được tính theo công thức:

$$PV = \frac{(V - V_0) \times N \times 1000}{m_0 \times 0.6}$$

Trong đó: V (ml) và  $V_0$  (ml) lần lượt là thể tích dung dịch  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  của mẫu thử và mẫu trắng.

N: nồng độ của  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  chuẩn độ (0,01N)

$m_0$ : là khối lượng của mẫu ban đầu (g).

Chỉ số TBARS: của cá tra fillet đông lạnh được phân tích theo phương pháp được mô tả Buege and Aust (1978). Cân 3 g mẫu và 15 ml nước cất cho vào ống ly tâm 50 ml, nghiền trong 30 giây. Hút 2 ml dung dịch từ ống ly tâm cho vào ống nghiệm và thêm 5 ml dung dịch gốc (0,375% thiobarbituric acid (w/v), 15% trichloroacetic acid (w/v) và 0,25 M HCl). Sau đó, hỗn hợp được ngâm trong nước nóng ở 95 - 100°C trong 15 phút đến khi xuất hiện màu hồng, làm nguội nhanh dưới vòi nước chảy và ly tâm 3000 vòng ở 5°C trong 15 phút. Đo độ hấp thụ ở bước sóng 532 nm. Xây dựng đường chuẩn bằng dung dịch malondialdehyde (MDA) ở các nồng độ từ 0, 2, 4, 6, 8, 10 ppm. Đơn vị của TBARS là mgMDA/kg.

Xác định hàm lượng ẩm bằng phương pháp sấy, khoáng bằng phương pháp đốt, protein bằng phương pháp Kjehdal và lipid bằng phương pháp soxhlet. Tất cả các phương pháp phân tích trên được tham khảo theo AOAC (2016).

Phân tích vsv hiếu khí bằng phương pháp đồ đĩa (NMKL, 2006). Phân tích các chỉ tiêu cảm quan như màu sắc, mùi, vị và cấu trúc bằng phương pháp cho điểm theo TCVN 3215-79 (đây là TCVN do UB KH&KT Nhà nước, nay là Bộ

KH&CN, ban hành theo Quyết định số 722/QĐ ngày 31 tháng 12 năm 1979).

Kiểm tra độ mất nước bằng phương pháp kiểm tra khối lượng: cá sau khi được xử lý ngâm tăng trọng, chọn cùng một khối lượng đem đi bảo quản. Ở từng giai đoạn bảo quản, tiến hành rà đông và cân khối lượng miếng cá sau khi tan giá.

Đo cấu trúc: sử dụng máy đo cấu trúc Texture Analyzer (TA.XT.Plus).

### 2.5 Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu thu thập được phân tích bằng phương pháp thống kê mô tả (trung bình, độ lệch chuẩn). Sự khác biệt của các yếu tố giữa các nghiệm thức được phân tích bằng ANOVA 1 nhân tố và phép thử Duncan ( $p < 0,05$ ) bằng phần mềm Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 20.0.

## 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1 Thành phần hóa học của cá tra

Thành phần hóa học của nguyên liệu là cơ sở để có biện pháp xử lý nhằm đảm bảo chất lượng sản phẩm trong suốt quá trình bảo quản. Kết quả thành phần hóa học của cá tra fillet được thể hiện trong Bảng 1.

**Bảng 1: Thành phần hóa học của cá tra fillet**

Chỉ tiêu	Hàm lượng (%)
Ẩm độ	79,6±0,069
Khoáng	0,75±0,036
Protein	17,6±0,391
Lipid	1,32±0,154

Số liệu thống kê được mô tả dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn (n=3)

Kết quả ở Bảng 1 cho thấy thành phần hóa học chủ yếu của cá tra fillet là ẩm độ 79,6%, chiếm hàm lượng cao nhất, kế tiếp là protein 17,6%, khoáng 0,75% và lipid 1,32%. Cá tra với hàm lượng lipid khá cao (1,32%) là nguyên nhân chính cho mọi biến đổi xảy ra trong quá trình bảo quản. Vì vậy, cần phải nghiên cứu sử dụng vật liệu bảo quản có khả năng hạn chế sự oxy hóa lipid trong suốt quá trình bảo quản đông nhằm hạn chế những biến đổi chất lượng trong quá trình bảo quản.

### 3.2 Ảnh hưởng của nồng độ gelatin trong dung dịch nhúng đến chất lượng cá tra fillet

Kết quả ảnh hưởng của nồng độ gelatin trong dung dịch nhúng đến mức độ tăng trọng, cấu trúc, chất lượng cảm quan và mức độ oxy hóa lipid của cá tra fillet được trình bày trong Bảng 2.

**Bảng 2: Ảnh hưởng của nồng độ Gelatin đến mức độ tăng trọng, cấu trúc, đánh giá cảm quan và mức độ oxy hóa cá tra fillet**

Nghiệm thức	Tăng trọng (%)	Cấu trúc (g.cm)	Điểm cảm quan	Peroxide (meq/kg)
Nhúng STPP	12,3±0,304 <sup>a</sup>	83,2±11,7 <sup>a</sup>	17,4±1,16 <sup>a</sup>	1,22±0,121 <sup>a</sup>
Mẫu trắng	-	122±31,5 <sup>b</sup>	18,2±0,812 <sup>a</sup>	2,39±0,123 <sup>c</sup>
Nhúng Gelatin 1,5%	3,82±0,962 <sup>b</sup>	109±17,9 <sup>ab</sup>	18,3±1,49 <sup>a</sup>	1,82±0,212 <sup>b</sup>
Nhúng Gelatin 2%	4,40±0,559 <sup>b</sup>	103±12,2 <sup>ab</sup>	18,3±1,39 <sup>a</sup>	2,08±0,291 <sup>bc</sup>

Ghi chú: những chữ cái (a, b, c) khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ). Số liệu thống kê được mô tả dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn ( $n=3$ )

Kết quả phân tích từ bảng 2 cho thấy sử dụng gelatin làm màng bao bảo quản cá tra fillet thì đặc tính về cấu trúc và giá trị cảm quan của mẫu được nhúng trong dung dịch gelatin không khác biệt thống kê so với mẫu trắng, nhưng mẫu ngâm trong dung dịch STPP lại có cấu trúc (83,2 g.cm và 17,4 điểm) thấp hơn so với mẫu trắng. Nguyên nhân là do mẫu ngâm trong dung dịch STPP các nhóm phosphate trong phân tử STPP sẽ hình thành liên kết với ion  $Ca^{2+}$  và  $Mg^{2+}$  có trong cơ thịt, làm giảm khả năng liên kết của các ion này với protein, do đó mạng protein mới được nối lỏng, khả năng liên kết với nước tăng (Đỗ Thị Tường Vy, 2008) làm cho cấu trúc sản phẩm giảm. Mặt khác, chính khả năng liên kết với nước tăng dẫn đến mẫu nhúng trong STPP có mức độ tăng trọng là 12,3% và cao gấp 3-4 lần so với mẫu được nhúng trong màng gelatin (tỷ lệ tăng trọng lần lượt là 3,82 và 4,40% khi tăng nồng độ gelatin từ 1,5 lên 2%). Nguyên nhân là do nồng độ gelatin cao thì dung dịch tạo màng càng nhớt, khối lượng của màng càng tăng. Tuy nhiên, mẫu nhúng trong màng gelatin có nồng độ càng cao thì thời gian để làm ráo màng càng lâu dẫn đến chỉ số peroxide của mẫu nhúng gelatin 2% lại cao hơn so với mẫu nhúng gelatin 1,5%.

Các mẫu cá tra fillet được nhúng trong dung dịch gelatin đều có chỉ số peroxide thấp hơn so với mẫu trắng. Nguyên nhân là do gelatin có khả năng tạo màng và màng này có khả năng ngăn chặn sự xâm nhập của oxy không khí nên hạn chế một phần sự oxy hóa lipid của sản phẩm (Thuy *et al.*, 2015). Kết quả nghiên cứu của Krochta and De Mulder-Johnson (1997) đã sử dụng màng gelatin dùng để bao gói sản phẩm thịt bò tươi cho thấy quá trình oxy hóa lipid được hạn chế bởi vì các liên kết hydro trong gelatin hoạt động như một rào cản đối với  $O_2$ . Do mức độ oxy hóa của mẫu nhúng gelatin còn thấp hơn khi so sánh với mẫu nhúng STPP nên tiến hành chọn mẫu nhúng gelatin 1,5% kết hợp với gallic hoặc tannic acid để tăng cường khả năng kháng khuẩn và chống oxy hóa lipid của sản phẩm.

**3.3 Ảnh hưởng của nồng độ tannic hoặc gallic acid trong dung dịch nhúng đến chất lượng cá tra fillet**

Kết quả ảnh hưởng của nồng độ tannic hoặc gallic acid trong dung dịch nhúng đến mức độ tăng trọng, mức độ oxy hóa lipid, cấu trúc và đánh giá cảm quan cá tra fillet được trình bày ở Bảng 3.

**Bảng 3: Ảnh hưởng của nồng độ tannic hoặc gallic acid trong dung dịch nhúng đến mức độ tăng trọng, mức độ oxy hóa, cấu trúc và đánh giá cảm quan cá tra fillet**

Nghiệm thức	Tăng trọng (%)	Cấu trúc (g.cm)	Điểm cảm quan	Peroxide (meq/kg)
Nhúng STPP	12,3±0,304 <sup>c</sup>	70,2±8,13 <sup>a</sup>	17,6±0,720 <sup>bc</sup>	1,22±0,120 <sup>b</sup>
Mẫu trắng	-	133±23,8 <sup>b</sup>	16,7±0,894 <sup>a</sup>	2,39±0,120 <sup>d</sup>
Ge-Ga (1,5-1%)	4,07±0,092 <sup>a</sup>	149±16,8 <sup>bcd</sup>	17,6±0,627 <sup>ab</sup>	1,80±0,240 <sup>c</sup>
Ge-Ga (1,5-2%)	4,62±0,467 <sup>ab</sup>	155±7,24 <sup>bc</sup>	19,0±0,892 <sup>c</sup>	1,39±0,120 <sup>b</sup>
Ge-Ga (1,5-3%)	4,99±0,078 <sup>b</sup>	157±11,8 <sup>c</sup>	18,0±1,29 <sup>abc</sup>	1,14±0,233 <sup>b</sup>
Ge-Ta (1,5-1%)	4,01±0,085 <sup>a</sup>	136±9,12 <sup>bc</sup>	17,8±1,57 <sup>abc</sup>	1,22 ±0,120 <sup>b</sup>
Ge-Ta (1,5-2%)	4,49±0,693 <sup>ab</sup>	141±22,7 <sup>bcd</sup>	18,7±1,17 <sup>bc</sup>	0,715±0,120 <sup>a</sup>
Ge-Ta (1,5-3%)	4,61±0,290 <sup>ab</sup>	142±9,30 <sup>bcd</sup>	18,4±1,35 <sup>bc</sup>	0,550±0,113 <sup>a</sup>

Ghi chú: những chữ cái (a, b, c) khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ). Số liệu thống kê được mô tả dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn ( $n=3$ )

Ge-Ga là màng bao sản phẩm tạo ra từ gelatin phối trộn gallic acid

Ge-Ta là màng bao sản phẩm tạo ra từ gelatin phối trộn tannic acid

Kết quả Bảng 3 cho thấy mức độ tăng trọng của mẫu nhúng trong gelatin kết hợp gallic hoặc tannic acid vẫn thấp hơn mẫu nhúng STPP. Tuy nhiên, mức độ chống oxy hóa lipid của mẫu được nhúng trong dung dịch gelatin kết hợp với gallic acid hoặc

tannic acid tăng lên rõ rệt khi so sánh với mẫu nhúng STPP và mẫu trắng. Mẫu nhúng trong dung dịch gelatin kết hợp với tannic acid cho hiệu quả chống oxy hóa tốt hơn (chỉ số PV giảm từ 1,22 xuống 0,55 meq/kg) so với mẫu nhúng kết hợp

gallic acid (chỉ số PV giảm từ 1,8 xuống 1,14 meq/kg). Khả năng hạn chế tốc độ oxy hóa lipid của sản phẩm tăng khi tăng nồng độ gallic hoặc tannic acid trong dung dịch nhúng. Nguyên nhân là do gelatin tạo màng bao hạn chế sự xâm nhập của O<sub>2</sub>, nhưng ngoài O<sub>2</sub> còn các tác nhân khác ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng oxi hóa lipid như hàm lượng chất béo, các axit béo và hàm lượng sắt (Marwan Alhijazeen, 2014). Vì vậy, khi kết hợp với gallic acid hoặc tannic acid có tác dụng liên kết với các gốc tự do trong phân tử lipid tạo thành những hợp chất bền chống lại sự oxy hóa. Kết quả nghiên cứu tương tự cũng được quan sát thấy trong nghiên cứu sử dụng màng gelatin kết hợp với tinh dầu quế (Andevári và Rezaei, 2011) bảo quản cá

hồi tươi fillet và gelatin kết hợp với tinh dầu sả (Ahmad *et al.*, 2012) để bảo quản cá chêm cắt lát. Từ kết quả thí nghiệm, mẫu được nhúng trong dung dịch gelatin kết hợp gallic acid 2% hoặc tannic acid 2% được chọn để bố trí thí nghiệm bảo quản.

**3.4 Ảnh hưởng của thời gian bảo quản đến chất lượng cá tra fillet đông lạnh**

Kết quả ảnh hưởng thời gian bảo quản đến sự biến đổi cấu trúc, sự thay đổi khối lượng, giá trị cảm quan, mật độ vi sinh và mức độ oxy hóa lipid của cá tra fillet đông lạnh được thể hiện ở các Bảng 4, 5, 6.

**Bảng 4: Ảnh hưởng của thời gian bảo quản đến cấu trúc và sự thay đổi khối lượng của cá tra fillet**

Thời gian (Tháng)	Cấu trúc (g.cm)			
	Mẫu trắng	Nhúng STPP	Ge-Ga (1,5-2%)	Ge-Ta (1,5-2%)
0	132±5,59 <sup>Bc</sup>	91,2±9,48 <sup>Ab</sup>	136±1,91 <sup>Bc</sup>	131±11,0 <sup>Bc</sup>
1	119±5,58 <sup>Bb</sup>	89,2±13,3 <sup>Ab</sup>	123±3,39 <sup>Bbc</sup>	117±9,19 <sup>Bbc</sup>
2	92,3±1,98 <sup>Aba</sup>	90,2±0,92 <sup>Bb</sup>	112±14,4 <sup>Bcab</sup>	119±1,63 <sup>Cbc</sup>
3	86,8±6,08 <sup>Aa</sup>	75,3±7,07 <sup>Aab</sup>	104±1,48 <sup>Ba</sup>	106±5,02 <sup>Bab</sup>
4	87,5±4,45 <sup>Aba</sup>	82,9±3,89 <sup>Bab</sup>	96,3±5,09 <sup>Bca</sup>	105±0,35 <sup>Cab</sup>
5	88,9±2,62 <sup>Ba</sup>	76,4±4,59 <sup>Aab</sup>	100±3,39 <sup>Ca</sup>	101±1,56 <sup>Ca</sup>
6	86,4±7,00 <sup>Ba</sup>	68,4±3,95 <sup>Aa</sup>	101±0,14 <sup>Bca</sup>	95,9±4,74 <sup>Ca</sup>
Sự thay đổi khối lượng (g)				
0	258±0,823 <sup>Ac</sup>	258±1,57 <sup>Ad</sup>	258±0,636 <sup>Af</sup>	258±0,331 <sup>Ac</sup>
1	255±0,459 <sup>Abc</sup>	254±0,429 <sup>Cc</sup>	257±0,105 <sup>Bc</sup>	256±0,331 <sup>Bb</sup>
2	253±0,337 <sup>Aab</sup>	248±0,557 <sup>Cb</sup>	256±0,094 <sup>Bd</sup>	256±0,323 <sup>Bb</sup>
3	253±0,655 <sup>Aa</sup>	246±0,819 <sup>Cb</sup>	255±0,280 <sup>Bc</sup>	256±0,214 <sup>Bbb</sup>
4	252±1,97 <sup>Aa</sup>	244±0,888 <sup>Ca</sup>	255±0,120 <sup>Bb</sup>	254±0,148 <sup>Ba</sup>
5	251±0,177 <sup>Aa</sup>	245±0,859 <sup>Ca</sup>	255±0,107 <sup>Bab</sup>	254±0,478 <sup>Ba</sup>
6	251±0,240 <sup>Aa</sup>	245±0,628 <sup>Ca</sup>	255±0,070 <sup>Bab</sup>	254±0,739 <sup>Ba</sup>

Ghi chú: những chữ cái (a, b, c, d) khác nhau trong cùng một cột, những chữ cái (A, B, C, D) khác nhau trong cùng một hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05). Số liệu thống kê được mô tả dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn (n=3)

Ge-Ga là mẫu nhúng trong dung dịch gelatin phối trộn gallic acid

Ge-Ta là mẫu nhúng trong dung dịch gelatin phối trộn tannic acid

Sự biến đổi cấu trúc và thay đổi khối lượng của sản phẩm cá tra fillet đông lạnh sau khi tan giá ở các mốc bảo quản khác nhau được trình bày trong Bảng 4. Nhìn chung, cấu trúc của sản phẩm và khối lượng sản phẩm giảm dần theo thời gian bảo quản do trong quá trình tan giá các tinh thể đá trong cấu trúc tế bào vỡ ra làm cho lượng nước bên trong tế bào thoát ra ngoài (Trần Văn Bền, 2011). Mẫu được nhúng trong dung dịch gelatin kết hợp với tannic acid hoặc gallic acid có sự thay đổi về mặt cấu trúc trong suốt quá trình bảo quản đông khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với mẫu trắng. Trong khi đó, STPP là mẫu có cấu trúc thấp nhất do hàm lượng polyphosphate làm phân tách phức hợp actomyosine thành myosine và actine, làm tăng khả năng tạo gel của mạng protein sợi cơ, dẫn

đến sự trương phồng cấu trúc sản phẩm (Girard *et al.*, 1992) làm cho cấu trúc sản phẩm giảm đáng kể sau khi tan giá. Vì vậy, kết quả thí nghiệm này đã cho thấy mẫu nhúng trong dung dịch gelatin kết hợp với gallic hoặc tannic có tỷ lệ tăng trọng thấp hơn mẫu nhúng STPP nhưng sự thất thoát khối lượng sau khi tan giá lại ít hơn. Chính điều này góp phần nâng cao khả năng ứng dụng dung dịch gelatin thay thế cho STPP trong thực tế sản xuất nhằm hạn chế thiệt hại về mặt kinh tế cho doanh nghiệp.

Chất lượng cảm quan của sản phẩm cá tra fillet đông lạnh gồm các chỉ tiêu: màu sắc, mùi, vị và cấu trúc trong suốt quá trình bảo quản đông được trình bày trong Bảng 5. Trong suốt thời gian bảo quản đông, chất lượng cảm quan của sản phẩm

thay đổi theo khuynh hướng giảm dần, điều này có thể giải thích do thời gian bảo quản càng dài thì lượng nước thăng hoa càng nhiều, khả năng chấy lạnh, làm trạng thái của cá tra tra fillet thay đổi theo chiều hướng bất lợi. Đồng thời các sắc tố hemoglobin, myoglobin và hemoxyamin chuyển thành methemoglobin, metmyoglobin và methrmoxyanin khi sản phẩm bị mất nước làm màu sắc sậm lại (Girard *et al.*, 1992). Đặc biệt, do thời gian bảo quản dài tạo điều kiện cho phản ứng oxy hóa xảy ra càng mạnh và làm giảm mùi vị của sản phẩm càng nhiều, sự tan chảy và tái kết tinh của các tinh thể nước đá trong sản phẩm làm phá hủy cấu trúc tế bào và mô, nên khi rã đông các chất dinh dưỡng bị tổn thất rất nhiều, làm sản phẩm mất mùi vị. Khi hấp chín, sản phẩm bị khô do mất nước

và các chất dinh dưỡng do đó ăn kém ngọt (Lê Thị Minh Thủy, 2010). Mẫu được nhúng trong dung dịch Ge-Ga, Ge-Ta vẫn giữ được chất lượng cảm quan cao hơn mẫu trắng và mẫu/I, nhúng STPP. Nguyên nhân là do khi bảo quản, lớp màng khô lại làm cho bề mặt sản phẩm bóng đẹp, ngăn chặn sự tiếp xúc giữa sản phẩm với môi trường bên ngoài làm giảm sự khuếch tán của oxy từ môi trường đến bề mặt sản phẩm nên hạn chế quá trình oxy hóa, duy trì được cấu trúc chặt chẽ, màu sắc, mùi vị của sản phẩm không bị biến đổi nên giá trị cảm quan cao. Theo nghiên cứu Ahmad *et al.*, 2012 cũng cho thấy khi sử dụng gelatin kết hợp với tinh dầu sẽ giữ cho thịt cá chêm cất lát ít bị thay đổi về màu sắc và vẫn giữ được chất lượng cảm quan sau 12 ngày bảo quản lạnh.

**Bảng 5: Ảnh hưởng của thời gian bảo quản đến giá trị cảm quan và mật độ vi sinh của cá tra fillet**

Thời gian (Tháng)	Đánh giá cảm quan			
	Mẫu trắng	Nhúng STPP	Ge-Ga (1,5-2%)	Ge-Ta (1,5-2%)
0	18,1±1,77 <sup>Ac</sup>	17,4±0,830 <sup>Ad</sup>	18,7±0,938 <sup>Ac</sup>	18,5±0,619 <sup>Ac</sup>
1	17,9±1,48 <sup>Abbc</sup>	16,8±0,731 <sup>Acd</sup>	18,4±1,14 <sup>Bc</sup>	18,7±0,781 <sup>Bc</sup>
2	17,5±1,20 <sup>Abbc</sup>	16,8±0,967 <sup>Acd</sup>	17,9±1,21 <sup>ABabc</sup>	18,3±1,26 <sup>Bbc</sup>
3	17,2±0,676 <sup>Abbc</sup>	16,9±0,558 <sup>Acd</sup>	18,1±1,44 <sup>Bbc</sup>	18,2±1,00 <sup>Bbc</sup>
4	16,6±0,782 <sup>Aab</sup>	16,5±0,705 <sup>Abc</sup>	17,5±1,44 <sup>Aabc</sup>	17,4±0,596 <sup>Aab</sup>
5	15,7±0,603 <sup>Aa</sup>	15,9±0,260 <sup>Aab</sup>	16,8±0,953 <sup>Bab</sup>	16,7±0,662 <sup>Ba</sup>
6	15,4±1,30 <sup>Aa</sup>	15,5±0,705 <sup>Aa</sup>	16,6±0,909 <sup>Ba</sup>	16,7±0,847 <sup>Ba</sup>
<b>Tổng khuẩn hiếu khí (cfu/g)</b>				
0	1,64x10 <sup>3Ba</sup>	8,91x10 <sup>2Aba</sup>	4,54x10 <sup>2Aa</sup>	3,19x10 <sup>2Aa</sup>
1	1,79x10 <sup>3Aab</sup>	9,68x10 <sup>2Aa</sup>	4,69x10 <sup>2Aa</sup>	3,45x10 <sup>2Aa</sup>
2	2,20x10 <sup>3Bab</sup>	9,68x10 <sup>2Aba</sup>	5,19x10 <sup>2Aa</sup>	3,90x10 <sup>2Aa</sup>
3	2,69x10 <sup>3Abc</sup>	1,99x10 <sup>3Aab</sup>	1,46x10 <sup>3Aab</sup>	1,36x10 <sup>3Aa</sup>
4	3,45x10 <sup>3Bc</sup>	2,52x10 <sup>3Abb</sup>	1,95x10 <sup>3Aab</sup>	1,59x10 <sup>3Aa</sup>
5	4,62x10 <sup>3Ad</sup>	4,06x10 <sup>3Ac</sup>	2,63x10 <sup>3Ab</sup>	2,5x10 <sup>3Aab</sup>
6	5,67x10 <sup>3Ae</sup>	5,05x10 <sup>3Ac</sup>	4,41x10 <sup>3Ac</sup>	4,21x10 <sup>3Ab</sup>

Ghi chú: những chữ cái (a, b, c, d, e) khác nhau trong cùng một cột, những chữ cái (A, B, C) khác nhau trong cùng một hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05). Số liệu thống kê được mô tả dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn (n=3)

Ge-Ga là mẫu nhúng trong dung dịch gelatin phối trộn gallic acid

Ge-Ta là mẫu nhúng trong dung dịch gelatin phối trộn tannic acid

Chỉ tiêu vi sinh là một trong những cơ sở để đánh giá chất lượng của sản phẩm thực phẩm. Nó phản ánh tính an toàn của sản phẩm thực phẩm, đồng thời vi sinh vật tham gia vào phá trình phân hủy các chất dinh dưỡng sản sinh ra các sản vật cấp thấp như NH<sub>3</sub>, indol, skatol... gây hư hỏng thực phẩm. Mật độ vi sinh vật có trong thực phẩm sẽ tăng dần theo thời gian bảo quản. Nguyên nhân là do những lớp bên trong sản phẩm nhiệt độ hạ xuống chậm hơn lớp bên ngoài nên những vi sinh vật đã thâm nhập vào lớp bên trong sản phẩm có đủ thời gian thích nghi với sự thay đổi nhiệt độ, khả năng tự vệ của chúng cao hơn những vi sinh vật của lớp ngoài thực phẩm do đó khó tiêu diệt hơn (Nguyễn Văn Mười, 2007). Ngoài ra, sự dao động nhiệt độ bảo quản làm nước trong sản phẩm có sự

tan chảy tạo ra môi trường thuận lợi cho vi sinh vật hoạt động, khi đó ở mẫu trắng số lượng vi sinh vật tăng cao, mẫu nhúng trong gelatin kết hợp với gallic hoặc tannic acid có số lượng vi sinh vật tăng ít hơn so với mẫu nhúng STPP và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với mẫu trắng. Mẫu được nhúng trong gelatin kết hợp với gallic hoặc tannic acid có khả năng hạn chế sự phát triển của vi sinh vật do gelatin có khả năng tạo màng, màng này có tính phân hủy sinh học cao, kháng nấm và kháng khuẩn (Thuy *et al.*, 2015), không những thế màng gelatin còn được kết hợp với hợp chất polyphenol (tannic, gallic acid) do các phenol có tính phytoncide có đặc tính kháng khuẩn nên sẽ làm hạn chế sự phát triển của vi sinh vật trong suốt 6 tháng bảo quản đông.

**Bảng 6: Ảnh hưởng của thời gian bảo quản đến mức độ oxy hóa của cá tra fillet**

Thời gian (Tháng)	Chỉ số Peroxide (meq/kg)			
	Mẫu trắng	Nhúng STPP	Ge-Ga (1,5-2%)	Ge-Ta(1,5-2%)
0	2,60±0,849 <sup>Ba</sup>	1,42±0,121 <sup>ABa</sup>	1,40±0,283 <sup>ABa</sup>	1,02±0,021 <sup>Aa</sup>
1	3,42±0,123 <sup>Cab</sup>	1,66±0,131 <sup>Bab</sup>	1,42±0,120 <sup>ABa</sup>	1,17±0,233 <sup>Aa</sup>
2	4,05±0,402 <sup>Bb</sup>	1,95±0,140 <sup>Abc</sup>	1,76±0,191 <sup>Aab</sup>	1,49±0,099 <sup>Aab</sup>
3	5,75±0,112 <sup>Cc</sup>	2,16±0,078 <sup>Bc</sup>	1,97±0,042 <sup>ABb</sup>	1,76±0,127 <sup>Ab</sup>
4	5,96±0,231 <sup>Bc</sup>	2,99±0,130 <sup>Ad</sup>	2,67±0,361 <sup>Ac</sup>	2,56±0,276 <sup>Ac</sup>
5	3,12±0,057 <sup>Ba</sup>	1,64±0,272 <sup>Aab</sup>	1,45±0,163 <sup>Aab</sup>	1,37±0,163 <sup>Aab</sup>
6	2,64±0,155 <sup>Ba</sup>	1,61±0,213 <sup>Aab</sup>	1,25±0,354 <sup>Aa</sup>	1,20±0,311 <sup>Aa</sup>
TBARS (mgMDA/kg)				
0	0,777±0,034 <sup>As</sup>	0,189±0,031 <sup>Ba</sup>	0,107±0,019 <sup>Ca</sup>	0,050±0,028 <sup>Ca</sup>
1	2,47±0,446 <sup>Bb</sup>	1,97±0,680 <sup>ABb</sup>	0,980±0,230 <sup>Ab</sup>	0,729±0,235 <sup>Ab</sup>
2	3,31±0,624 <sup>Ac</sup>	3,09±0,620 <sup>ABbc</sup>	1,94±0,052 <sup>Abc</sup>	1,81±0,413 <sup>Bc</sup>
3	3,98±0,112 <sup>Ac</sup>	3,21±0,168 <sup>Bcd</sup>	2,26±0,352 <sup>Ccd</sup>	2,18±0,113 <sup>Ccd</sup>
4	4,11±0,358 <sup>Ac</sup>	3,63±0,139 <sup>Acde</sup>	2,64±0,084 <sup>Bde</sup>	2,59±0,016 <sup>Bde</sup>
5	4,99±0,182 <sup>Ad</sup>	4,16±0,298 <sup>Bde</sup>	2,84±0,035 <sup>Ce</sup>	3,06±0,279 <sup>Ce</sup>
6	5,43±0,221 <sup>Ad</sup>	4,37±0,405 <sup>Be</sup>	3,01±0,228 <sup>Ce</sup>	2,91±0,164 <sup>Ce</sup>

Ghi chú: những chữ cái (a, b, c, d, e) khác nhau trong cùng một cột, những chữ cái (A, B, C) khác nhau trong cùng một hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ). Số liệu thống kê được mô tả dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn (n=3)

Ge-Ga là màng bao sản phẩm tạo ra từ Gelatin phối trộn gallic acid

Ge-Ta là màng bao sản phẩm tạo ra từ Gelatin phối trộn tannic acid

Kết quả từ Bảng 6 cho thấy, mẫu khi nhúng trong gelatin kết hợp với gallic acid 2% hoặc tannic acid 2% làm cho quá trình oxy hóa lipid của mẫu diễn ra chậm hơn, mức độ oxy hóa cũng thấp hơn so với mẫu trắng và mẫu STPP. Chỉ số peroxide của mẫu trắng tăng nhanh từ 0 đến 4 tháng (2,60 lên 5,96 meq/kg) sau đó giảm dần. Nguyên nhân là do mẫu trắng không có màng bao nên O<sub>2</sub> không khí tiếp xúc trực tiếp với bề mặt sản phẩm và khuếch tán vào bên trong, phản ứng trực tiếp với các gốc tự do của acid béo làm cho quá trình oxy hóa xảy ra mạnh hơn. Đối với mẫu có nhúng trong các dung dịch bảo quản, mức độ oxy hóa của sản phẩm thấp từ 1,42 lên 2,99 meq/kg đối với mẫu nhúng STPP; 1,40 lên 2,67 meq/kg đối với mẫu nhúng gelatin và gallic acid; 1,02 lên 2,56 meq/kg đối với mẫu nhúng gelatin và tannic acid và chỉ số PV có xu hướng giảm khi tiếp tục kéo dài thời gian bảo quản. Có thể giải thích là do khi nhúng mẫu trong Ge-Ga hoặc Ge-Ta khi bảo quản dung dịch khô lại hình thành lớp màng bao quanh sản phẩm, hạn chế sản phẩm tiếp xúc với O<sub>2</sub>, mà O<sub>2</sub> là tác nhân chính tác dụng với các acid béo không no, mạch dài thường gặp trong cá tra fillet gây hiện tượng oxy hóa lipid. Mặc dù, màng bao đã hạn chế được sự xâm nhập của O<sub>2</sub> từ bên ngoài, nhưng do O<sub>2</sub> còn tồn tại trong lớp màng trước đó phản ứng với các gốc tự do của acid béo gây oxy hóa, dưới tác dụng của gallic acid là chất chống oxy hóa, ngăn chặn sự hình thành những gốc tự do bằng cách cho đi nguyên tử hydro. Khi cho đi nguyên tử hydro, bản thân những chất chống oxy hóa cũng trở thành những gốc tự do nhưng những gốc này hoạt

tính kém hơn. Sau đó gốc tự do của lipid kết hợp với gốc tự do của chất chống oxy hóa tạo thành những hợp chất bền và hạn chế được quá trình oxy hóa (Ho and Paul, 2009). Mặt khác, chỉ số peroxyde có xu hướng giảm xuống trong tháng 5 và 6 là do mẫu được bảo quản thời gian 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 tăng lên trong giai đoạn này. Kết quả nghiên cứu này cũng tương tự như nghiên cứu Giménez et al., 2010 khi dùng gelatin kết hợp với borage tỷ lệ 50:50 (4g/100mL) để ngăn chặn sự oxy hóa của chả cá thu trong suốt 240 ngày bảo quản đồng mức độ oxy hóa tăng lên từ 0 đến 180 ngày rồi giảm xuống và Ahmad et al., 2012 đã nghiên cứu sự biến đổi của cá chêm cất lát khi được bao gói bảo quản bằng màng gelatin kết hợp với 25% (w/w) tinh dầu sả.

Để đánh giá mức độ oxy hóa cấu trúc bậc hai của lipid, phân tích chỉ số TBARS (kết quả trong Bảng 6) để xác định hàm lượng các sản phẩm của quá trình oxy hóa bậc hai của lipid. Kết quả cho thấy, TBARS có xu hướng tăng theo thời gian bảo quản. Trong đó, mẫu trắng có mức độ tăng cao nhất 5,43 mgMDA/kg, kế tiếp là STPP (4,37 mgMDA/kg). Nguyên nhân là do quá trình oxy hóa lipid diễn ra mạnh mẽ trong giai đoạn đầu, các sản phẩm của quá trình oxy hóa lipid như hydroperoxide được hình thành và nhanh chóng bị oxy hóa thành các sản phẩm bậc hai như aldehyde (Benjakul et al., 2005). Trong khi đó, chỉ số TBARS của mẫu được bao bởi màng Ge-Ga (3,01 mgMDA/kg) và Ge-Ta (2,91 mgMDA/kg) thấp

hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với mẫu trắng và mẫu nhúng STPP. Kết quả này tương tự với nghiên cứu của Phạm Thị Mỹ Hiền (2014) cho thấy khả năng hạn chế sự hình thành các sản phẩm của quá trình oxy hóa lipid thể hiện qua chỉ số TBARS ở mẫu thịt cá thu ngâm trong dịch chiết rong mơ có thể được giải thích là do khả năng chống oxy hóa lipid của dịch chiết rong mơ khi xử lý thịt cá đã ngâm vào tổ chức cơ thịt và ngăn chặn sự hình thành hydroperoxide trong quá trình bảo quản lạnh thịt cá. Theo nghiên cứu của Hồ Bá Vương (2014) cũng cho thấy giá trị TBARS của cá bớp tại thời điểm 12 ngày bảo quản là 2,26 mgMDA/kg cơ thịt. Kết quả nghiên cứu cho thấy hiệu quả ngăn chặn mức độ oxy hóa chất béo trong cơ thịt cá tra khi được bảo quản bằng cách nhúng trong dung dịch gelatin kết hợp với gallic hoặc tannic acid.

#### 4 KẾT LUẬN

Qua quá trình nghiên cứu cho thấy, sử dụng dung dịch gelatin kết hợp với gallic hoặc tannic acid trong bảo quản cá tra fillet đông lạnh vẫn rất khó để thay thế cho STPP nếu chỉ xét về mức độ tăng trọng. Tuy nhiên, mẫu được nhúng trong dung dịch này đã thực sự cải thiện được cấu trúc, tính cảm quan cho sản phẩm. Bên cạnh đó, nó còn hạn chế được sự oxy hóa lipid, ức chế được sự phát triển của vi sinh vật hiếu khí trong suốt quá trình bảo quản.

#### LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được thực hiện trên khuôn khổ đề tài nghiên cứu khoa học của sinh viên (TSV2016-74). Xin chân thành cảm ơn trường Đại học Cần Thơ đã tạo điều kiện thuận lợi nhất để sinh viên có cơ hội tham gia nghiên cứu khoa học.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

Ahmad, M., Benjakul, S., Sumpavapol, P., Nirmal N.P., 2012. Quality changes of sea bass slices wrapped with gelatin film incorporated with lemongrass essential oil. *International Journal of Food Microbiology*. 155(3): 171-178.

Andevari, G.T. & Rezaei M., 2011. Effect of Gelatin coating incorporated with cinnamon oil on the quality of fresh rainbow trout in cold storage. *International Journal of Food Science and Technology*. 46(11): 2305-2311.

AOAC, 2016. Official methods of Analysis of AOAC International, 20th Edition, George W. Latimer, Jr (Eds), Volume I.

Buege, J.A. and Aust, S.D. 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Method Enzymol*. 52: 302-304.

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. *Food Chemistry*. 90: 231-239.

Cao, N., Fu, Y., and He, J., 2007. Mechanical properties of Gelatin films cross-linked, respectively, by ferulic acid and tannic acid. *Food Hydrocolloids*. 21:575-584.

Cox, H.E. and Pearson, D., 1962. The chemical analysis of foods (first American edition), Chemical Publishing CO., INC. New York.

Đỗ Thị Tường Vy, 2008. Khảo sát ảnh hưởng của phụ gia tăng trọng đến cấu trúc và khả năng giữ ẩm của cá tra fillet. Luận văn Đại học. Ngành Công nghệ Thực phẩm. Đại học Cần Thơ.

Giménez, B., Gómez-Guillén M.C., Pérez-Mateos, M., Márquez-Ruiz, G., Montero, P., 2011. Effect of borage-added fish Gelatin films on lipid oxidation of horse mackerel patties during frozen storage. *Food chemistry*. 124(4): 1393-1403.

Girard, J. B., 1992. Technology of meat and meat products. Ellis Horwood limited, 425 pp.

Ho, P.A. and Paul, D.R., 2009. Fatty acid profile of Tra Catfish (*Pangasius hypophthalmus*) compared to Atlantic Salmon (*Salmo solar*) and Asian Seabass (*Lates calcarifer*). *International Food Research Journal*. 16: 501-506.

Hồ Bá Vương, 2014. Nghiên cứu thu nhận và thử nghiệm khả năng hạn chế oxy hóa chất béo thịt cá bớp của polyphenol từ lá ôi. Luận văn thạc sĩ ngành công nghệ sau thu hoạch. Đại học Nha Trang.

Krochta, J.M., De, M-J.C., 1997. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technology*. 51(2): 61-74.

Alhijazeen, Marwan, 2014. Effect of oregano essential oil and tannic acid on storage stability and quality of ground chicken meat. Graduate Theses and Dissertations. 13966. <http://lib.dr.iastate.edu/etd/13966>.

NMKL, 2006. Normic Committee on Food Analysis. Aerobic plate count in foods. Method No. 86.

Nguyễn Văn Mười, 2007. Công nghệ Chế biến lạnh thực phẩm. Nhà xuất bản Giáo Dục, Việt Nam, 308 trang.

Phạm Thị Mỹ Hiền, 2014. Nghiên cứu khả năng chống oxy hóa của dịch chiết rong mơ (*Sargassum muelurei*) in vitro và ứng dụng để hạn chế sự oxy hóa lipid trên thịt cá thu. Đồ án tốt nghiệp Đại học chuyên ngành Công nghệ Chế biến Thủy sản. Đại học Nha Trang.

Thuy, L. T. M., Maki, H., Takahashi, K., Okazaki, E., Osako, K., 2015. Properties of Gelatin film from horse mackerel (*Trachurus japonicus*) scale. *Journal of Food Science*. 80(4): 734-741.

Trần Văn Bền, 2011. Bảo quản cá tra fillet trong điều kiện lạnh có kết hợp rửa bằng acid lactic và bao gói chân không. Luận văn Đại học. Chuyên ngành Chế biến Thủy sản. Đại học Cần Thơ