



Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ

Số chuyên đề: Thủy sản

website: sj.ctu.edu.vn



DOI:10.22144/ctu.jsi.2020.062

ẢNH HƯỞNG CỦA DỊCH CHIẾT CÂY DIỆP HẠ CHÂU (*Phyllanthus amarus* Schum. et Thonn) ĐẾN CHẤT LƯỢNG CÁ BỚP PHI LÊ (*Rachycentron canadum*) TRONG ĐIỀU KIỆN BẢO QUẢN LẠNH

Trần Minh Phú^{1*}, Huỳnh Thị Kim Duyên¹, Nguyễn Lê Anh Đào¹, Nguyễn Thị Như Hạ¹, Nguyễn Quốc Thịnh¹ và Tomoaki Hagiwara²

¹Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam

²Department of Food Science and Technology, Tokyo University of Marine Science and Technology, Japan

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Trần Minh Phú (email: tmphu@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 21/10/2019

Ngày nhận bài sửa: 07/02/2020

Ngày duyệt đăng: 23/04/2020

Title:

The effect of chamber bitter extract (*Phyllanthus amarus* Schum. et Thonn) on the quality of cobia fillet during ice storage

Từ khóa:

Bảo quản lạnh, cá bớp, cảm quan, diệp hạ châu, vi sinh

Keywords:

Cobia, cold ice storage, *Phyllanthus amarus*, sensory property, total aerobic bacteria count

ABSTRACT

The study was conducted to determine the effect of extract from chamber bitter (*Phyllanthus amarus*) on the quality of cobia fillet during ice storage. Cobia fillets (16 pieces; 800-1200 g) were soaked in ice cold water ($\leq 4^{\circ}\text{C}$) for 30 minutes, drained then packed into PE bags and stored in the insulated box with ice, using as control treatment. In the *Phyllanthus amarus* treatment, 16 fillets were soaked in extract of chamber bitter 0.02% for 30 minutes and preserved in the same way as control treatment. Sampling was done at 1st, 5th, 10th and 15th day of storage time. Evaluated parameters included pH, temperature, texture, sensory property, total volatile base nitrogen, color, moisture, total aerobic bacteria count, peroxide value and TBARs water holding capacity, the change of color and moisture of fish fillet. Results showed that cobia fillet in both of treatments kept quality and safety for 10 days of ice storage. The use of chamber bitter extract showed the better sensory property (7.96) and significant lower total aerobic bacteria count (4.24 log₁₀ CFU/g) compared to the control treatment (7.00; 4.89 log₁₀ CFU/g) after 10 days of storage. Total aerobic bacteria count at the 15th day exceeded the limit 10⁶CFU/g.

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của việc sử dụng dịch chiết diệp hạ châu (*Phyllanthus amarus*) trong bảo quản lạnh cá bớp. Cá bớp phi lê (16 miếng; 800-1200 g) được ngâm trong nước đá lạnh 30 phút ở nhiệt độ $\leq 4^{\circ}\text{C}$, sau đó vớt ra để ráo và cho vào túi PE và được bảo quản bằng nước đá trong thùng xốp được sử dụng làm nghiệm thức đối chứng. Đối với nghiệm thức xử lý diệp hạ châu, 16 miếng cá bớp phi lê được nhúng trong dịch chiết diệp hạ châu nồng độ 0,02% trong 30 phút và bảo quản lạnh tương tự như nghiệm thức đối chứng. Thu mẫu được thực hiện vào các ngày 1, 5, 10 và 15. Các thông số được đánh giá bao gồm pH, nhiệt độ, cấu trúc, cảm quan, đậm bay hơi, tổng số vi khuẩn hiếu khí, chỉ số peroxyde, chỉ số TBARs, khả năng giữ nước, sự thay đổi màu sắc và độ ẩm của cơ thịt cá. Kết quả cho thấy cá bớp phi lê giữ được chất lượng và độ an toàn tốt trong 10 ngày bảo quản ở điều kiện lạnh, có và không có bổ sung dịch chiết diệp hạ châu. Tuy nhiên, cá bớp phi lê có sử dụng dịch chiết diệp hạ châu có chất lượng cảm quan (7,96) tốt hơn và tổng vi sinh vật hiếu khí (4,24 log₁₀ CFU/g) thấp hơn so với mẫu đối chứng (7,00; 4,89 log₁₀ CFU/g) sau 10 ngày bảo quản. Sau 15 ngày bảo quản số lượng vi khuẩn hiếu khí vượt quá mức cho phép, 10⁶CFU/g.

Trích dẫn: Trần Minh Phú, Huỳnh Thị Kim Duyên, Nguyễn Lê Anh Đào, Nguyễn Thị Như Hạ, Nguyễn Quốc Thịnh và Tomoaki Hagiwara, 2020. Ảnh hưởng của dịch chiết cây diệp hạ châu (*Phyllanthus amarus* Schum. et Thonn) đến chất lượng cá bớp phi lê (*Rachycentron canadum*) trong điều kiện bảo quản lạnh. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(Số chuyên đề: Thủy sản)(2): 255-265.

1 GIỚI THIỆU

Cá bớp (*Rachycentron canadum*) có hàm lượng lipid khá cao, chủ yếu là các axit béo không no cao phân tử. Khẩu phần ăn với cá nhiều axit béo không no cao phân tử có tác dụng làm giảm nguy cơ mắc các bệnh về tim mạch (Vanschoonbeek *et al.*, 2003), giúp làm tăng khả năng hình thành tế bào não ở trẻ em cũng như tăng chức năng cho mắt, tăng khả năng miễn dịch cho cơ thể (Innis, 1999). Tuy nhiên, hàm lượng lipid ở cá khá cao nên chúng dễ bị oxy hóa trong quá trình bảo quản và chế biến. Oxy hóa chất béo làm giảm chất lượng của thực phẩm, làm biến đổi màu sắc, mùi vị, trạng thái cơ thịt và làm giảm thời hạn sử dụng của sản phẩm (Babovic *et al.*, 2010). Nhiều nghiên cứu nhằm duy trì và đảm bảo chất lượng cá sau thu hoạch đã được thực hiện. Phan Thị Mỹ Lệ (2015) đã nghiên cứu sử dụng chất chống oxy hóa acid ascorbic trong bảo quản đông cá bớp phi lê. Nghiên cứu thay đổi chất lượng của cá bớp cắt miếng, chất lượng của acid béo ở cá bớp trong bảo quản đông (Robinson *et al.*, 2012; Taheri *et al.*, 2012a), ảnh hưởng của việc hút chân không lên chất lượng cá bớp phi lê bảo quản đông (Taheri *et al.*, 2012b), ảnh hưởng của acid ascorbic lên chất lượng cá bớp trong bảo quản đông (Tehari *et al.*, 2012c), ảnh hưởng của phương pháp giết cá lên chất lượng cá bớp trong bảo quản đông (Baldi *et al.*, 2018). Nghiên cứu bảo quản cá bớp cắt khúc hút chân không trong điều kiện lạnh cho thấy với các điều kiện bổ sung các loại khí khác nhau có thể bảo quản lạnh ở 5°C đến 28 ngày mà không ảnh hưởng đến chất lượng cá (Gonçalves *et al.*, 2018).

Cây diệp hạ châu đắng (*Phyllanthus amarus* Schum. et Thonn) thuộc họ thầu dầu Euphorbiaceae (Đỗ Tất Lợi, 1995) mọc hoang ở Việt Nam, Ấn Độ và các nước Đông Dương... Trong dân gian người ta sử dụng cây diệp hạ châu để chữa các bệnh như viêm thận, sỏi thận, phù thũng, trẻ em suy dinh dưỡng, kiết lỵ, lỵ huyết, lở ngứa, rắn rết cắn. Theo một số nghiên cứu cho thấy trong cây diệp hạ châu chứa một hàm lượng cao phenolic và có khả năng chống oxi hóa mạnh (Sen and Batra, 2013). Tuy nhiên chưa có nghiên cứu về sử dụng dịch chiết cây diệp hạ châu trong bảo quản lạnh cá bớp phi lê. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm cung cấp thông tin về khả năng sử dụng dịch chiết Diệp Hạ Châu như chất chống oxi hóa trong bảo quản cá, đồng thời xác định thời gian bảo quản sản phẩm thông qua sự biến đổi của các thông số chất lượng sản phẩm như cảm quan, vi sinh và hóa học.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Vật liệu nghiên cứu

Nguyên liệu cá bớp (5-6 kg/con) được thu mua tại bè của ngư dân tại đảo Nam Du tỉnh Kiên Giang, cá được thu mẫu còn sống, sau đó phi lê và ngâm mẫu cá phi lê với dung dịch diệp hạ châu tại bè nuôi tại đảo Nam Du trước khi bảo quản lạnh và vận chuyển về Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ.

Cao chiết cây diệp hạ châu được ly trích tại Khoa Khoa Học Tự Nhiên, Trường Đại học Cần Thơ. Mẫu được chiết bằng dung môi ethanol 96% với tỷ lệ 1:8 trong 24 giờ, dịch chiết được thu hồi qua bốn lần chiết và cô cạn bằng máy cô quay chân không để thu được cao chiết. Cao chiết được bảo quản trong tủ đông -20°C cho đến khi sử dụng. Nồng độ dịch chiết diệp hạ châu được chọn trong thí nghiệm này dựa trên nồng độ ức chế tối thiểu sự phát triển của vi sinh vật (MIC) là 0,02% (kết quả chưa được công bố và chi tiết không trình bày trong nghiên cứu này).

2.2 Phương pháp nghiên cứu

2.2.1 Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm gồm 2 nghiệm thức: nghiệm thức (1) cá bớp phi lê bảo quản trong điều kiện nước đá (đôi chứng), nghiệm thức (2) cá bớp phi lê bảo quản trong điều kiện nước đá có kết hợp dịch chiết diệp hạ châu nồng độ 0,02%. Mỗi nghiệm thức được phân bố ngẫu nhiên 16 miếng cá bớp phi lê (800-1.200 g) được thu từ cá cái và cá đực với tỷ lệ 1:3. Nghiệm thức (1) các miếng cá phi lê được rửa sạch, ngâm nước đá lạnh với nhiệt độ nhỏ hơn 4°C, trong 30 phút, để ráo 10 phút. Sau đó, các miếng cá được cho vào túi PE, đóng kín và được bảo quản bằng nước đá với tỷ lệ nước đá : cá là 1:1 (w/w). Các túi cá được đặt trong thùng xốp, trải 1 lớp đá dưới đáy thùng, đến lớp cá, trải thêm lớp đá và cứ tiếp tục cho đến hết cá, lớp trên cùng là lớp đá sao cho cá và đá xen kẽ nhau. Nghiệm thức (2), 16 miếng cá phi lê được rửa sạch và ngâm vào dịch chiết diệp hạ châu nồng độ 0,02%, trong 30 phút, để ráo 10 phút. Sau đó, các miếng cá được cho vào túi PE, buộc chặt miệng túi lại và được bảo quản bằng nước đá, tỷ lệ nước đá: cá cũng duy trì là 1:1 (w/w). Tiến hành bảo quản lạnh giống nghiệm thức (1). Trong thời gian bảo quản, nước được loại bỏ mỗi ngày và đá được bổ sung nhằm đảm bảo tỷ lệ của đá và cá cố định 1:1 (w/w).

Thu mẫu được thực hiện vào các ngày 1, 5, 10 và 15 ngày sau khi bảo quản. Mỗi đợt thu mẫu, thu 4 miếng cá/nghiệm thức để đánh giá chất lượng sản phẩm thông qua kiểm tra các chỉ tiêu: nhiệt độ, tổng

số vi khuẩn hiếu khí, đánh giá cảm quan, đo cấu trúc, đo màu. Sau đó, mẫu được xay nhuyễn để kiểm tra lần lượt các chỉ tiêu: pH, đạm bay hơi (TVB-N), khả năng giữ nước (WHC), chỉ số Peroxide (PV), Thiobarbituric acid reactive substances (TBARs), ẩm độ.

2.2.2 Phương pháp phân tích mẫu và đo đạc

Nhiệt độ

Vào các ngày thu mẫu, nhiệt độ (°C) tâm sản phẩm được đo bằng nhiệt kế (Ebro, Đức), thực hiện đo trên 4 miếng cá bóp phi lê ở mỗi nghiệm thức trước khi lấy ra khỏi thùng xốp, thực hiện đo nhiệt độ ở cùng một vị trí trên mỗi miếng cá bóp.

pH

pH trong cơ thịt cá được đo theo phương pháp mô tả bởi Hultmann *et al.* (2012). Mẫu cá xay nhuyễn (20 g) được trộn đều với 20 mL KCl 0,15M. Hỗn hợp được đo bằng máy đo pH (Mettler Toledo, USA).

Xác định độ đàn hồi

Mẫu đo độ đàn hồi được chuẩn bị cùng một vị trí cho tất cả các miếng cá, phân cơ thịt dày nhất ở phần thịt lưng cách phần đầu 3 cm được chọn, kích cỡ miếng cá là 3x7 cm. Đo độ đàn hồi cơ thịt cá (g.cm) vào các ngày thu mẫu bằng máy đo cấu trúc TA.Xtplus Texture Analyser (Stable Micro Systems, YL, UK), sử dụng đầu dò P/5S với thời gian giữ là 5 giây, độ xuyên thấu 5 mm.

Khả năng giữ nước (WHC)

Cân 1,5 g mẫu cá xay nhuyễn cho vào ống ly tâm 15 mL có chứa bộ phận lọc và ly tâm ở 4°C trong thời gian 10 phút với lực ly tâm là 300 g. Khối lượng nước mất đi trong quá trình ly tâm phản ánh khả năng giữ nước của sản phẩm (Ofstad *et al.*, 1993).

Ẩm độ

Cân 2 g mẫu đem đi sấy ở tủ sấy 60°C trong 2 ngày, sau đó chuyển qua tủ sấy 105°C trong 2 ngày rồi đem cân lại. Tính hàm lượng ẩm (%) theo AOAC (2016).

Hàm lượng đạm bay hơi (Total Volatile Base Nitrogen, TVB-N)

Hàm lượng đạm bay hơi (TVB-N) được phân tích theo phương pháp Velho (2001); cân 5 g mẫu ($\pm 0,1$ g) cho vào ống chưng cất (ống Kjeldahl) của thiết bị chưng cất (Vapodest, Gerhardt, Germany); cho tiếp 2 g MgO và 50 mL nước cất vào ống, lắp ống Kjeldahl vào hệ thống chưng cất; lắp bình tam

giác chứa 25 mL acid boric 1% vào hệ thống chưng cất; sau đó tiến hành chưng cất trong 10 phút; sau khi chưng cất mẫu xong, tiến hành chuẩn độ dung dịch thu được trong bình tam giác bằng dung dịch chuẩn H₂SO₄ 0,1 N cho đến khi dung dịch chuyển từ màu xanh lá cây sang màu hồng; sau đó tính toán kết quả.

Peroxide value (PV)

Phân tích chỉ số peroxide value (PV) được thực hiện bằng phương pháp của International IDF Standards (1991); cân 10 g mẫu cho vào ống Fancol 50 mL, cho vào 40 mL dung dịch chloroform:methanol (2:1), đặt ống lên máy và lắc đều 3 giờ bằng máy lắc; sau khi lắc xong, đem ly tâm với tốc độ 700 g ở 25°C trong 5 phút; sau khi ly tâm, hút lấy phần dung dịch phía dưới sang ống Fancol (15 mL) để chuẩn bị phân tích PV. Dịch chiết mẫu được cho phản ứng với dung dịch Fe²⁺ và dung dịch NH₄SCN. Sau đó, dung dịch được so màu trên máy quang phổ ở bước sóng 480 nm. Mẫu được tính thông qua đường chuẩn Fe³⁺.

Thiobarbituric Acid Reactive substances (TBARs)

TBARs được phân tích theo phương pháp so màu quang phổ của Raharjo *et al.* (1992); chuẩn bị dung dịch mẫu tương tự như đối với phân tích PV; cân 8 g mẫu vào ống fancol 50 mL, cho 15 mL TCA (Trichloroacetic acid) 5% vào nghiền kỹ rửa máy nghiền với 5 mL TCA 5% và thu lại dung dịch, chia đều mẫu ra hai ống ly tâm 15 mL trong 15 phút ở tốc độ 1050 g, lọc lấy phần nổi lên trên qua bình định mức 50 mL. Thêm vào phần kết tủa 10 mL TCA 5%, nghiền bằng máy nghiền, rửa đầu trực máy nghiền với 5 mL TCA 5% và thu lại dung dịch, chia đều mẫu ra hai ống ly tâm 15 mL và ly tâm trong 15 phút ở tốc độ 1050 g, tiếp tục cho phần dung dịch nổi vào bình định mức 50 mL. Đối với mẫu TEP cho thêm vào 1 mL TEP sau đó làm tương tự như trên. Định mức dung dịch bằng dung dịch TCA 5% lên 50 mL. Phân tích mẫu được thực hiện bằng cách hút 2 mL mẫu đã được lọc và 2 mL TBA 5% đem đi vortex rồi đun ở 94°C trong 5 phút, cho vào thau nước lạnh để làm nguội và tiến hành so màu quang phổ với bước sóng 530 nm. Hàm lượng TBARs được tính thông qua đường chuẩn TEP.

Tổng vi sinh vật hiếu khí

Tổng số vi khuẩn hiếu khí được xác định theo phương pháp đồ đĩa (Bộ Y Tế, 2012). Mẫu được thu ngẫu nhiên tại các vị trí khác nhau của các miếng phi lê. Phân tích được lặp lại 4 lần cho mỗi nghiệm thức. Mẫu cá (1 g) được pha loãng vào ống nước

muối sinh lý với các mức độ pha loãng khác nhau; sau khi pha loãng, tiến hành hút 1 mL dung dịch cho vào đĩa petri, mỗi nồng độ 2 đĩa; sau đó cho môi trường Plate Count Agar (PCA, Merck, Đức) vào đĩa, mỗi đĩa khoảng 17 – 18 mL và xoay đều để mẫu đồng nhất. Khi môi trường đã khô, úp ngược đĩa lại và cho vào tủ ủ ở 30°C trong 48 giờ; sau đó, lấy đĩa ra đếm và tính kết quả.

Đánh giá cảm quan

Thực hiện đánh giá cảm quan qua hai phương pháp: phương pháp chỉ số chất lượng - QIM (Quality Index Method) áp dụng cho đánh giá mẫu tươi và

phương pháp Meilgaard *et al.* (1999) được dùng để đánh giá cảm quan mẫu hấp. Ở mỗi miếng cá phi lê cắt 1 phần nhỏ cố định vị trí tại phần đầu (khoảng 4 cm) dùng cho đánh giá cảm quan, vị trí phải đồng nhất trên mỗi miếng cá. Hội đồng đánh giá gồm 7 thành viên. Miếng cá bóp cắt ra được đặt trên đĩa màu trắng, sau đó 7 thành viên trong hội đồng đánh giá tiến hành đánh giá cảm quan. Đối với đánh giá cảm quan mẫu hấp, mẫu sau khi đánh giá cảm quan mẫu tươi sẽ được hấp trong 10 phút và chuẩn bị cho đánh giá cảm quan mẫu hấp. Các chỉ tiêu đánh giá cảm quan được trình bày ở Bảng 1 và Bảng 2.

Bảng 1: Các thông số chất lượng đánh giá cảm quan mẫu cá bóp phi lê tươi theo phương pháp chỉ số chất lượng QIM

Chỉ tiêu	Mô tả	Điểm
Cấu trúc	Chắc và đàn hồi nhanh	0
	Hơi mềm và đàn hồi ít	1
	Mềm, không đàn hồi	2
	Rất mềm, không đàn hồi	3
Độ bóng bề mặt	Bóng đẹp	0
	Hơi khô	1
	Khô	2
Mùi	Mùi tươi, tanh tự nhiên của cá và thảo dược	0
	Mùi hơi tanh	1
	Mùi tanh rõ rệt	2
	Mùi chua và mùi khai	3
Màu sắc	Trắng và sáng	0
	Xanh nhạt	1
	Vàng nhạt	2
	Xanh hoặc vàng rõ rệt	3

Bảng 2: Đánh giá cảm quan cho cá bóp phi lê đã hấp theo phương pháp Meilgaard *et al.* (1999)

		Điểm	Vị
Mức độ chấp nhận	Không mất vị	9	Ngọt đặc trưng của thịt cá
		8	Vị ít ngọt
		7	Mất vị ngọt đặc trưng của thịt cá
		6	Vị rất nhạt, thoảng vị thịt cá rất nhẹ
		5	Vị hơi đắng
Mức độ không chấp nhận	Mất hoàn toàn vị	4	Vị đắng, chua
		3	Rất đắng, có vị tanh nhẹ
		2	Vị rất đắng, rất chua
		1	Vị lạ không ăn được

Màu sắc

Mẫu cá được đo các thông số màu tại một vị trí cố định ở giữa miếng cá, cách 10 cm tính từ vị trí đầu cá, sử dụng máy đo màu Spectrophotometer (C160) dựa theo nguyên lý hệ thống CIE Lab (L* a* b*) với L* là cường độ tối-sáng, a* là sắc độ của màu đỏ-xanh lá cây và b* là sắc độ của màu xanh dương-vàng. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần.

2.2.3 Xử lý số liệu

Các số liệu của thí nghiệm được tính trung bình và độ lệch chuẩn bằng phần mềm Microsoft Excel 2010. Sự khác biệt trung bình của các chỉ tiêu phân tích ở các lần thu mẫu được xử lý bằng t-Test: Two-sample Assuming Unequal Variances ở mức ý nghĩa p<0,05 bằng chương trình SPSS 16.0.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Sự thay đổi tính chất hóa lý của cá bóp phi lê trong quá trình bảo quản lạnh

3.1.1 Sự thay đổi nhiệt độ

Kết quả đo nhiệt độ tâm miếng cá trong quá trình bảo quản cho thấy có sự giảm nhiệt độ trong các lần thu mẫu trong điều kiện bảo quản lạnh, miếng cá tiếp xúc với nước đá qua màng bao PE mỏng. Trong quá trình bảo quản, nhiệt độ ghi nhận ở cả hai nghiệm thức dao động từ 0,60-1,18°C. Nhiệt độ của các miếng cá ghi nhận ở các lần thu mẫu khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa 2 nghiệm thức ($p>0,05$). Như vậy mẫu thí nghiệm luôn được bảo quản trong điều kiện lạnh nhỏ hơn 4°C đáp ứng yêu cầu của thí nghiệm bảo quản lạnh.

3.1.2 Sự thay đổi pH

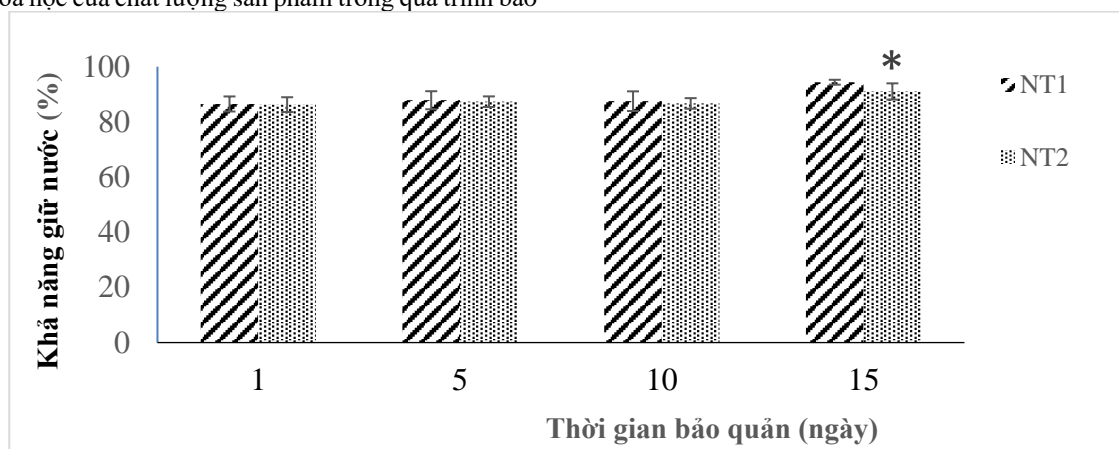
Kết quả đo pH được ghi nhận trong suốt thời gian bảo quản cho thấy, giá trị pH khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa mẫu có sử dụng dịch chiết điệp hạ châu và đối chứng giữa các lần thu mẫu, dao động từ 5,87-6,07. Giá trị pH là một chỉ số quan trọng để đánh giá chất lượng cá, chỉ số pH có thể thay dao động từ 5,4 – 7,2 tùy thuộc vào mùa vụ thu hoạch và giống loài cá (Grigorakis *et al.*, 2003). Sự thay đổi pH trong cơ thịt cá trong quá trình bảo quản chủ yếu là do sự phân hủy ATP và glycogen giải phóng tạo ra H^+ . Thêm vào đó, sau một thời gian bảo quản, có sự phân hủy của acid amin và các hợp chất hữu cơ tạo thành NH_3 làm thay đổi pH của cơ thịt cá (Duun and Rustad, 2007; Hultmann *et al.*, 2012). Trong nghiên cứu này, sự thay đổi pH không đáng kể với biên độ dao động thấp chứng tỏ sự thay đổi hóa học của chất lượng sản phẩm trong quá trình bảo

quản lạnh là rất thấp, không ảnh hưởng đến pH của cơ thịt cá. Kết quả về sự thay đổi giá trị pH cá phù hợp với kết quả đã công bố trước đây của Li *et al.* (2012).

3.1.3 Khả năng giữ nước

Khả năng giữ nước của cá phi lê được trình bày ở Hình 1. Khả năng giữ nước (WHC) của phi lê cá thể hiện độ chắc của cơ thịt cá. Trong thời gian bảo quản, cơ thịt cá bị mất nước. Kết quả phân tích khả năng giữ nước của mẫu ở nghiệm thức 1 (mẫu đối chứng) so với nghiệm thức 2 (mẫu có xử lý dịch chiết điệp hạ châu 0,02%) khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở các ngày thu mẫu 1, 5, 10 ($p>0,05$). Tuy nhiên sau 15 ngày bảo quản WHC của mẫu đối chứng cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với mẫu có sử dụng dịch chiết điệp hạ châu ($p<0,05$).

Trong quá trình bảo quản khả năng giữ nước của phi lê cá dao động từ 86,3%-94,4% và có xu hướng tăng dần theo thời gian bảo quản. Nguyên nhân khả năng giữ nước tăng dần là do mẫu cá bị mất nước trong thời gian bảo quản, cấu trúc mẫu cá mềm đi. Khả năng giữ nước của cơ thịt là một thông số thiết yếu trong đánh giá chất lượng sản phẩm. Khi khả năng giữ nước của cá thấp đồng nghĩa với việc cá sẽ bị mất nước nhiều hơn trong quá trình bảo quản dẫn đến mất khối lượng cá. Sự thay đổi khả năng giữ nước có thể do hoạt động của enzyme nội tại, liên kết của cơ thịt cá giảm và sự phân giải protein (Olsson *et al.*, 2003). Nhìn chung, việc ứng dụng dịch chiết từ cây điệp hạ châu không ảnh hưởng đến khả năng giữ nước của nguyên liệu.



Hình 1: Sự thay đổi khả năng giữ nước của phi lê cá bóp theo thời gian bảo quản do tác động của dịch chiết điệp hạ châu

(NT1: mẫu đối chứng (ngâm nước lạnh); NT2: Phi lê cá bóp được ngâm dịch chiết điệp hạ châu 0,02%; (*): thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 2 nghiệm thức ($p<0,05$) ở các ngày thu mẫu)

3.1.4 Ẩm độ

Ẩm độ của hai nghiệm thức dao động trong khoảng 71,8% - 74,2%, giảm dần theo thời gian bảo

quản và khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$). Ẩm độ của cá bóp trong bảo quản lạnh được thể hiện ở Bảng 3.

Bảng 3: Ẩm độ (%) của phi lê cá bóp theo thời gian bảo quản lạnh do tác động của dịch chiết điệp hạ châu

Thời gian bảo quản (ngày)	1	5	10	15
NT1	73,1±1,14	73,0±0,94	73,3±1,76	71,8±1,59
NT2	74,2±3,48	73,9±1,75	74,0±0,93	72,8±0,66

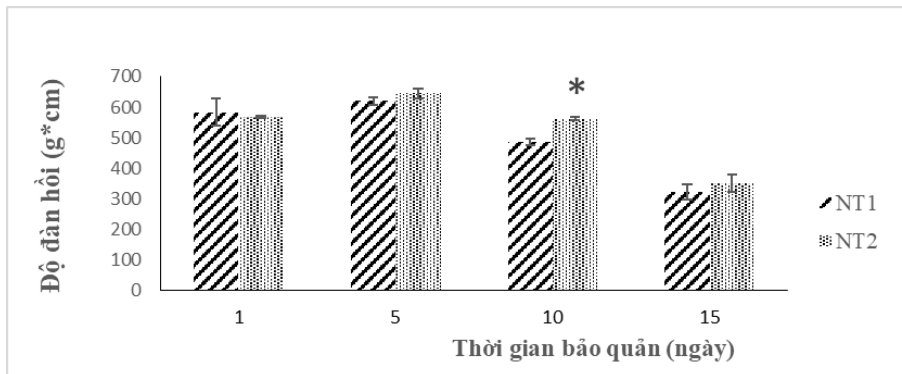
(NT1: mẫu đối chứng (ngâm nước lạnh); NT2: Phi lê cá bóp được ngâm dịch chiết điệp hạ châu 0,02%)

Ẩm độ của cá bóp phi lê giảm là do mẫu cá bị mất nước trong quá trình bảo quản, lượng nước tự do thoát ra, protein trong cơ cá tự phân giải và biến tính làm cho cơ thịt cá trở nên lỏng lẻo (Tsuchiya *et al.*, 1992). Nhìn chung, sử dụng dịch chiết điệp hạ châu ngâm cá bóp phi lê không ảnh hưởng đến ẩm độ trong quá trình bảo quản lạnh.

3.1.5 Độ đàn hồi của cơ thịt cá

Kết quả độ đàn hồi cơ thịt cá trong quá trình bảo quản giữa nghiệm thức 1 và nghiệm thức 2 khác biệt có ý nghĩa thống kê vào ngày 10 của thí nghiệm ($p<0,05$). Độ đàn hồi của cơ thịt cá giảm dần là do quá trình thủy phân và oxy hóa protein diễn ra theo

thời gian bảo quản cùng với sự tự phân giải và biến tính của protein cơ làm cho cấu trúc cơ thịt của cá bóp trở nên lỏng lẻo và giảm hàm lượng nước bên trong sản phẩm (Tsuchiya *et al.*, 1992). Độ đàn hồi của cá ở ngày bảo quản thứ 5 cao hơn các ngày còn lại do mẫu đã ổn định về nhiệt độ cũng như cấu trúc. Nghiên cứu của Hultman *et al.* (2012) cho thấy hoạt tính của enzyme collagenase ngay sau khi cá khi cá chết và sau 5 ngày bảo quản thì hoạt tính các loại enzyme như cathepsin B, B+L tăng. Như vậy, độ đàn hồi của cơ thịt cá giảm đi trong thời gian bảo quản có thể do hoạt động của các enzyme protease. Kết quả đo độ đàn hồi của cơ thịt cá trong thời gian bảo quản được trình bày ở Hình 2.



Hình 2: Sự thay đổi độ đàn hồi của phi lê cá bóp theo thời gian bảo quản do tác động của dịch chiết điệp hạ châu

(NT1: mẫu đối chứng (ngâm nước lạnh); NT2: Phi lê cá bóp được ngâm dịch chiết điệp hạ châu 0,02%; (*): thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 2 nghiệm thức ($p<0,05$) ở các ngày thu mẫu)

3.1.6 Hàm lượng đạm bay hơi (Total Volatile Base Nitrogen, TVBN)

Kết quả ở Bảng 4 cho thấy, giá trị TVB-N của cả 2 nghiệm thức tăng dần theo thời gian bảo quản. Giá trị TVB-N của mẫu đối chứng cao hơn mẫu có xử lý dịch chiết điệp hạ châu. Kết quả phân tích hàm

lượng TVB-N giữa hai nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở ngày thu mẫu thứ 5 ($p>0,05$). Tuy nhiên vào các ngày 1, 10, 15, hàm lượng TVB-N giữa nghiệm thức đối chứng cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức xử lý dịch chiết điệp hạ châu 0,02% ($p<0,05$).

Bảng 4: Hàm lượng đạm bay hơi, peroxide value và Thiobarbituric acid reactive substances của phi lê cá bóp theo thời gian bảo quản lạnh do tác động của dịch chiết điệp hạ châu

Ngày	TVB-N;		Peroxide value		Thiobarbituric acid reactive	
	mgN/100 g mẫu		PV, meq/kg		substances; TBARs, mg MDA/kg	
	NT1	NT2	NT1	NT2	NT1	NT2
1	16,3±0,14*	15,0±0,47*	2,78±0,94	2,22±0,94	0,534±0,04	0,435±0,06
5	16,5±0,23	15,7±0,62	4,99±1,13*	3,83±1,08*	0,857±0,17	0,623±0,23
10	17,3±0,14*	16,6±0,47*	5,53±1,17	5,02±1,13	0,892±0,08*	0,625±0,08*
15	18,8±0,77*	17,3±0,40*	4,25±0,70	3,67±0,71	1,107±0,29	0,681±0,09

(NT1: mẫu đối chứng (ngâm nước lạnh); NT2: Phi lê cá bóp được ngâm dịch chiết điệp hạ châu 0,02%; (*): thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 2 nghiệm thức ($p < 0,05$) ở các ngày thu mẫu)

Giá trị TVB-N được sử dụng như chỉ thị cho sự biến đổi của sản phẩm thủy sản sau khi chết (Olafsdottir *et al.*, 1997). Hàm lượng TVB-N tăng lên là do sự phát triển của vi sinh vật sản sinh ra trimethylamine, quá trình tự phân giải do enzyme sản xuất ra dimethylamine, amoniac được sản xuất bởi phản ứng khử nitơ của các acid amine và catabolites nucleotide và các hợp chất dễ bay hơi khác đạm (Malle and Poumeyrol, 1989). Sự tăng dần chỉ số TVB-N trong quá trình bảo quản cá tương đồng với nghiên cứu của Papadopoulos *et al.* (2003). Nhìn chung, giá trị TVB-N trong các mẫu dao động từ 15,0 đến 18,8 mg N/100 g nhỏ hơn nhiều so với giới hạn được chấp nhận tối đa 35 mgN/100g theo Huss (1995) và thấp hơn 50 mgN/100g theo tiêu chuẩn của Pike and Hardy (1997).

3.1.7 Chỉ số Peroxide value (PV)

Chỉ số peroxide value (PV) của phi lê cá trong suốt thời gian bảo quản được trình bày ở Bảng 4. Nhìn chung, giữa các ngày bảo quản giá trị PV có sự thay đổi rõ rệt. Chỉ số PV từ ngày 1 đến ngày 10 có xu hướng tăng sau đó giảm vào ngày 15, tương tự với nghiên cứu của Chaijan *et al.* (2006) trên cá trích bảo quản lạnh, nghiên cứu này có giá trị PV tăng đến ngày 9 sau đó giảm dần đến ngày 15 của quá trình bảo quản. PV giảm là do các sản phẩm sơ cấp bị oxy hóa thành các sản phẩm thứ cấp (Boselli *et al.*, 2005). Theo Alghazeer *et al.* (2008), PV là sản phẩm sơ cấp của quá trình oxy hóa lipid, chúng không bền nên dễ bị oxy hóa để tạo thành các sản phẩm thứ cấp như andehyde. Do đó, chỉ số PV tăng hay giảm là hoàn toàn phụ thuộc vào sự tương quan giữa tốc độ hình thành hợp chất peroxyde và tốc độ phân hủy hợp chất peroxyde thành các sản phẩm thứ cấp. Trong 15 ngày bảo quản, giá trị PV của mẫu đối chứng luôn cao hơn mẫu có xử lý với dịch chiết và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở ngày thu mẫu thứ 5 ($p < 0,05$). Sen and Batra (2013) cao chiết cây điệp

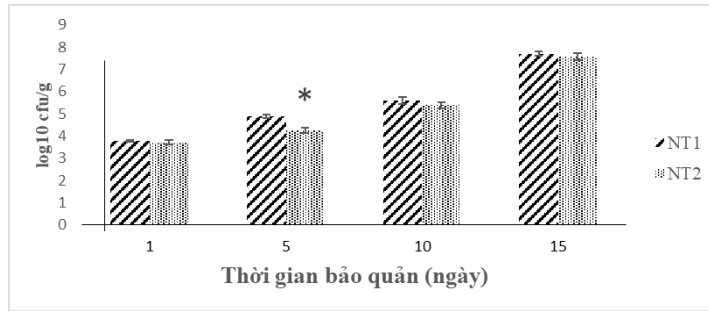
hạ châu chứa một hàm lượng cao phenolic và có khả năng chống oxy hóa mạnh. Giá trị PV của mẫu ngâm dịch chiết luôn nhỏ hơn mẫu đối chứng, cho thấy dịch chiết điệp hạ châu có khả năng ức chế sự hình thành quá trình oxy hóa lipid sơ cấp trong cá bóp phi lê sau thời gian bảo quản lạnh. Trong nghiên cứu này giá trị PV thấp hơn 10-20 meq/kg so với quy định về giá trị PV theo đề xuất của Huss (1995).

3.1.8 Chỉ số Thiobarbituric acid reactive substances

Chỉ số Thiobarbituric acid reactive substances (TBARs) của cá bóp phi lê trong suốt thời gian bảo quản được trình bày ở Bảng 4. Kết quả phân tích cho thấy chỉ số TBARs của hai nghiệm thức đều tăng theo thời gian bảo quản. Giá trị TBARs ở nghiệm thức đối chứng luôn cao hơn so với nghiệm thức ngâm dịch chiết điệp hạ châu nhưng sự khác biệt có ý nghĩa thống kê chỉ thể hiện ở ngày 10 ($p < 0,05$). Chỉ số TBARs dao động từ 0,435-1,11 mg MDA/kg thấp hơn so với mức độ chấp nhận về giá trị TBARs cho sự oxy hóa của chất béo là 5-8 mg MDA/kg (Sallam, 2007) và thấp hơn so với nghiên cứu của Rawdkuen *et al.* (2008). Kết quả nghiên cứu này tương đồng với kết quả đã công bố trước đó bởi Cakli *et al.* (2007) trong bảo quản lạnh cá chêm. Chỉ số TBARs thể hiện các sản phẩm oxy hóa thứ cấp trong quá trình oxy hóa chất béo như aldehydes, ketones, alcohols, carboxylic acids, alkanes,... (Benjakul *et al.*, 2005). Trong nghiên cứu này, giá trị TBARs của mẫu sử dụng dịch chiết điệp hạ châu luôn thấp hơn mẫu đối chứng cho thấy khả năng chống oxy hóa của dịch chiết điệp hạ châu sử dụng trong bảo quản lạnh cá bóp phi lê.

3.2 Tổng vi khuẩn hiếu khí (TVC)

Tổng vi sinh vật hiếu khí của phi lê cá trong suốt thời gian bảo quản được trình bày ở Hình 3.



Hình 3: Sự thay đổi tổng vi khuẩn hiếu khí (log10 CFU/g) của phi lê cá bóp theo thời gian bảo quản do tác động của dịch chiết điệp hạ châu

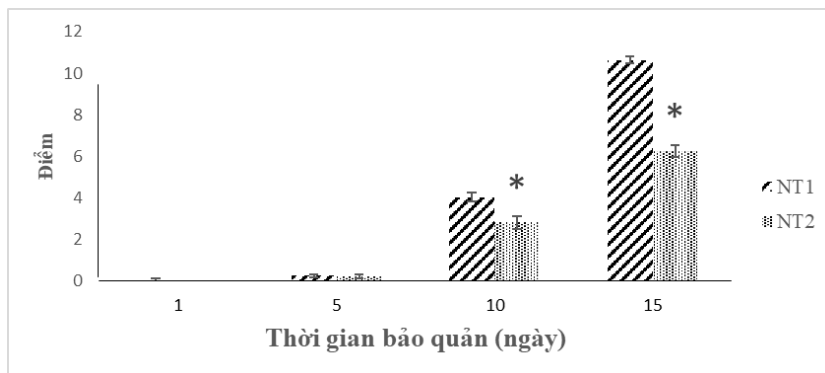
(NT1 : mẫu đối chứng (ngâm nước lạnh); NT2: Phi lê cá bóp được ngâm dịch chiết điệp hạ châu 0,02%; (*): thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 2 nghiệm thức ($p < 0,05$) ở các ngày thu mẫu)

Tổng vi khuẩn hiếu khí (TVC) của cả 2 nghiệm thức đều tăng dần theo thời gian bảo quản. Sau 5 ngày bảo quản kết quả phân tích cho thấy TVC của nghiệm thức đối chứng ($\log_{10} \text{CFU/g} = 4,89$) cao hơn có ý nghĩa thống kê so với mẫu ngâm dịch chiết điệp hạ châu ($\log_{10} \text{CFU/g} = 4,24$) ($p < 0,05$). Kết quả tương đồng với nghiên cứu của Phan Thị Mỹ Lệ (2015), sử dụng acid ascorbic xử lý cá bóp phi lê trước khi bảo quản lạnh làm giá trị TVC thấp hơn so với mẫu đối chứng. Kloucek *et al.* (2005) ghi nhận cao chiết điệp hạ châu có khả năng kháng khuẩn với giá trị nồng độ ức chế tối thiểu dao động từ 0,25 đến 16 mg/mL. Trong nghiên cứu này, sau 15 ngày bảo quản TVC của cả 2 nghiệm thức đã vượt quá giới hạn cho phép 10^6CFU/g theo quyết định của Bộ Y Tế (Bộ Y Tế, 2012), vì vậy cá chỉ đảm bảo an toàn qua 10 ngày bảo quản lạnh. Dịch chiết điệp hạ châu thể hiện rõ khả năng ngăn ngừa sự phát triển của vi sinh vật ở giai đoạn đầu (5 ngày) trong quá trình bảo quản.

3.3 Giá trị cảm quan và chỉ số đo màu mẫu cá bóp phi lê trong quá trình bảo quản

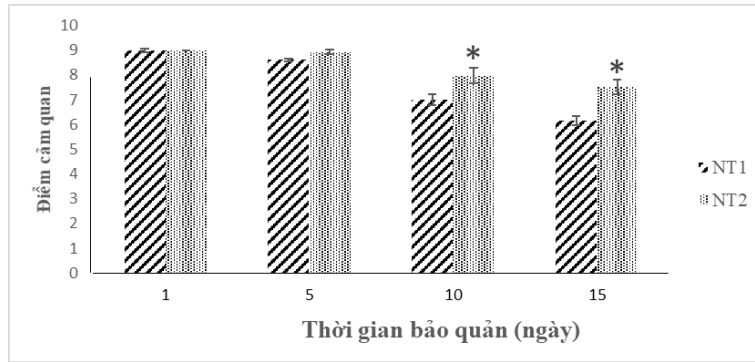
3.3.1 Giá trị cảm quan

Kết quả về giá trị cảm quan của cá bóp phi lê cho thấy khác biệt không có ý nghĩa thống kê của nghiệm thức đối chứng (NT1) và nghiệm thức ngâm dịch chiết điệp hạ châu 0,02% (NT2) sau 5 ngày bảo quản thông qua hai phương pháp đánh giá mẫu tươi theo tiêu chuẩn QIM (Hình 4) và đánh giá mẫu hấp theo phương pháp cho điểm (Hình 5). Tuy nhiên vào ngày thu mẫu thứ 10 và 15 giá trị cảm quan của nghiệm thức ngâm dịch chiết điệp hạ châu cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với mẫu đối chứng. Kết quả thí nghiệm cho thấy dịch chiết điệp hạ châu có tác dụng làm cho miếng cá có giá trị cảm quan tốt hơn so với mẫu đối chứng. Tuy nhiên kết quả phân tích tổng vi khuẩn hiếu khí cho thấy sản phẩm không thể sử dụng được vì tổng sinh vật hiếu khí cao hơn 10^6CFU/g ở ngày 15.



Hình 4: Sự thay đổi giá trị cảm quan mẫu tươi (QIM) của phi lê cá bóp theo thời gian bảo quản do tác động của dịch chiết điệp hạ châu

(NT1: mẫu đối chứng (ngâm nước lạnh); NT2: Phi lê cá bóp được ngâm dịch chiết điệp hạ châu 0,02%; (*): thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 2 nghiệm thức ($p < 0,05$) ở các ngày thu mẫu.



Hình 5: Sự thay đổi giá trị cảm quan của phi lê cá bóp theo thời gian bảo quản do tác động của dịch chiết điệp hạ châu

(NT1: mẫu đối chứng (ngâm nước lạnh); NT2: Phi lê cá bóp được ngâm dịch chiết điệp hạ châu 0,02%; (*): thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 2 nghiệm thức ($p < 0,05$) ở các ngày thu mẫu)

3.3.2 Chỉ số đo màu

Chỉ số đo màu trong thời gian bảo quản được thể hiện qua 3 cường độ màu: L*: cường độ tối-sáng,

a*: sắc độ màu đỏ-xanh lá cây, b*: sắc độ màu xanh dương-vàng, trình bày ở Bảng 5.

Bảng 5: Cường độ màu sắc của phi lê cá bóp theo thời gian bảo quản lạnh do tác động của dịch chiết điệp hạ châu

Thời gian bảo quản (ngày)	Nghiệm thức	L*	a*	b*
1	NT1	67,0±1,06	-4,00±0,41	4,00±0,90
	NT2	66,4±0,92	-3,71±0,44	4,02±0,93
5	NT1	63,0±1,65	-3,05±0,60	4,16±1,68*
	NT2	62,3±1,06	-2,08±0,68	6,24±1,52*
10	NT1	63,2±0,81	-2,62±0,20	5,89±0,83*
	NT2	62,6±0,88	-2,52±0,29	4,69±0,90*
15	NT1	61,5±1,55	-2,48±0,32	6,30±0,31*
	NT2	60,9±1,65	-2,30±0,53	5,58±0,28*

(NT1: mẫu đối chứng (ngâm nước lạnh); NT2: Phi lê cá bóp được ngâm dịch chiết điệp hạ châu 0,02%; (*): thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 2 nghiệm thức ($p < 0,05$) ở các ngày thu mẫu)

Kết quả cho thấy giá trị L*: cường độ sáng-tối và sắc độ a*: đỏ-xanh lá cây giảm qua 15 ngày bảo quản và khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa mẫu đối chứng và mẫu xử lý dịch chiết điệp hạ châu 0,02%. Sắc độ b*: xanh dương-vàng ở xử lý dịch chiết điệp hạ châu thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng ($p < 0,05$). Nguyên nhân của sự biến đổi màu sắc là do sự biến đổi các thành phần trong cơ thịt cá như oxy hóa lipid và protein, sự hoạt động của enzyme và vi sinh vật (Flechtenmacher, 1975). Quá trình oxy hóa lipid và phân hủy protein tạo thành các phức màu nâu sẫm làm cho màu sáng của miếng cá giảm dần, màu vàng và màu đỏ tăng lên (Phan Thị Mỹ Lệ, 2015). Giá trị L* giảm dần theo thời gian bảo quản tương đồng với nghiên cứu của Mohan *et al.* (2012).

4 KẾT LUẬN

Nghiên cứu cho thấy sử dụng dịch chiết điệp hạ châu 0,02% đã cải thiện giá trị cảm quan cá bóp phi lê trong quá trình bảo quản lạnh. Thêm vào đó, dịch chiết điệp hạ châu cũng thể hiện khả năng chống oxy hóa làm giảm sự tạo thành sản phẩm oxy hóa sơ cấp sau 5 ngày bảo quản và sản phẩm oxy hóa thứ cấp sau 10 ngày bảo quản. Cá bóp phi lê trong điều kiện bảo quản lạnh có hay không có ngâm dịch chiết có thể sử dụng đến 10 ngày mà cá vẫn đảm bảo về mặt an toàn vệ sinh thực phẩm. Trong thí nghiệm này, điệp hạ châu chưa thể hiện được hoạt tính có thể kéo dài hơn thời gian bảo quản sản phẩm nhưng sử dụng cao chiết đã cải thiện giá trị cảm quan sản phẩm

cũng như ức chế hoạt động của các gốc tự do từ oxy hóa chất béo.

LỜI CẢM ƠN

Đề tài này được tài trợ bởi Dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ VN14-P6 bằng nguồn vốn vay ODA từ chính phủ Nhật Bản. Nhóm tác giả cảm ơn sinh viên Trần Tường Duy đã hỗ trợ thực hiện đề tài này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Alghazeer, R., Saeed, S., and Howell, N.K., 2008. Aldehyde formation in frozen mackerel (*Scomber scombrus*) in the presence and absence of instant green tea. *Food Chemistry*. 108(3): 801-810.
- AOAC, 2016. Official methods of Analysis of AOAC International, 20th Edition, George W. Latimer, Jr (Eds), Volume I.
- Babovic, N., Zizovic, I., Saicic, S., Ivanovic, J., and Petrovic, S., 2010. Oxidative stabilization of Sunflower oil by antioxidant fractions from selected Lamiaceae herbs. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*. 16 (4): 287-293.
- Baldi, S.C.V., Parisi, G., Bonelli, A., Balieiro, J.C.C., Guimarães, J.L. and Viegas, E.M.M., 2018. Effects of different stunning/slaughter methods on frozen fillets quality of cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*. 486: 107-113.
- Benjakul, S., Visessanguan, W., Phongkanpai, V., and Tanaka, M., 2005. Antioxidative activity of caramelization products and their preventive effect on lipid oxidation in fish mince. *Food Chemistry*. 90(1-2): 231-239.
- Bộ Y Tế, 2012. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với ô nhiễm vi sinh vật trong thực phẩm QCVN 8-3:2012/BYT. Truy cập tại: http://www.fsi.org.vn/pic/files/qcvn-8-3_2011-byt-ve-o-nhiem-vi-sinh-vat-trong-tp_bia_merged.pdf. Ngày truy cập: 20/09/2019.
- Boselli, E., Caboni, M.F., Redriguez-Estrada, M.T., Toschi, T.G., Daniel, M., and Lercker, G., 2005. Photooxidation of cholesterol and lipids of turkey meat during storage under commercial retail conditions. *Food Chemistry*. 91: 705-713.
- Cakli, S., Kilinc, B., Cadun, A., Dincer, T., and Tolasa, S., 2007. Quality differences of whole ungutted sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) while stored in ice. *Food Control*. 18(5): 391-397.
- Chaijan, M., Benjakul, S., Visessanguan, W., and Faustman, C., 2006. Changes of lipids in sardine (*Sardinella gibbosa*) muscle during iced storage. *Food Chemistry*. 99(1): 83-91.
- Đỗ Tất Lợi. 1995. Những cây thuốc và vị thuốc Việt Nam. NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- Duun, A.S., and Rustad, T., 2007. Quality changes during superchilled storage of cod (*Gadus morhua*) fillets. *Food Chemistry*. 105: 1067-1075.
- Flechtenmacher, W., 1975. Bleeding of cod on board factory trawlers. *Archiv Fur Fischereiwissenschaft*. 26: 53-56
- Gonçalves, A.A., and Santos, T.C.L., 2018. The effects of vacuum and modified atmosphere packaging on quality changes in seasoned cobia (*Rachycentron canadum*) sticks stored under refrigeration. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21.
- Grigorakis, K., Taylor, K.D.A., and Alexis, M.N., 2003. Seasonal patterns of spoilage of ice-stored cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Food Chemistry*. 81: 263-268.
- Hultmann, L., Phu, T.M., Tobiassen, T., Aas-Hansen, Ø., and Rustad, T., 2012. Effects of pre-slaughter stress on proteolytic enzyme activities and muscle quality of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Food chemistry*. 134(3): 1399-1408.
- Huss, H.H., 1995. Quality and quality changes in fresh fish, FAO Fisheries Technical Paper. No. 348. Rome.
- Innis, S.M., 1991. Essential fatty acids in growth and development. *Progress in Lipid Research*. 30: 39-103.
- International IDF Standards, 1991. Section 74A, International Dairy Federation, IDF-Square Vergote 41, Brussels.
- Kloucek, P., Polesny, Z., Svobodova, B., Vlkova, E. and Kokoska, L., 2005. Antibacterial screening of some Peruvian medicinal plants used in Calleria District. *Journal Ethnopharmacology*. 99: 309-312.
- Li, T., Hu, W., Li, J., Zhang, X., Zhu, J., and Li, X., 2012. Coating effects of tea polyphenol and rosemary extract combined with chitosan on the storage quality of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). *Food control*. 25: 101-106.
- Malle, P., and Poumeyrol, M., 1989. A new chemical criterion for the quality control of fish: trimethylamine/total volatile basic nitrogen (%). *Journal of food protection*. 52(6): 419-423.
- Meilgaard, M., Civille, G.V., and Carr, B.T., 1999. Sensory evaluation techniques (3rd ed), CRC Press, Boca Raton, FL.
- Mohan, C.O., Ravishankar, C.N., Lalitha, K.V., and Gopal, T.S., 2012. Effect of chitosan edible coating on the quality of double filleted Indian oil sardine (*Sardinella longiceps*) during chilled storage. *Food Hydrocolloids*, 26(1), 167-174.
- Ofstad, R., Kidman, S., Myklebust, R., and Hermansson, A.M., 1993. Liquid loss capacity and structural changes during heating of fish

- muscle: Cod (*Gadus morhua* L) and salmon (*Salmo salar*). Food structure. 12(2): 4.
- Olafsdottir, G., Martinsdottir, E., Oehlenschlager, J., Dalgaard, P., Undeland, I., and Mackie, I.M., 1997. Method to evaluate fish freshness in research and industry. Trends in Food Technology. 8: 258–265.
- Olsson, G.B., Ofstad, R., Lodemel, J.B., and Olsen, R.L., 2003. Changes in waterholding capacity of halibut muscle during cold storage. LWT-Food Science and Technology. 36(8): 771-778.
- Papadopoulos, V., Chouliara, I., Badeka, A., Savva, I.N., and Kontominas, M.G., 2003. Effect of gutting on microbiological, chemical, and sensory properties of aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice. Food Microbiology. 20: 411–420.
- Phan Thị Mỹ Lê, 2015. Nghiên cứu đề xuất quy trình chế biến cá bớp (*Rachycentron Canadum*) phi lê đông lạnh nhằm hạn chế sự oxy hóa lipid trong quá trình bảo quản. Luận văn thạc sĩ. Đại Học Nha Trang.
- Pike, I.H., and Hardy, R.W., 1997. Standards for assessing quality of feed ingredients. In: D’Abramo, L.R., Conklin, D.M., Akiyama, D.M. (Eds.), Crustacean Nutrition. Advances in World Aquaculture, vol. 6. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, pp. 473–492.
- Raharjo, S., Sofo, 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 Agriculture and Food Chemistry. 40: 2182-2185.
- Rawdkuen, S., Jongjareonrak, A., Benjakul, S., and Chaijan, M., 2008. Discoloration and lipid deterioration of farmed giant catfish (*Pangasianodon gigas*) muscle during refrigerated storage. Journal of food science. 73(3): C179-C184.
- Robinson, J., Barnabas, E.R., and Nathan, F., 2012. Quality changes of farmed cobia steaks held in cold stores (– 18°C). International Journal of Food Science & Technology. 47(11): 2429-2435.
- Sallam, K.I., 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. Food Control. 18(5): 566-575.
- Sen, A., and Batra, A., 2013. The study of in vitro and in vivo antioxidant activity and total phenolic content of *Phyllanthus amarus* Schum. & Thonn: A medicinally important plant. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 5: 942-947
- Taheri, S., Motalebi, A.A. and Fazlara, A., 2012c. Antioxidant effect of ascorbic acid on the quality of Cobia (*Rachycentron canadum*) fillets during frozen storage. Iranian journal of fisheries sciences. 11(3): 666-680.
- Taheri, S., Motalebi, A.A., Fazlara, A., Aftabsavar, Y., and Aubourg, S.P., 2012b. Influence of vacuum packaging and long-term storage on some quality parameters of cobia (*Rachycentron canadum*) fillets during frozen storage. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences. 12(4): 541-547.
- Taheri, S., Motalebi, A.A., Fazlara, A., Aghababayan, A., and Aftabsavar, Y., 2012a. Changes of fatty acid profiles in fillets of Cobia (*Rachycentron canadum*) during frozen storage. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 11(1): 204-213.
- Tsuchiya, H., Kita, S., and Seki, N., 1992. Postmortem changes in α -actinin and connectin in carp and rainbow trout muscles. Nippon Suisan Gakkaishi. 58: 793-798.
- Vanschoonbeek, K., de Maat, M.P., and Heemskerk, J.W., 2003. Fish oil consumption and reduction of arterial disease. Journal of Nutrition. 133: 657-660.
- Velho, N.P.S., 2001. Preparation for obtaining accreditation of analytical methods regarding quality issues as stated in ISO standard ISO/IEC final project report. 17025:1999.