



Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ

Số chuyên đề: Thủy sản

website: sj.ctu.edu.vn



DOI:10.22144/ctu.jsi.2020.031

ẢNH HƯỞNG CỦA CAO CHIẾT CÂY HƯƠNG THẢO ĐẾN CHẤT LƯỢNG CHẢ CÁ TỪ CÁ THÁT LÁT CÒM VÀ DÈ CÁ TRA TRONG ĐIỀU KIỆN BẢO QUẢN LẠNH

Nguyễn Lê Anh Đào^{1*}, Huỳnh Thị Kim Duyên¹, Nguyễn Thị Như Hạ¹, Trần Minh Phú¹, Nguyễn Quốc Thịnh¹, Kazufumi Osako² và Toshiaki Ohshima²

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: Nguyễn Lê Anh Đào (email: nladao@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 21/10/2019

Ngày nhận bài sửa: 03/03/2020

Ngày duyệt đăng: 23/04/2020

Title:

Effects of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the quality changes of fish balls from knife fish (*Chitala chitala*) and striped catfish by-product during refrigerated storage

Từ khóa:

Bảo quản lạnh, cá thát lát còm, cao chiết hương thảo, chả cá, dè cá tra

Keywords:

Chilled storage, fish ball, knife fish, striped catfish by-product, rosemary extract

ABSTRACT

The aim of the study was to investigate the effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the quality changes of fish balls during chilled storage. Rosemary extract were supplemented into fish balls at two different concentrations of 13 mg/kg and 156 mg/kg. The control treatment was the sample without extract. All samples were steamed, vacuum packed in PA bags and stored in refrigerator during three weeks. Sampling was done every week for analysis of pH, total viable count (TVC), sensory properties, peroxide value (PV) and Thiobarbituric acid reactive substances (TBARs). Results showed that adding rosemary extract of 156 mg/kg in fish balls could improve sensory quality, TVC as well as inhibit lipid oxidation when compared to other treatments. The quality of fish balls could be maintained in terms of microorganism and organoleptic until two weeks.

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của cao chiết hương thảo đến sự biến đổi chất lượng của chả cá thát lát còm (*Chitala chitala*) và dè cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) trong quá trình bảo quản lạnh. Chả cá được bổ sung cao chiết hương thảo với các nồng độ 13 mg/kg và 156 mg/kg và mẫu đối chứng (không phối trộn cao chiết). Các mẫu được xử lý cao chiết hương thảo, hấp chín, bao gói chân không trong túi PA và được bảo quản trong tủ mát. Mẫu được thu vào các tuần 0, 1, 2, 3 để phân tích các chỉ tiêu pH, tổng số vi khuẩn hiếu khí, cảm quan, chỉ số oxy hóa chất béo PV và TBARs. Kết quả nghiên cứu cho thấy, việc phối trộn cao chiết hương thảo nồng độ 156 mg/kg giúp cải thiện các tính chất của chả cá về đặc điểm cảm quan, tổng số vi khuẩn hiếu khí và khả năng chống oxy hóa chất béo tốt hơn so với các nghiệm thức khác. Sản phẩm chả cá vẫn được duy trì chất lượng về mặt vi sinh và cảm quan sau 2 tuần bảo quản lạnh.

Trích dẫn: Nguyễn Lê Anh Đào, Huỳnh Thị Kim Duyên, Nguyễn Thị Như Hạ, Trần Minh Phú, Nguyễn Quốc Thịnh, Kazufumi Osako và Toshiaki Ohshima, 2020. Ảnh hưởng của cao chiết cây hương thảo đến chất lượng chả cá từ cá thát lát còm và dè cá tra trong điều kiện bảo quản lạnh. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(Số chuyên đề: Thủy sản)(1): 273-281.

1 GIỚI THIỆU

Cá và các sản phẩm thủy sản là nguồn cung cấp protein chủ yếu ở nhiều quốc gia, là thành phần chính cung cấp chất dinh dưỡng trong khẩu phần ăn cho người muốn tăng cường sức khỏe (Min et al. 1988). Chả cá là một trong những sản phẩm phổ biến ở các nước Đông Nam Á. Tuy nhiên, chả cá rất dễ hỏng do thịt cá thường chứa nhiều chất đạm và chất béo. Hơn nữa, hàm lượng axit béo không bão hòa trong các sản phẩm thủy sản thường cao hơn các loại sản phẩm động vật khác. Mặc dù chúng có giá trị dinh dưỡng tốt nhưng axit béo không bão hòa thường dễ bị oxy hóa hơn axit béo bão hòa. Để giữ lại giá trị dinh dưỡng cũng như chất lượng cảm quan của các sản phẩm thủy sản, quá trình oxy hóa lipid trong các sản phẩm này cần được kiểm soát (Lin et al., 2009). Ở nước ta, cá thát lát còm (*Chitala chitala*) là loài có thịt ngon, dai, hương vị riêng và bổ dưỡng nên người tiêu dùng ưa chuộng và có giá thành cao (Trần Thị Thanh Hiền và ctv., 2015). Cá thát lát còm thường được sử dụng làm chả cá và được nhiều người tiêu dùng đón nhận, tuy nhiên giá thành sản phẩm tương đối cao. Các phụ phẩm từ quá trình xử lý phi lê cá tra trong ngành công nghiệp chế biến phi lê cá tra lạnh đông xuất khẩu chiếm tỷ lệ khá cao và phần lớn hiện nay được sử dụng trong chế biến thức ăn gia súc ở Đồng bằng sông Cửu Long. Tận dụng nguồn phụ phẩm này nhằm tăng lợi nhuận trong quá trình chế biến là vấn đề cần quan tâm (Nguyễn Hùng Đức, 2011). Lê Quốc Vũ và Nguyễn Lê Anh Đào (2018) đã nghiên cứu về quy trình sản xuất chả cá từ cá thát lát còm và dè cá tra. Tuy nhiên, sản phẩm chả cá có thời hạn sử dụng khá ngắn trong 1 tuần khi được bảo quản tủ mát. Do đó, vấn đề duy trì chất lượng chả cá trong bảo quản lạnh là rất cần thiết. Nhiều báo cáo cho biết quá trình oxy hóa lipid và phát triển của vi sinh vật trong thực phẩm có thể được kiểm soát bằng cách sử dụng phụ gia thực phẩm tổng hợp hoặc tự nhiên (Sallam et al., 2004). Tuy nhiên, một số chất chống oxy hóa tổng hợp như BHA và BHT, có thể gây nguy hiểm cho các sinh vật sống (Attmann et al., 1986; Powell et al., 1986). Trong những năm gần đây, hương thảo (*R. officinalis*) là một trong những thảo dược có chứa chất chống oxy hóa tự nhiên quan trọng thuộc họ Labiatae. Nhiều loại chất chiết có nguồn gốc từ hương thảo được sử dụng trong thực phẩm đã có mặt trên thị trường (Bauman et al., 1999). Sử dụng hương thảo cho thấy có hiệu quả về giá trị cảm quan, giảm quá trình oxy hóa chất béo của thực phẩm (Chang et al., 1977; Yu et al., 2002; Estévez et al., 2005), kháng khuẩn đối với nhiều vi sinh vật (Collins and Charles, 1987; Hao et al., 1998) và an

toàn khi sử dụng trong thực phẩm (Gerard et al., 1995). Từ những cơ sở trên, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá khả năng ức chế quá trình oxy hóa lipid, kháng vi sinh vật, cũng như cải thiện các đặc tính cảm quan của chả cá trong điều kiện bảo quản lạnh của chất chiết cây hương thảo.

2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Vật liệu

Cá thát lát còm có khối lượng từ 300-350 g/con được thu mua tại chợ An Khánh, thành phố Cần Thơ. Cá được bảo quản lạnh bằng nước đá trong thùng xốp cách nhiệt và vận chuyển về phòng thí nghiệm Bộ môn Chế biến Thủy sản, Khoa Thủy sản, Đại học Cần Thơ. Tiến hành các bước xử lý, làm sạch và nạo lấy thịt cá. Dè cá tra được mua tại công ty chế biến thủy sản Biên Đông, Khu Công nghiệp Trà Nóc II, thành phố Cần Thơ. Dè cá tra được giữ lạnh trong thùng xốp bằng nước đá và vận chuyển về phòng thí nghiệm trong thời gian 30 phút. Tiến hành xử lý loại bỏ mỡ, da và thịt đỏ ở dè cá.

Cây hương thảo (*R. officinalis*) được thu mua từ Đà Lạt và vận chuyển cây tươi về Cần Thơ. Cao chiết được chuẩn bị từ thân và lá của cây hương thảo bằng dung môi nước nóng 100°C theo quy trình chiết tách và cô đặc chân không của Huỳnh Trường Giang và ctv. (2012). Nồng độ cao chiết hương thảo có khả năng ức chế 50% gốc tự do DPPH (IC₅₀) được xác định là 13 mg/L theo phương pháp của Thiangthum et al. (2012), nồng độ ức chế tối thiểu khả năng phát triển của vi khuẩn (MIC) là 156 mg/L theo Sarker et al. (2007) (kết quả chưa được công bố và chi tiết không trình bày trong nghiên cứu này), hai nồng độ này được sử dụng bổ sung vào chả cá trong nghiên cứu.

2.2 Phương pháp nghiên cứu

2.2.1 Xác định thành phần hóa học của nguyên liệu

Nguyên liệu thịt cá thát lát còm và dè cá tra đã xử lý được xay nhuyễn và tiến hành phân tích các thành phần cơ bản như: độ ẩm, khoáng, protein, lipid. Từ đó làm cơ sở cho quá trình bố trí thí nghiệm và chế biến tiếp theo của quy trình chế biến sản phẩm chả cá từ thát lát còm và dè cá tra.

2.2.2 Đánh giá hiệu quả kháng oxy hóa của cao chiết hương thảo đối với quá trình bảo quản chả cá thát lát còm và dè cá tra

Quy trình chế biến sản phẩm chả cá từ cá thát lát còm và dè cá tra được thực hiện theo mô tả của Lê Quốc Vũ và Nguyễn Lê Anh Đào (2018). Dè cá tra

được rửa bằng nước đá 3 lần với tỷ lệ đá:cá là 1:1 trong 10 phút. Sau đó, rửa tiếp với dung dịch nước muối NaCl nồng độ 0,5% ở nhiệt độ 0-5°C trong 5 phút, với tỷ lệ đá:cá: dung dịch (w:v) là 1:6. Đá cá được rửa lại bằng nước sạch và vắt ráo nước. Tiến hành xay thô cá thái lát còm và đá cá tra theo tỷ lệ (%) phối trộn là 70:30 trong 1 phút. Sau đó, paste cá được phối trộn 5% bột bắp và các loại gia vị (1,5% muối, 3% đường, 0,5% bột ngọt, 1% tiêu). Cao chiết hương thảo được bổ sung vào paste cá với các nồng độ 0% (đối chứng), 13 mg/kg và 156 mg/kg. Đem paste cá quét mịn trong 10 phút và định hình dạng viên (20 g/viên) rồi cho vào tủ mát 60 phút, sau đó hấp chả cá trong 10 phút. Mẫu sau khi hấp được làm nguội, bao gói PA và hút chân không. Mỗi nghiệm thức chứa 60 viên chả cá chia đều cho 4 túi PA, lặp lại 3 lần cho từng nghiệm thức. Sản phẩm được bảo quản ở trong tủ mát.

Thu mẫu được thực hiện vào các tuần bảo quản 0, 1, 2, và 3. Tại mỗi lần thu mẫu, lấy một túi PA (20 viên chả cá) tiến hành đo nhiệt độ tâm sản phẩm (3 viên), phân tích tổng số vi khuẩn hiếu khí (3 viên), đo độ bền gel (3 viên), đánh giá cảm quan (7 viên). Sau đó, xay nhuyễn mẫu dư để phân tích pH, chỉ số PV và TBARs.

2.2.3 Phân tích mẫu

Phân tích thành phần hóa học của nguyên liệu: Xác định hàm lượng ẩm bằng phương pháp sấy, hàm lượng tro bằng phương pháp nung, hàm lượng béo thô bằng phương pháp Soxhlet, hàm lượng đạm thô bằng phương pháp Kjeldahl (AOAC, 2016).

Nhiệt độ: Mỗi tuần thu mẫu, nhiệt độ tâm sản phẩm ở mỗi nghiệm thức được xác định bằng cách sử dụng nhiệt kế (Ebro, Đức) đo trên 3 viên chả cá trước khi lấy ra khỏi tủ mát.

pH: Giá trị pH của chả cá được xác định theo mô tả của Hultmann *et al.* (2012). Mẫu chả cá được xay nhuyễn (10 g) và trộn đều với 10 mL KCl 0,15M. Sử dụng máy đo pH (Mettler Toledo, USA) để ghi nhận giá trị pH của hỗn hợp.

Độ bền gel: Độ bền gel của tất cả các viên chả cá được đo ở cùng một vị trí là phần tâm sản phẩm. Ở các tuần thu mẫu đo độ bền gel chả cá bằng máy 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 7 mm.

Tổng vi sinh vật hiếu khí: Tổng số vi khuẩn hiếu khí được xác định theo phương pháp đổ đĩa (NMKL, 2006). Tiến hành lấy mẫu ngẫu nhiên tại

các vị trí khác nhau của các viên chả cá. Phân tích được lặp lại 3 lần cho mỗi nghiệm thức. Cân 1 g mẫu chả cá và thực hiện pha loãng với nước muối sinh lý ở các mức độ pha loãng khác nhau. Sau khi pha loãng, hút 1 mL dung dịch cho vào đĩa petri, mỗi nồng độ lặp lại 2 đĩa. Sau đó cho khoảng 17 – 18 mL môi trường Plate Count Agar (PCA, Merck, Đức) vào đĩa và xoay đều để mẫu đồng nhất. Khi môi trường đã khô, úp ngược đĩa lại và cho vào tủ ủ ở nhiệt độ 30°C trong 48 giờ. Sau đó, thực hiện đếm tổng số khuẩn lạc trên đĩa và tính toán kết quả.

Peroxide value: Chỉ số peroxide value (PV) được xác định theo phương pháp của International IDF Standards (1991). Đồng nhất 10 g mẫu trong 30 mL dung dịch chlorofom: methanol (2:1) và lắc đều 1,5 giờ bằng máy lắc. Sau đó, đem ly tâm với tốc độ 700g ở 25°C trong 5 phút. Thu lấy phần dung dịch phía dưới sau ly tâm và chuyển 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, thực hiện so màu trên máy quang phổ ở bước sóng 480 nm. Tính toán kết quả của mẫu thông qua đường chuẩn Fe³⁺. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần.

TBARs: Chỉ số TBARs được xác định bằng phương pháp so màu quang phổ theo phương pháp được mô tả bởi Raharjo *et al.* (1992). Các bước chuẩn bị dung dịch mẫu tương tự như đối với phân tích PV. Đồng nhất 8 g mẫu trong 15 mL TCA (Tricloacetic acid) 5%, rửa máy nghiền với 5 mL TCA 5%, thu phần dung dịch đem ly tâm với tốc độ 1050 g thu lấy phần nổi bên trên qua bình định mức 50 mL. Thêm vào phần kết tủa 10 mL TCA 5%, lặp lại bước đồng nhất mẫu, rửa đầu trực máy nghiền với 5 mL TCA 5% và thu lại dung dịch để ly tâm trong 15 phút ở tốc độ 1050 g, tiếp tục chuyển phần dung dịch nổi qua bình định mức 50 mL. Ở các mẫu sử dụng để tính toán hiệu suất thu hồi, cần thêm 1 mL TEP vào, sau đó thực hiện tương tự như trên. Định mức dung dịch bằng dung dịch TCA 5% lên đến thể tích 50 mL. Thực hiện việc phân tích mẫu bằng cách hút 2 mL dung dịch mẫu đã được lọc và 2 mL TBA 5% đem đi vortex rồi đun ở 94°C trong 5 phút. Sau đó, làm nguội bằng nước lạnh và so màu quang phổ ở bước sóng 530 nm. Tính hàm lượng TBARs dựa vào đường chuẩn TEP. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần.

Đánh giá cảm quan: Mỗi nghiệm thức, sử dụng 7 viên chả cá để thực hiện việc đánh giá cảm quan. Hội đồng đánh giá cảm quan bao gồm 7 thành viên theo phương pháp cho điểm (TCVN 3215 – 79). Ở mỗi nghiệm thức, 7 viên chả cá đã hấp chín được đặt

trên đĩa màu trắng, sau đó 7 thành viên trong hội đồng đánh giá tiến hành đánh giá cảm quan. Quá trình đánh giá cảm quan được tiến hành ở nơi đây

đủ ánh sáng và đảm bảo sự độc lập của mỗi thành viên trong quá trình đánh giá. Các chỉ tiêu đánh giá cảm quan được mô tả ở Bảng 1.

Bảng 1: Bảng mô tả cảm quan sản phẩm chả cá thác lát

Chỉ tiêu	Điểm	Mô tả
Màu sắc	5	Màu trắng ngà rất đặc trưng của sản phẩm chả cá thác lát
	4	Màu trắng ngà khá đặc trưng của sản phẩm chả cá thác lát
	3	Màu trắng ngà hơi vàng ít đặc trưng của sản phẩm chả cá thác lát
	2	Màu vàng nhạt kém đặc trưng của sản phẩm chả cá thác lát
	1	Màu vàng nâu kém đặc trưng của sản phẩm chả cá thác lát
Mùi	5	Mùi thơm rất đặc trưng của sản phẩm chả cá thác lát
	4	Mùi thơm khá đặc trưng của sản phẩm chả cá thác lát
	3	Mùi thơm ít đặc trưng của sản phẩm chả cá thác lát
	2	Mùi hơi tanh
	1	Xuất hiện mùi lạ
Vị	5	Vị mặn ngọt rất hài hòa
	4	Vị mặn ngọt khá hài hòa
	3	Vị ít hài hòa, hơi mặn hoặc hơi ngọt
	2	Vị không hài hòa, quá mặn hoặc quá ngọt
	1	Xuất hiện vị lạ
Cấu trúc	5	Chả cá dẻo dai, đàn hồi rất tốt Độ uốn lát: gấp đôi không xuất hiện vết nứt
	4	Chả cá dẻo dai, đàn hồi khá tốt Độ uốn lát: gấp đôi xuất hiện vết nứt
	3	Chả cá không dẻo dai, đàn hồi kém hơn Độ uốn lát: gấp đôi gãy nhưng hai mảnh vẫn còn dính vào nhau
	2	Chả cá không dẻo dai, đàn hồi kém Độ uốn lát: bị gãy thành hai mảnh khi gấp đôi
	1	Chả cá dẻo dai, đàn hồi rất kém Độ uốn lát: bị gãy hoặc nứt ngay khi cắt

2.3 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 kiểm định ANOVA một nhân tố và phép thử Duncan ($p < 0,05$) bằng phần mềm SPSS 16.0.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Thành phần hóa học của nguyên liệu

Bảng 2: Thành phần hóa học của nguyên liệu (vật chất ướt)

Chỉ tiêu	Hàm lượng (%)	
	Cá thác lát còm	Dè cá tra
Âm	79,1±1,12*	75,9±0,62
Protein	18,6±0,75	12,4±0,31
Lipid	1,19±0,16	6,64±0,50
Khoáng	1,03±0,19	3,44±0,25

(*Giá trị trung bình và độ lệch chuẩn từ kết quả phân tích và đo đạc của ít nhất 3 mẫu nguyên liệu)

Kết quả bảng 2 cho thấy thành phần hóa học của cá thác lát còm bao gồm 79,1 % ẩm độ, 18,6 % protein, 1,19 % lipid và 1,03 % khoáng. Tương tự, nghiên cứu của Lê Thị Minh Thủy và ctv (2018) cũng ghi nhận thành phần hóa học của cá thác lát còm có hàm lượng ẩm từ 78,9 %, protein 18,8 %, lipid 1,20 % và khoáng 0,97 %.

Hàm lượng ẩm của dè cá tra chiếm 75,9 %, tương tự với kết quả phân tích của Trần Thanh Trúc và ctv. (2013). Trong đó, hàm lượng protein của dè cá tra chiếm 12,4 %, cao hơn so với kết quả phân tích của Trần Thanh Trúc và ctv. (2013), tuy nhiên, hàm lượng lipid của dè cá tra là 6,64 % và khoáng 3,44% thấp hơn so với kết quả phân tích của Trần Thanh Trúc và ctv. (2013). Điều này có thể do ảnh hưởng của môi trường sống, điều kiện chăn nuôi và nguồn thức ăn đã tạo nên sự khác biệt về thành phần hóa học của dè cá tra. Từ kết quả trên cho thấy dè cá tra có hàm lượng lipid cao. Vì thế, khi tận dụng nguồn phụ phẩm này để sản xuất chả cá, bên cạnh việc xử lý loại bỏ mỡ ở công đoạn sơ chế, việc kiểm

soát oxy hóa lipid của sản phẩm diễn ra trong quá trình bảo quản cần được thực hiện.

3.2 Nhiệt độ và pH

Nhiệt độ tâm của viên chả cá trong suốt quá trình bảo quản lạnh trong tủ mát dao động từ 6,82 – 8,67°C, không có sự khác biệt đáng kể về nhiệt độ trong suốt thời gian bảo quản. Như vậy, mẫu thí nghiệm luôn được duy trì trong điều kiện lạnh đảm bảo yêu cầu của thí nghiệm. Nhiệt độ bảo quản thấp có thể làm giảm tỷ lệ vi khuẩn xâm nhập vào sản phẩm, giúp kéo dài thời gian bảo quản của sản phẩm (Quang, 2005).

Kết quả đo pH trong suốt thời gian bảo quản được thể hiện trong Bảng 3. Nhìn chung, giá trị pH của tất cả các nghiệm thức có xu hướng tăng dần trong suốt 3 tuần bảo quản. Điều này có thể do sự phát triển của vi khuẩn gây hư hỏng dẫn đến sự hình thành các hợp chất bazơ bay hơi như NH₃ và trimethylamine (Ruiz-Capillas and Moral, 2001). Giá trị pH đo được ở nghiệm thức chả cá phối trộn với cao chiết hương thảo ở nồng độ 156 mg/kg thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các mẫu còn lại (p<0,05), cho thấy mối liên hệ với khả năng kháng khuẩn của cao chiết hương thảo ở nồng độ cao.

Bảng 3: Giá trị pH của chả cá trong quá trình bảo quản lạnh

Nồng độ cao chiết thân và lá hương thảo	Thời gian bảo quản (tuần)			
	0	1	2	3
Đối chứng (không có cao chiết)	6,76±0,04 ^a	6,81±0,02 ^b	6,86±0,04 ^b	6,91±0,02 ^b
Nồng độ 13 mg/kg	6,70±0,02 ^a	6,74±0,03 ^a	6,80±0,03 ^b	6,87±0,02 ^b
Nồng độ 156 mg/kg	6,74±0,02 ^a	6,75±0,02 ^a	6,72±0,01 ^a	6,79±0,03 ^a

(Các chữ cái khác nhau trong cùng một ngày thu mẫu thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05))

3.3 Tổng số vi khuẩn hiếu khí

Tổng số vi khuẩn hiếu khí (TVC) được sử dụng như một chỉ số chấp nhận đối với các sản phẩm thủy

sản do ảnh hưởng của vi khuẩn gây hư hỏng (Çoban and Patir, 2013). Tổng số vi khuẩn hiếu khí của chả cá trong suốt quá trình bảo quản lạnh được trình bày ở Bảng 4.

Bảng 4: Sự thay đổi tổng số vi khuẩn hiếu khí (log₁₀cfu/g) của chả cá trong quá trình bảo quản lạnh

Nồng độ cao chiết thân và lá hương thảo	Thời gian bảo quản (tuần)			
	0	1	2	3
Đối chứng (không có cao chiết)	1,398±0,162 ^b	1,301±0,389 ^a	2,342±0,332 ^b	4,991±0,081 ^b
Nồng độ 13 mg/kg	1,176±0,081 ^a	1,176±0,114 ^a	2,204±0,48 ^b	4,857±0,142 ^b
Nồng độ 156 mg/kg	1±0,115 ^{ab}	1±0,160 ^a	1,301±0,326 ^a	3,415±0,149 ^a

(Các chữ cái khác nhau trong cùng một ngày thu mẫu thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05))

Kết quả phân tích tổng số vi khuẩn hiếu khí của viên chả cá ở tất cả các nghiệm thức đều có xu hướng tăng theo thời gian bảo quản, dao động trong khoảng 1 đến 4,991 log₁₀cfu/g, nằm trong giới hạn cho phép là 5 log₁₀ cfu/g đối với sản phẩm thủy sản theo quyết định của Bộ Y Tế (2007). Tổng số vi khuẩn hiếu khí của hai nghiệm thức có bổ sung cao chiết hương thảo luôn thấp hơn nghiệm thức đối chứng ở mỗi tuần thu mẫu. Trong đó, tổng số vi khuẩn hiếu khí của nghiệm thức bổ sung cao chiết hương thảo nồng độ 156 mg/kg luôn thấp hơn nghiệm thức bổ sung cao chiết hương thảo nồng độ 13 mg/kg. Các số liệu thu được cho thấy, việc sử dụng cao chiết hương thảo đã thể hiện rõ khả năng ức chế vi khuẩn trong suốt thời gian bảo quản lạnh.

Trong đó mẫu bổ sung cao chiết hương thảo nồng độ 156 mg/kg ức chế vi khuẩn tốt hơn mẫu bổ sung cao chiết hương thảo nồng độ 13 mg/kg. Hương thảo được sử dụng làm chất bảo quản tự nhiên trong thực phẩm (Erkan *et al.*, 2008). Trong đó, hương thảo có thể được xem như tác nhân ức chế hiệu quả đối với sự phát triển của vi khuẩn hiếu khí. Kết quả nghiên cứu này tương tự như kết quả của Gökoğlu (1994).

3.4 Chỉ số Peroxide value (PV)

Chỉ số peroxide là một trong những chỉ tiêu quan trọng để đánh giá sự oxy hóa chất béo sơ cấp (Olafsdottir *et al.*, 1997). Sự thay đổi giá trị peroxide (PV) của 3 nghiệm thức được thể hiện ở Bảng 5.

Bảng 5: Sự thay đổi chỉ số PV (meq peroxide/kg) của chả cá trong quá trình bảo quản lạnh

Nồng độ cao chiết thân và lá hương thảo	Thời gian bảo quản (tuần)			
	0	1	2	3
Đối chứng (không có cao chiết)	1,52±0,203 ^a	1,81±0,112 ^a	3,19±0,360 ^a	1,83±0,203 ^a
Cao chiết 13 mg/kg	1,23±0,106 ^a	1,70±0,407 ^a	2,62±0,636 ^a	1,78±0,284 ^{ab}
Nồng độ 156 mg/kg	1,04±0,038 ^b	1,75±0,033 ^a	2,26±0,382 ^a	1,34±0,179 ^b

(Các chữ cái khác nhau trong cùng một ngày thu mẫu thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$))

Bảng 5 cho thấy, chỉ số PV ở tất cả các nghiệm thức có xu hướng tăng lên trong 2 tuần đầu và giảm xuống ở tuần bảo quản thứ ba trong tủ mát, với giá trị dao động trong khoảng 1,04-3,19 (meq peroxide/kg). Ở tuần bảo quản đầu tiên, mẫu có bổ sung cao chiết hương thảo nồng độ 156 mg/kg thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với mẫu đối chứng và mẫu có bổ sung cao chiết hương thảo nồng độ 13 mg/kg. Tuy nhiên ở tuần 1 và tuần 2, cả 3 nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Ở tuần 3 chỉ số PV của mẫu bổ sung cao chiết hương thảo nồng độ 156 mg/kg thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so mẫu đối chứng ($p < 0,05$). Tuy nhiên giá trị PV giữa các mẫu bổ sung cao chiết hương thảo với nồng độ khác nhau, khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Nguyên nhân làm cho giá trị PV tăng lên trong quá trình bảo quản là do sự tạo thành các gốc tự do từ sự oxy hóa của chất béo chứa nhiều nối đôi từ đó tạo thành các hợp chất hydroperoxide (Benjakul *et al.*, 1997). Bên cạnh đó, theo Boselli *et al.* (2005), giá trị PV có xu hướng giảm trong quá trình bảo quản là

do các sản phẩm sơ cấp bị oxy hóa thành các sản phẩm thứ cấp, các hydroperoxide bị phân hủy tạo thành các sản phẩm oxy hóa thứ cấp gây ra sự ôi dầu trong sản phẩm như aldehyde, malonaldehyde, cetone, hydrocarbon mạch ngắn. Nhìn chung, mẫu chả cá được bổ sung với cao chiết hương thảo có chỉ số PV thấp hơn so với mẫu đối chứng ($p < 0,05$). Kết quả này tương tự với nghiên cứu của Maqsood *et al.* (2012) về hiệu quả chống lại sự oxy hóa lipid trong 20 ngày bảo quản lạnh xúc xích cá tra bổ sung dịch chiết từ cây kiam (*Cotylelobium lanceotatum craih*). Ngoài ra, giá trị PV trong nghiên cứu này cũng thấp hơn giới hạn cho phép 5 meq peroxide/kg theo đề xuất của Guran *et al.* (2015).

3.5 Chỉ số Thiobarbituric acid reactive substances (TBARs)

TBARS là một chỉ số của sự oxy hóa lipid thông qua xác định hàm lượng malondialdehyde (MDA) và các aldehyde khác. Sự thay đổi của chỉ số TBARs trong chả cá được trình bày ở Bảng 6.

Bảng 6: Sự thay đổi chỉ số TBARs (mg MDA/kg) của chả cá trong quá trình bảo quản lạnh

Nồng độ cao chiết thân và lá hương thảo	Thời gian bảo quản (tuần)			
	0	1	2	3
Đối chứng (không có cao chiết)	0,50±0,030 ^a	1,60±0,138 ^a	3,39±0,096 ^a	1,58±0,031 ^a
Nồng độ 13 mg/kg	0,44±0,053 ^a	1,64±0,077 ^a	2,46±0,161 ^b	1,57±0,019 ^a
Nồng độ 156 mg/kg	0,45±0,057 ^a	0,95±0,046 ^b	1,82±0,226 ^c	1,39±0,089 ^b

(Các chữ cái khác nhau trong cùng một ngày thu mẫu thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$))

Kết quả phân tích cho thấy chỉ số TBARs tăng dần từ tuần 0 đến tuần 2 sau đó giảm dần đến tuần 3. Sự biến động của chỉ số TBARs trong suốt 3 tuần bảo quản lạnh do các hydroperoxide không được phân hủy hoàn toàn thành các sản phẩm thứ cấp mà tồn tại ở dạng không tan trong mẫu làm cản trở phản ứng xảy ra (Semb, 2012). Chỉ số TBARs trong suốt quá trình bảo quản lạnh dao động trong khoảng 0,44-3,39 mg MDA/kg. Nhìn chung, kết quả này thấp hơn giới hạn chấp nhận của chỉ số TBARs trong chả cá (<5 mg MDA/kg) theo nghiên cứu của Guran *et al.* (2015). Từ tuần 1 đến tuần 3, chỉ số TBARs của mẫu bổ sung cao chiết hương thảo nồng độ

156,2 mg/kg thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với mẫu đối chứng. Đặc biệt ở tuần thu mẫu thứ 2, chỉ số TBARs của nghiệm thức bổ sung cao chiết hương thảo nồng độ 156,2 mg/kg khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với 2 nghiệm thức còn lại. Kết quả này thấp hơn khảo sát của Guran *et al.* (2015) và cho thấy khả năng chống oxy hóa lipid tốt nhất ở mẫu có bổ sung cao chiết hương thảo nồng độ 156 mg/kg.

3.6 Độ bền gel

Kết quả đo độ bền gel của chả cá được trình bày ở Bảng 7.

Bảng 7: Độ bền gel (g*cm) của sản phẩm chả cá trong quá trình bảo quản lạnh

Nồng độ cao chiết thân và lá hương thảo	Thời gian bảo quản (tuần)			
	0	1	2	3
Đối chứng (không có cao chiết)	878±30,0 ^a	807±25,2 ^a	628±19,8 ^a	517±19,5 ^a
Nồng độ 13 mg/kg	873±25,8 ^a	805±23,1 ^a	688±16,0 ^b	593±22,9 ^b
Nồng độ 156 mg/kg	869±21,7 ^a	827±14,6 ^a	756±26,1 ^c	612±29,3 ^b

(Các chữ cái khác nhau trong cùng một ngày thu mẫu thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$))

Bảng 7 cho thấy độ bền gel có xu hướng giảm dần theo thời gian bảo quản, dao động trong khoảng 517-878 (g*cm). Ở tuần thu mẫu 0 và 1, độ bền gel giữa các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Ở tuần thu mẫu 2 và 3, độ bền gel của 2 mẫu bổ sung cao chiết hương thảo cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với mẫu đối chứng. Như vậy, bổ sung cao chiết hương thảo vào chả cá có tác dụng ngăn chặn quá trình làm mềm kết cấu của chả cá và duy trì độ bền gel tốt hơn mẫu đối chứng trong thời gian 3 tuần bảo quản lạnh ở tủ mát. Trong quá trình bảo quản độ đàn hồi của sản phẩm thủy sản giảm dần là do sự thủy phân protein dưới tác dụng của vi sinh vật và enzyme, đặc biệt là enzyme collagenase (Benjakul *et al.*, 1997). Mặt khác, theo Bak *et al.* (1999), quá trình oxy hóa lipid cũng liên quan đến sự biến tính protein, khi quá trình oxy hóa lipid diễn ra sẽ tạo ra các gốc tự do, các gốc này sẽ được chuyển tới các acid amin và các protein nên làm biến tính protein, làm mất khả năng giữ nước và làm thay đổi độ đàn hồi trong cơ thịt (Undeland and Lingnert, 1999).

3.7 Giá trị cảm quan

Sự thay đổi về giá trị cảm quan của sản phẩm chả cá thát lát trong quá trình bảo quản lạnh được trình bày ở Bảng 8. Kết quả cho thấy khi thời gian bảo quản tăng, chất lượng cảm quan của cả 3 nghiệm thức đều có xu hướng giảm. Ở tuần 0, giá trị cảm

quan của 3 nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Ở tuần thu mẫu thứ nhất, giá trị cảm quan của mẫu bổ sung cao chiết hương thảo nồng độ 156 mg/kg cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với 2 nghiệm thức còn lại. Tuy nhiên giá trị cảm quan của mẫu bổ sung cao chiết hương thảo nồng độ 13 mg/kg và mẫu đối chứng khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Ở tuần thu mẫu 2 và 3, giá trị cảm quan của 2 nghiệm thức có bổ sung cao chiết hương thảo cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nghiệm thức đối chứng. Điều đó cho thấy mẫu có phối trộn cao chiết hương thảo cho chất lượng cảm quan tốt hơn nghiệm thức đối chứng. Sau 2 tuần bảo quản, mẫu có bổ sung cao chiết hương thảo ở nồng độ 156,2 mg/kg có giá trị cảm quan cao nhất, độ bền gel khá săn chắc, mịn, không dính nhớt và mùi thơm khá đặc trưng của chả cá thát lát, điểm cảm quan thuộc loại khá. Mẫu bổ sung cao chiết hương thảo nồng độ 13 mg/kg sau 2 tuần bảo quản thì độ bền gel ít săn chắc, ít mịn, không dính nhớt và mùi thơm ít đặc trưng của chả cá thát lát, điểm cảm quan thuộc loại trung bình. Tuy nhiên sau 3 tuần bảo quản, giá trị cảm quan của mẫu đối chứng và mẫu bổ sung hương thảo nồng độ thấp đều giảm rõ rệt so với mẫu phối trộn hương thảo ở nồng độ cao. Lúc này mẫu đối chứng có mùi hơi tanh, ít đặc trưng của chả cá, màu sắc của viên chả cá có biến đổi, vị giảm rõ rệt, độ bền gel giảm.

Bảng 8: Giá trị cảm quan của sản phẩm chả cá thát lát trong quá trình bảo quản lạnh

Nồng độ cao chiết thân và lá hương thảo	Thời gian bảo quản (tuần)			
	0	1	2	3
Đối chứng (không có cao chiết)	18,2±0,26 ^a	16,4±0,36 ^a	13,3±0,42 ^a	Hồng
Nồng độ 13 mg/kg	18,5±0,25 ^a	16,7±0,20 ^a	14,5±0,40 ^b	Hồng
Nồng độ 156 mg/kg	18,5±0,31 ^a	17,6±0,25 ^b	15,6±0,21 ^c	14,9±0,45

(Các chữ cái khác nhau trong cùng một ngày thu mẫu thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$))

Kết quả trong thí nghiệm này tương đồng với các nghiên cứu trên các sản phẩm cá có bổ sung cao chiết hương thảo (Corbo *et al.*, 2009; Uçak *et al.*, 2011). Như vậy bổ sung cao chiết hương thảo ở nồng độ 156 mg/kg giúp cải thiện chất lượng cảm quan của sản phẩm chả cá.

4 KẾT LUẬN

Cao chiết hương thảo được sử dụng như một chất bảo quản tự nhiên và an toàn trong bảo quản lạnh sản phẩm chả cá từ cá thát lát còm và dè cá tra. Chả cá được bổ sung cao chiết hương thảo nồng độ 156 mg/kg đảm bảo được các đặc tính như cảm quan, độ bền gel, tổng số vi khuẩn hiếu khí và có chỉ số

peroxide tốt hơn so với mẫu đối chứng và mẫu có bổ sung cao chiết hương thảo nồng độ 13 mg/kg. Sản phẩm có thể bảo quản đến 2 tuần trong tủ mát vẫn đảm bảo về mặt vi sinh và giá trị cảm quan. Tuy nhiên, do có sự chênh lệch khá lớn giữa hai nồng độ cao chiết hương thảo được khảo sát nên cần thực hiện thêm các khảo sát để xác định khoảng nồng độ của cao chiết hương thảo có thể sử dụng để bổ sung vào sản phẩm chả cá.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả nhóm F-4 thuộc chương trình “Cải tiến chất lượng sản phẩm khai thác và nuôi trồng” xin gửi lời cảm ơn đến Dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ VN14-P6 bằng nguồn vốn vay ODA từ Chính phủ Nhật Bản đã hỗ trợ thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

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

Attmann, H.J., Grunov, W., Mohr, U., Richterreichhelm, M.B., Wester, P.W., 1986. Effects of BHA and related phenols on the forestomach of rats. *Food Chem Toxicol*, 24(10-11): 1183-8.

Bak, L.S., Andersen, A.B., Andersen, E.M., Bertelsen, G., 1999. Effect of modified atmosphere packaging on oxidative changes in frozen stored cold water shrimp (*Pandalus borealis*). *Food Chemistry*. 64 (2): 169-175.

Bauman, D., Hadolin, M., Riner, H. A., Knez, Z., 1999. Supercritical fluid extraction of rosemary and sage antioxidants. *Acta Aliment*, 28(1): 15-28.

Benjakul, S., Seymour, T.S., Morrissey, M.T., An, H., 1997. Physicochemical changes in Pacific whiting muscle proteins during iced storage. *Journal of Food Science*. 62: 729-733.

Bộ Y tế, 2007. Quyết định số 46/2007/QĐ-BYT ban hành ngày 19/12/2007 về “Quy định giới hạn tối đa ô nhiễm sinh học và hóa học trong thực phẩm”. Ngày truy cập 09/02/2018. Địa chỉ: <http://www.fsi.org.vn/pic/files/462007qdbyt.pdf>.

Boselli, E., Caboni, M.F., Redriguez-Estrada, M.T., Toschi, T.G., Daniel, M., Lercker, G., 2005. Photooxidation of cholesterol and lipids of turkey meat during storage under commercial retail conditions. *Food Chemistry*. 91: 705-713.

Chang, S.S., Matijasevic, B.O., Hsieh, O.L., Huang, C.L., 1977. Natural antioxidants from rosemary and sage. *J Food Sci*, 42(4): 1102-6.

Çoban, Ö.E. and Patir, B., 2013. Antimicrobial and antioxidant effects of clove oil on sliced smoked *Oncorhynchus mykiss*. *Journal für*

Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 8(3): 195-199.

Collins, M.A., Charles, H.P., 1987. Antimicrobial activity of carnosol and ursolic acid: two antioxidant constituents of *Rosmarinus officinalis* L. *Food Microbiol*, 4(4): 311-5.

Corbo, M.R., Di Giulio, S., Conte, A., Speranza, B., Sinigaglia, M., Del Nobile, M.A., 2009. Thymol and modified atmosphere packaging to control microbiological spoilage in packed fresh cod hamburgers. *International Journal of Food Science and Technology*, 44: 1553-1560.

Đào Trọng Hiếu, 2010. Nghiên cứu quy trình công nghệ sản xuất chả cá Thát Lát, Bản tin quý số 18 - Tháng 10/2010, Viện Nghiên cứu Thủy sản.

Erkan, N., Ayranci, G., Ayranci, E., 2008. Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. *Food Chemistry*, 110: 76-82.

Estévez, M., Ventanas, S., Ramírez, R., Cava, R., 2005. Influence of the addition of rosemary essential oil on the volatiles pattern of porcine frankfurters. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(21): 8317-24.

Gerard, D., Quirin, K.W., Schwarz, E., 1995. CO₂ - Extracts from rosemary and sage. *Int Food Market Technol*, 9(5): 46-55.

Gökoğlu, N. (1994). The cold storage of the fish balls. *Food*, 19: 217-228.

Guran, H.S., Oksuztepe, G., Coban, O.E. and Incili, G.K., 2015. Influence of different essential oils on refrigerated fish patties produced from bonito fish (*Sarda sarda* Bloch, 1793). *Czech Journal of Food Sciences*, 33(1): 37-44.

Hao, Y.Y., Brackett, R.E., Doyle, M.P., 1998. Efficacy of plant extracts in inhibiting *Aeromonas hydrophila* and *Listeria monocytogenes* in refrigerated, cooked poultry. *Food Microbiol*, 15(4): 367-378.

Hultmann, L., Phu, T.M., Tobiassen, T., Aas-Hansen, Ø., 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.

Huỳnh Trường Giang, Dương Thị Hoàng Oanh, Vũ Ngọc Út, Trương Quốc Phú, 2012. Thành phần hóa học, hoạt tính chống oxy hóa của hỗn hợp polysaccharid ly trích từ rong mơ *Sargassum microcystum*. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 25: 183-191.

International IDF Standards, 1991. Section 74A, International Dairy Federation, IDF-Square Vergote 41, Brussels.

Lê Quốc Vũ và Nguyễn Lê Anh Đào, 2018. Nghiên cứu quy trình sản xuất chả cá từ cá thát lát còm

- (*Chitala chitala*) và thịt vụn cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*), luận văn tốt nghiệp đại học chuyên ngành Chế biến thủy sản, Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ.
- Lê Thị Minh Thủy, Lê Ngọc Khương, Lê Thị Kim Thoa và Nguyễn Văn Thơm, 2018. Ảnh hưởng của bột tỏi (*Allium sativum*), bột gừng (*Zingiber officinal*) và bột sả (*Cymbopogon citratus*) đến chất lượng chả cá thát lát còm (*Chitala ornata*) bảo quản lạnh. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 54(9): 97-109.
- Lin, L. S., Wang, B. J., and Weng, Y. M., 2009. Preservation of commercial fish ball quality with edible antioxidant-incorporated zein coatings. *Journal of food processing and preservation*, 33(5): 605-617.
- Maqsood, S., Benjakul, S., Balange, A.K., 2012. Effect of tannic acid and kiam wood extract on lipid oxidation and textural properties of fish emulsion sausages during refrigerated storage. *Food Chemistry*. 130(2): 408-416.
- Min, T.S., Chng, N.M., Fugiwara, T., Kuang, H.K. and Hasegawa, H., 1988. Handbook on the Processing Frozen Surimi and Fish Jelly Products in Southeast Asia, Marine Research Department, SEAFDEC, Singapore, Singapore.
- Nguyễn Hùng Đức, 2011. Nghiên cứu sử dụng thịt dè cá tra trong chế biến thanh cua giá. Luận văn thạc sĩ Khoa học Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ.
- NMKL, 2006. Aerobic Plate Count in Foods (Method 86), 4th edition. Nordic Committee on Food Analysis. Oslo, Norway.
- Olafsdottir, G., Martinsdottir, E., Oehlenschläger, J., Dalgaard, P., Undeland, I., Mackie, I.M., Henehan, G., Nielsen, J., Nilsen, H., 1997. Method to evaluate fish freshness in research and industry. *Trends in Food Technology*. 8(8): 258-265.
- Olafsdottir, G., E. Martinsdóttir, J. Oehlenschläger, Paw Dalgaard, Benny Jensen, Ingrid Undeland, I. M. Mackie, G. Henehan, Jette Nielsen, and H. Nilsen. "Methods to evaluate fish freshness in research and industry." *Trends in food science & technology* 8, no. 8 (1997): 258-265.
- Powell, C.J., Connelly, J.C., Jones, S.M., Grasso, P., Bridges, J.W., 1986. Hepatic responses to the administration of high doses of BHT to the rat: their relevance to hepatocarcinogenicity. *Food Chem Toxicol*, 24(10-11):1131-43.
- Quang, N., T., 2005. Guidelines for handling and preservation of fresh fish for further processing in Vietnam. The United Nations University-Fisheries Training Programme.
- 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-peroxydation in beef. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 40: 2182-2185.
- Ruiz-Capillas, C. and Moral, A., 2001. Residual effect of CO₂ on hake (*Merluccius merluccius* L.) stored in modified and controlled atmospheres. *European Food Research and Technology*, 212: 413-420.
- Sallam, K.H.I., Ishioroshi, M., Samejima, K., 2004. Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausage. *Lebensm Wiss Technol*, 37(8): 849-55.
- Sarker, S. D., Nahar, L., and Kumarasamy, Y., 2007. Microtitre plate-based antibacterial assay incorporating resazurin as an indicator of cell growth, and its application in the in vitro antibacterial screening of phytochemicals. *Methods*, 42(4): 321-324.
- Semb, T.N., 2012. Analytical methods for determination of the oxidative status in oil. Master thesis. Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway.
- Thiangthum, S., Dejaegher, B., Goodarzi, M., Tistaert, C., Gordien, A.Y., Hoai, N.N, Van, M.C., Quetin-Leclercq, J., Suntornsuk, L., Vander Heyden, Y., 2012. Potentially antioxidant compounds indicated from *Mallotus* and *Phyllanthus* species finger prints. *Journal of Chromatography B*. 910: 114-121.
- Trần Thanh Trúc, Lâm Hòa Hưng và Nguyễn Văn Mười, 2013. Ảnh hưởng của quá trình rửa và cryoprotectant đến đặc tính cấu trúc surimi từ thịt dè cá tra. Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ.
- Trần Thị Thanh Hiền, 2015. Khả năng thay thế bột thịt cá bằng bột thịt xương làm thức ăn cho cá thát lát còm (*Chitala chitala* HAMILTON, 1822). Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 38(1B): 101-108.
- Uçak, İ., Özogul, Y., Durmuş, M., 2011. The effects of rosemary extract combination with vacuum packing on the quality changes of Atlantic mackerel fish burgers. *International Journal of Food Science and Technology*, 46: 1157-1163.
- Undeland, I., Hall, G., Lingnert, H., 1999. Lipid oxidation in fillets of herring (*Clupea harengus*) during ice storage. *Journal of agricultural and food chemistry*. 47(2): 524-532.
- Yu, L., Scanlin, L., Wilson, J., Schmidt, G., 2002. Rosemary extract as inhibitors of lipid oxidation and color change in cooked turkey products during refrigerated storage. *Journal of Food Science*, 76(2):582-5.