



DOI:10.22144/ctujos.2025.149

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA DỊCH CHIẾT TỎI (*Allium sativum* L.) ĐẾN CHẤT LƯỢNG TÔM THẺ CHÂN TRẮNG (*Litopenaeus vannamei*) LỘT PTO BẢO QUẢN LẠNH

Tạ Nguyễn Phương Anh¹, Nguyễn Thị Mỹ Dung¹, Huỳnh Thị Trúc Mai¹, Nguyễn Hoàng Như Ý¹ và Lê Thị Minh Thủy^{2*}

¹Viện Công nghệ Sinh học và Thực phẩm, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

²Trường Thủy sản, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): ltmthuy@ctu.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 04/03/2025

Sửa bài (Revised): 29/03/2025

Duyệt đăng (Accepted): 29/07/2025

Title: The effect of garlic extract (*Allium sativum* L) on the quality of PTO whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in refrigerated storage conditions

Author(s): Ta Nguyen Phuong Anh¹, Nguyen Thi My Dung¹, Huynh Thi Truc Mai¹, Nguyen Hoang Y¹ and Le Thi Minh Thuy^{2*}

Affiliation(s): ¹Institute of Food and Biotechnology, Can Tho University, Viet Nam; ²College of Aquaculture and Fisheries, Can Tho University, Viet Nam

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của loại dung môi chiết xuất (nước cất, ethanol 50% và ethanol 70%) đến hàm lượng phenolic trong dịch chiết tỏi. Kết quả cho thấy, dịch chiết từ ethanol 70% có hàm lượng polyphenol cao nhất (157 mg GAE/g). Tôm thẻ chân trắng lột PTO (*Litopenaeus vannamei*) được ngâm với dung dịch chiết tỏi ở nồng độ 2% và theo dõi sự thay đổi chất lượng trong 18 ngày bảo quản lạnh (4±2°C) thông qua các chỉ tiêu như giá trị Peroxide Value (PV), Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS), tổng nitơ bazơ bay hơi (TVB-N), cấu trúc, cảm quan và tổng vi sinh vật hiếu khí. Sau 12 ngày bảo quản, tôm thẻ ngâm với dung dịch chiết tỏi giúp hạn chế oxy hóa lipid đáng kể, với PV là 1,63±0,22 meq/kg và TBARS là 3,38±0,114 mg MDA/kg, trong khi mẫu đối chứng có PV và TBARS lần lượt là 1,87 meq/kg và 4,36 mg MDA/kg. Ngoài ra, tôm được ngâm dung dịch chiết tỏi có độ cứng cao hơn và mật độ vi sinh vật thấp hơn so với mẫu không ngâm dịch chiết tỏi ở cùng thời gian bảo quản.

Từ khóa: Bảo quản, dịch chiết tỏi, phenolic, tôm thẻ chân trắng

ABSTRACT

The effect of different extraction solvents (distilled water, 50% ethanol, and 70% ethanol) on the phenolic content of garlic extract was investigated. The results showed that garlic extracted in 70% ethanol yielded the highest polyphenol content (157 mg GAE/g). The PTO whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) was soaked in garlic extract solution at a concentration of 2%, and its impact on quality was analyzed over 18 days of refrigerated storage (4±2°C) by assessing Peroxide Value (PV), Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS), total volatile basic nitrogen (TVB-N), texture, sensory scores, and total aerobic bacteria. After 12 days of storage, the shrimp samples treated with 2% garlic extract solution effectively inhibited lipid oxidation, with a PV of 1.63 meq/kg and TBARS of 3.88 mg MDA/kg, whereas the control samples had PV and TBARS values of 1.87 meq/kg and 4.36 mg MDA/kg, respectively. Additionally, the shrimp samples with garlic extract solution exhibited higher hardness and lower total aerobic bacteria compared to the samples that were not treated with garlic solution during the same storage period.

Keywords: Garlic extract, phenolic, storage, whiteleg shrimp

1. GIỚI THIỆU

Tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) là một loài tôm có giá trị thương mại cao, là sản phẩm xuất khẩu chủ lực của Việt Nam trên thị trường quốc tế. Hai hiện tượng hư hỏng chính là sự biến đen và quá trình oxy hóa chất béo rất dễ xảy ra nếu quá trình thu hoạch và bảo quản không đúng cách (Nguyen & Le 2018). Thịt tôm thường chứa một lượng lớn acid béo không no mạch dài nhiều nối đôi, thành phần này rất dễ bị oxy hóa dưới tác động của các nhân tố môi trường. Các hiện tượng hư hỏng không những gây ra các ảnh hưởng xấu đến màu sắc, hương vị và cấu trúc cơ thịt tôm, mà còn làm giảm giá trị dinh dưỡng, hạn sử dụng sản phẩm và tác động đến sự ưa chuộng của người tiêu dùng (Bao & Ohshima, 2013). Do đó, cần có các biện pháp công nghệ trong việc bảo quản tôm sau thu hoạch nhằm hạn chế sự oxy hóa chất béo giúp đảm bảo chất lượng sản phẩm.

Hiện nay, phương pháp phổ biến nhất được dùng để kiểm soát hiện tượng oxy hóa chất béo trên tôm là sử dụng các hợp chất chống oxy hóa như BHT (Butylated hydroxytoluene) và BHA (Butylated Hydroxyanisole). Tuy nhiên, các hợp chất này có ảnh hưởng tiêu cực đến sức khỏe người tiêu dùng, nên phải được kiểm soát nghiêm ngặt về liều lượng sử dụng khi dùng chúng trong bảo quản các sản phẩm thực phẩm (Le et al., 2019). Ngoài ra, khuynh hướng tiêu dùng hiện nay ưa chuộng các sản phẩm chứa hợp chất sinh học tự nhiên, có nguồn gốc từ thực vật để đảm bảo an toàn sức khỏe. Vì vậy, việc sử dụng các hợp chất sinh học chiết xuất từ thực vật để kiểm soát các hiện tượng hư hỏng, đặc biệt là quá trình oxy hóa chất béo cơ thịt tôm là cần thiết.

Dịch chiết từ tỏi (*Allium sativum* L.) chứa allicin, diallyl disulfide đã được chứng minh có hoạt tính chống oxy hóa và ức chế sự hình thành peroxide chất béo trong điều kiện bảo quản lạnh (Khadri et al., 2010; Akram et al., 2011; Johnson et al., 2016) do trong tỏi chứa các hợp chất polyphenol (flavonoids, phenolic acids, lignins, stilbenes), những chất này đóng vai trò như chất chống oxy hóa thông qua việc khử gốc tự do (Shahidi et al., 1992), hạn chế hoạt động của enzyme oxy hóa và các ion kim loại chuyển tiếp hoặc qua màng tế bào (Liao et al., 2000), làm giảm tốc độ phản ứng oxy hóa. Bui et al. (2024) cũng đã khảo sát hàm lượng polyphenol, hàm lượng flavonoids đến hiệu quả kháng khuẩn cao với 4 chủng vi khuẩn: *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Salmonella typhimurium* (ATCC 14028), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) và *Bacillus pumilus* (ATCC 14884). Tuy

nhien, chưa có bất kỳ công bố khoa học nào được thực hiện nhằm đánh giá khả năng sử dụng dịch chiết tỏi Lý Sơn trong bảo quản các sản phẩm thủy sản.

Vì vậy, việc nghiên cứu ảnh hưởng của các hợp chất sinh học như polyphenol và hoạt tính chống oxy hóa của dịch chiết tỏi Lý Sơn đến chất lượng của tôm thẻ chân trắng lột PTO trong suốt quá trình bảo quản lạnh đã được khảo sát nhằm đánh giá khả năng chống oxy hóa chất béo và tìm hiểu sự phát triển của vi sinh vật gây hư hỏng, giúp đảm bảo chất lượng thịt tôm thẻ chân trắng lột PTO.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Tôm thẻ chân trắng size 40 - 50 con/kg được thu mua ở khu nuôi thực nghiệm thuộc Trường Thủy sản, Đại học Cần Thơ. Tôm thẻ chân trắng sau khi được thu mua được đựng trong thùng xốp cách nhiệt có chứa sẵn nước đá để giữ lạnh $\leq 4^{\circ}\text{C}$. Sau đó, tôm thẻ chân trắng được rửa sạch và lột PTO (lột đầu, lột vỏ chưa đốt đuôi) và bảo quản lạnh cho đến khi tiến hành thí nghiệm.

Tỏi Lý Sơn: Củ có kích cỡ đồng đều to khoảng đầu ngón tay, hình bầu dục và vỏ có màu trắng, có hạn sử dụng trong khoảng 1 tuần từ ngày dán nhãn hạn sử dụng được thu mua ở siêu thị Mega, Quận Ninh Kiều, Thành phố Cần Thơ.

2.2. Hóa chất

Một số hóa chất được dùng trong phòng thí nghiệm như: HCl, H_2SO_4 0,1N, acid acetic, KCl, MgO. Bên cạnh đó, Methanol, Chloroform, Potassium Iodide, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01N được sử dụng để phân tích chỉ số peroxide (PV); Thiobarbituric acid, Trichloroacetic acid, Malondialdehyde dùng 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 hiếu khí.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Thí nghiệm 1: Khảo sát sự ảnh hưởng của loại dung môi đến hàm lượng phenolics của dịch chiết tỏi

Củ tỏi Lý Sơn tươi được cắt bỏ phần gốc, lột vỏ, làm sạch và thái lát mỏng. Sau đó, củ được nghiền mịn cùng với 3 loại dung môi (nước cất, ethanol 50%, ethanol 70%) với tỷ lệ nguyên liệu: dung môi là 1:1 (50 g tỏi : 50 ml dung môi). Quá trình chiết rút và nồng độ dung môi được thực hiện tham khảo theo phương pháp của Nguyen and Bui (2013). Hỗn hợp được ngâm trong 2 giờ ở nhiệt độ phòng, lọc qua gạc thu hồi dịch chiết. Dung dịch chiết được siêu

âm trong 30 phút trong điều kiện lạnh (nhiệt độ 20°C), tiếp tục ly tâm với tốc độ 3.500 vòng/phút trong 20 phút ở 20°C, sau đó hút lấy dịch trong và cô quay chân với áp suất là 160 Mbar và nhiệt độ cô quay 40°C không để loại bỏ hoàn toàn mùi ethanol. Dịch chiết (đã loại bỏ dung môi) được phân tích hàm lượng phenolic để xác định loại dung môi phù hợp cho dịch chiết tỏi có hàm lượng phenolic cao nhất. Thí nghiệm bao gồm 1 nhân tố (dung môi) với 3 nghiệm thức và lặp lại 3 lần. Tổng số đơn vị thí nghiệm là 9. Khối lượng mẫu cho mỗi bố trí thí nghiệm là 50 g.

2.3.2. Thí nghiệm 2: Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ dịch chiết tỏi trong dung dịch ngâm đến hiệu quả chống oxy hóa của tôm thẻ chân trắng lột PTO

Dùng dịch chiết tỏi có hàm lượng polyphenol cao nhất (kết quả thí nghiệm 1) được pha thành dung dịch ngâm ở 4 nồng độ khác nhau (1,5%, 2%, 2,5% và 3%). Tôm sau khi xử lý lột PTO được chia thành hai nhóm: Nhóm mẫu tôm đối chứng không ngâm dịch chiết tỏi và nhóm mẫu tôm có ngâm dịch chiết tỏi. Nhóm mẫu tôm thẻ không ngâm dịch chiết tỏi được rửa sạch. Nhóm mẫu ngâm dịch chiết tỏi, tôm được ngâm ngập trong dung dịch ở 4 nồng độ khác nhau ở nhiệt độ 4°C trong thời gian 15 phút với tỷ lệ tôm: dung dịch ngâm là 1:1,4 (w/v) (Nguyen & Le, 2018). Sau đó tôm được vớt ra, để ráo và bảo quản với nước đá trong vòng 3 ngày. Sau đó, mẫu đánh giá các chỉ tiêu được thu như chất lượng cảm quan, cấu trúc của sản phẩm, chỉ số pH, chỉ số peroxide, TBARS, TBV-N và tổng số vi sinh vật hiếu khí của các nhóm mẫu nhằm tìm ra nồng độ dịch chiết tỏi thích hợp cho bảo quản tôm thẻ chân trắng. Thí nghiệm bao gồm 1 nhân tố (nồng độ dịch chiết tỏi) với 4 nghiệm thức và 1 nghiệm thức đối chứng với 3 lần lặp lại. Tổng số đơn vị thí nghiệm là 15. Khối lượng mẫu là 150 g.

2.3.3. Thí nghiệm 3: Ảnh hưởng của dịch chiết tỏi lên sự thay đổi chất lượng tôm thẻ chân trắng lột PTO trong thời gian bảo quản lạnh

Tôm sau khi xử lý lột PTO và chia thành 2 nhóm mẫu: Nhóm mẫu tôm đối chứng không ngâm dịch chiết tỏi và nhóm mẫu tôm ngâm dịch chiết tỏi với nồng độ tối ưu được lựa chọn ở kết quả thí nghiệm 2. Nhóm mẫu tôm thẻ không ngâm dịch chiết tỏi được rửa sạch. Nhóm mẫu ngâm dịch chiết tỏi được ngâm ngập trong dung dịch ngâm trong 15 phút ở nhiệt độ 4°C với tỷ lệ tôm: dung dịch ngâm là 1:1,4 (w/v) (Nguyen & Le, 2018). Việc lấy 2 nhóm mẫu xếp vào khay và bao gói PA hút chân không và bảo

quản lạnh với nhiệt độ $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ đã được tiến hành. Mẫu phân tích được thu 3 ngày/ lần (7 mốc lấy mẫu, trong 18 ngày), sau đó đánh giá sự thay đổi chất lượng cảm quan và cấu trúc của sản phẩm, đo chỉ số pH, chỉ số PV, TBARS, chỉ tiêu TBV-N và phân tích tổng số vi sinh vật hiếu khí nhằm tìm ra thời gian bảo quản thích hợp nhất mà chất lượng tôm vẫn được đảm bảo. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên 1 nhân tố (thời gian bảo quản lạnh), có 7 mốc thời gian với 2 nhóm mẫu và 3 lần lặp lại. Tần suất lấy mẫu 3 ngày/lần. Khối lượng mẫu là 150 g tôm thẻ chân trắng.

2.4. Phương pháp phân tích

Hàm lượng polyphenol trong dịch chiết tỏi được phân tích tham khảo theo phương pháp của Singleton et al. (1999): 0,02 mL dịch chiết được cho vào 10 mL nước cất, đảo đều trong 15 phút, sau đó ly tâm 10.000 vòng/phút trong 10 phút ở 20°C. Tiếp theo, 0,5 mL dung dịch sau ly tâm được hút và cho vào ống nghiệm, sau đó cho thêm 0,1 mL Folin (pha loãng 2 lần trong nước cất) lắc 3 phút; sau đó thêm 1,5 mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 2% giữ ở nhiệt độ phòng trong 30 phút và đo bằng so màu quang phổ ở bước sóng 760 nm. Công thức tính hàm lượng polyphenol (mgGAE/g) theo phương trình đường chuẩn như sau:

$$\text{Abs } 760 = 18,339 \times \text{mg Gallic} + 0,0355$$

Phương trình đường chuẩn: 10 mg Gallic được cân và hòa tan trong ethanol 80%; sau đó, pha loãng dung dịch ra các nồng độ 25, 50 và 100 $\mu\text{g/mL}$. Các bước phân tích tương tự như phân tích mẫu.

Chỉ số Peroxyde value (PV) sử dụng phương pháp chuẩn độ Iod và so màu quang phổ (Cox & Pearson 1962): khoảng 1 g thịt tôm xay nhuyễn được cân, thêm 5 mL chloroform và 10 mL acetic acid cho vào ống ly tâm 50 mL, lắc hỗn hợp này trên máy lắc sau đó thêm 1 mL dung dịch KI bão hòa; giữ mẫu trong bóng tối 5 phút cho phản ứng xảy ra hoàn toàn; tiếp theo, thêm vào ống 75 mL nước cất và vài giọt chất chỉ thị hồ tinh bột, lắc đều. Dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ được sử dụng để chuẩn độ cho đến khi mất màu xanh tím hay tím nhạt thì dừng lại, ghi lại thể tích dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ đã dùng. Công thức tính chỉ số PV (meq/kg) như sau:

$$\text{PV} = \frac{(V - V_0) \times N \times 1000}{m_0 \times 0,6}$$

Trong đó: V (mL) và V_0 (mL) là thể tích dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dùng chuẩn độ mẫu thử và mẫu trắng; N: nồng độ của $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ chuẩn độ (0,01 N); m_0 : là khối lượng mẫu thịt tôm xay nhuyễn (g).

Chỉ tiêu TBARS được phân tích theo phương pháp của Buege and Aust (1978): 3 g thịt tôm xay nhuyễn được cân và cho vào ống ly tâm 50 mL và 15 mL nước cất và nghiền mẫu trong 30 giây; hút 2 mL dung dịch từ ống ly tâm vào ống nghiệm và thêm 5 mL dung dịch Stock Solution (0,375% thiobarbituric acid (w/v), 15% trichloroacetic acid (w/v) và 0,25 M HCl). Sau đó, hỗn hợp được đun trong nước sôi ở 100°C trong 15 phút đến khi màu hồng xuất hiện, làm nguội ống nghiệm dưới vòi nước chảy và ly tâm 3.000 vòng/phút ở 5°C trong 15 phút. Độ hấp thụ ở bước sóng 532 nm được đo. Việc xây dựng đường chuẩn được thực hiện bằng việc pha dung dịch Malondyaldehyde (MDA) thành 5 nồng độ từ 0, 2, 4, 6, 8, 10 ppm. Đơn vị của TBARS là mgMDA/kg.

Độ tươi của mẫu thịt tôm (TVB-N) được đo bằng phương pháp chưng cất bằng hơi nước và chuẩn độ (Velho, 2001): 5 g mẫu được cân và cho vào ống Kjehdal, sau đó cho thêm 2 g MgO và 50 mL nước cất. Ống được lắp vào hệ thống chưng cất trong 5 phút cùng 25 mL boric acid 1% trong bình tam giác. Chuẩn độ bằng H₂SO₄ 0,1 N.

Độ cứng (g) và độ đàn hồi (không có đơn vị) của tôm được đo theo phương pháp của Liu et al. (2024): sử dụng máy đo cấu trúc Texture Analyzer (TA.XT.Plus), đầu dò P/25, độ biến dạng 50% so với chiều cao ban đầu của tôm. Mỗi thân tôm được nén 2 lần, thời gian giữa 2 lần nén là 5 s, nén với tốc độ không đổi 1 mm/s. Kết quả thu được là trung bình cộng của 4 lần đo đặc (4 thân tôm). Từ các đường cong TPA (Texture Profile Analysis) của phép đo cấu trúc, kết quả thu nhận được độ cứng (g) là lực lớn nhất (peak force) của chu kỳ nén đầu tiên để làm biến dạng 50% mẫu và độ đàn hồi (không có đơn vị) thể hiện mức độ mẫu trở về hình dạng ban đầu sau khi biến dạng, là tỷ số khoảng cách nén lần 2/khoảng cách nén lần 1.

Bảng 1. Hàm lượng polyphenol của dịch chiết tỏi khi được chiết bằng các loại dung môi

Chỉ tiêu	Dung môi		
	Nước cất	Ethanol 50%	Ethanol 70%
Hàm lượng polyphenol (mgGAE/g)	141±1,97a	150±1,82b	157±5,08c

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

Những chữ (a, b, c) khác nhau trong cùng một hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95%.

Kết quả từ Bảng 1 cho thấy, hàm lượng polyphenol của dịch chiết tỏi trong dung môi ethanol 70% là cao nhất (157 mgGAE/g), tiếp theo là dung môi ethanol 50% (150 mgGAE/g) và thấp nhất là nước cất (141 mgGAE/g). Sự khác biệt về hàm lượng polyphenol giữa các dung môi có ý nghĩa

Các chỉ tiêu đánh giá cảm quan gồm màu sắc, mùi, vị và cấu trúc thịt tôm được phân tích bằng phương pháp cho điểm theo tiêu chuẩn Việt Nam 3215-79 (Ministry of Science and Technology, 1979) cho mẫu thịt tôm trước và sau khi luộc. Tổng số vi sinh vật hiếu khí được phân tích bằng phương pháp đổ đĩa tham khảo theo tiêu chuẩn Việt Nam 4881-2015 (Ministry of Science and Technology 2015).

2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu thí nghiệm được mô tả bằng trung bình ± độ lệch chuẩn, xử lý thống kê ANOVA một nhân tố với mức ý nghĩa 95% bằng chương trình SPSS 16.0, so sánh sự khác biệt giữa các nghiệm thức trong cùng một thí nghiệm bằng phép thử Duncan (nhiều hơn 2 giá trị trung bình) và phép thử Independent samples T-test (với 2 giá trị trung bình).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của dung môi đến hàm lượng polyphenol của dịch chiết tỏi

Kết quả phân tích hàm lượng polyphenol có trong dịch chiết tỏi thu nhận được khi sử dụng các loại dung môi chiết khác nhau được trình bày trong Bảng 1.

Polyphenols là nhóm hợp chất tự nhiên có trong thực vật, có đặc tính chống oxy hóa cao, giúp bảo vệ tế bào khỏi tổn thương do gốc tự do gây ra (Pandey & Rizvi, 2009). Polyphenol từ thực vật có tiềm năng lớn trong việc chống oxy hóa và bảo quản thực phẩm thủy sản. Nghiên cứu của Nguyen and Nguyen (2013) đã ghi nhận rằng dịch chiết từ lá ổi (*Psidium guajava*) có khả năng ức chế quá trình oxy hóa chất béo, giúp duy trì chất lượng thực phẩm trong thời gian bảo quản.

thống kê ở mức tin cậy 95% ($p < 0,05$), cho thấy ethanol 70% là lựa chọn tối ưu để trích ly polyphenol từ tỏi. Điều này có thể giải là do ethanol có khả năng hòa tan tốt các hợp chất phenolic trong tỏi nhờ sự cân bằng giữa tính phân cực của ethanol và nước, giúp tăng cường hiệu suất chiết xuất. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Pham et al.

(2018) đã khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tách chiết polyphenol từ lá cây kim vàng, bao gồm loại dung môi, nồng độ dung môi, tỷ lệ nguyên liệu/dung môi, thời gian và nhiệt độ chiết. Kết quả cho thấy, sử dụng ethanol 70% là dung môi chiết xuất hiệu quả nhất. Nghiên cứu của Nguyen and Le (2018) khi khảo sát sự ảnh hưởng của 3 loại dung môi chiết lần lượt là nước cất, ethanol 70% và acetone 70% đến chất lượng của tôm sú (*Penaeus monodon*) được tiến hành thì dung môi ethanol 70% cũng cho hiệu quả chiết tối ưu hơn các dung môi chiết khác.

Thực nghiệm nghiên cứu cũng đã thử tách chiết bằng dung môi ethanol 90%, tuy nhiên kết quả phân tích hàm lượng polyphenol không tăng so với ethanol 70%. Từ kết quả đạt được cho thấy ethanol 70% là dung môi thích hợp nhất để chiết xuất

polyphenol từ dịch chiết tỏi, giúp tối ưu hóa hiệu suất thu nhận các hợp chất có hoạt tính sinh học, tạo cơ sở cho các thí nghiệm tiếp theo.

3.2. Ảnh hưởng của nồng độ dịch chiết tỏi trong dung dịch ngâm đến hiệu quả chống oxy hóa của tôm thẻ chân trắng lột PTO

3.2.1. Các tính chất cảm quan của sản phẩm tôm thẻ chân trắng lột PTO bảo quản lạnh

Dịch chiết tỏi có đặc tính kháng khuẩn, chống oxy hóa và giúp kéo dài thời gian sử dụng của tôm thẻ chân trắng lột PTO trong suốt quá trình bảo quản lạnh. Các tính chất cảm quan như độ cứng, độ đàn hồi và đánh giá cảm quan ở các nồng độ dịch chiết tỏi khác nhau và mẫu đối chứng của sản phẩm tôm thẻ chân trắng lột PTO trong Bảng 2.

Bảng 2. Độ cứng, độ đàn hồi của cơ thịt và sự thay đổi về giá trị cảm quan của mẫu tôm thẻ chân trắng lột PTO sau khi ngâm dịch chiết tỏi ở các nồng độ khác nhau trong quá trình bảo quản lạnh

Nồng độ	Độ đàn hồi	Độ cứng (g)	Điểm đánh giá cảm quan
Đối chứng	0,415±0,049 ^a	10.605±188 ^a	19,44±0,26 ^a
1,5%	0,430±0,056 ^a	11.019±304 ^{ab}	19,75±0,00 ^a
2%	0,465±0,012 ^a	11.512±38 ^b	19,81±0,91 ^a
2,5%	0,470±0,014 ^a	11.470±168 ^b	19,62±0,17 ^a
3%	0,445±0,021 ^a	11.313±203 ^b	18,50±1,41 ^a

Các giá trị có các chữ cái theo sau (a, b) 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 ($n=3$). Mẫu đối chứng (mẫu không ngâm dung dịch chiết tỏi)

Từ kết quả Bảng 2 cho thấy, mẫu tôm thẻ chân trắng lột PTO khi ngâm trong dung dịch chiết tỏi với nồng độ 2% có độ cứng cao nhất (11.512 g) và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với mẫu đối chứng ($p < 0,05$). Tuy nhiên, độ cứng giữ ổn định và khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi dịch chiết tỏi tăng từ 2% lên 3%. Độ đàn hồi dao động trong khoảng 0,415 – 0,470 và khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức. Có thể thấy rằng, dịch chiết tỏi có tác động đến độ cứng tôm thẻ chân trắng lột PTO. Nguyên nhân là do tác động của các hợp chất sinh học có trong tỏi lên cấu trúc protein của tôm. Cụ thể, allicin và các hợp chất sulfur hữu cơ trong dịch chiết tỏi có thể làm thay đổi liên kết giữa các sợi protein trong mô cơ, dẫn đến sự biến đổi về tính chất cơ lý của sản phẩm (Majumdar et al., 2015). Ngoài ra, quá trình ngâm mẫu vào dịch chiết tỏi có thể gây ra hiện tượng hút ẩm hoặc mất nước nhẹ do sự chênh lệch áp suất thẩm thấu, làm ảnh hưởng đến độ cứng của thịt tôm. Bên cạnh đó, hoạt tính kháng khuẩn của dịch chiết tỏi giúp làm chậm sự phân hủy protein trong suốt quá trình bảo quản,

góp phần duy trì cấu trúc sản phẩm (Majumdar et al., 2015)

Đánh giá về cảm quan là yếu tố then chốt để sản phẩm thực phẩm đạt được chất lượng tốt một cách khách quan, tạo sự tin cậy đối với người tiêu dùng. Đối với mẫu tôm thẻ chân trắng được ngâm trong dung dịch chiết tỏi ở bất kì nồng độ nào được khảo sát trong nghiên cứu này đều không ảnh hưởng đến giá trị cảm quan của mẫu tôm do tỏi Lý Sơn tươi sau khi pha thành dung dịch có màu tự nhiên, trong suốt, không có mùi lạ, không vẩn đục nên không ảnh hưởng nhiều đến giá trị cảm quan (đặc biệt là mùi và vị) của sản phẩm. Mẫu tôm thẻ chân trắng lột PTO tại bốn nồng độ dịch chiết tỏi từ 1,5 đến 3% có chất lượng cảm quan khác biệt không có ý nghĩa thống kê với mẫu đối chứng ($p > 0,05$), mẫu nhúng dịch tỏi 2% (thời gian 15 phút ở nhiệt độ 4°C) cho điểm cảm quan cao nhất và không có sự khác biệt lớn so với các mẫu nhúng còn lại, cho thấy rằng các mẫu tôm thẻ chân trắng khi nhúng trong dung dịch chiết tỏi đều có cảm quan tốt, không thay đổi nhiều về màu sắc, mùi vị cũng như cấu trúc của sản phẩm.

Nguyên nhân là do ở nồng độ này dịch chiết tỏi đã giúp cho sản phẩm giữ được cấu trúc tốt không làm hao hụt chất dinh dưỡng mà vẫn giữ được chất lượng sản phẩm không thay đổi lớn so với ban đầu (Nguyen & Bui, 2013).

Như vậy, mẫu tôm thẻ chân trắng lột PTO khi ngâm trong dung dịch chiết tỏi với nồng độ 2% đạt độ cứng và giá trị cảm quan cao nhất.

3.2.2. Ảnh hưởng của nồng độ dịch chiết tỏi đến giá trị pH và chỉ số TVB-N của tôm thẻ chân trắng trong quá trình bảo quản lạnh

Giá trị pH và chỉ số TVB-N của tôm thẻ chân trắng trong quá trình bảo quản lạnh ở nồng độ dịch chiết tỏi khác nhau được thể hiện trong Bảng 3.

Kết quả Bảng 3 cho thấy giá trị pH của tôm thẻ chân trắng dao động trong khoảng từ 6,79 đến 6,86 đạt mức cho phép về độ tươi của tôm ($pH < 7,6$) (Nirmal & Benjakul, 2011). Nhóm đối chứng có giá trị pH cao nhất (6,86), trong khi mẫu có nồng độ dịch chiết tỏi cao nhất 3% có giá trị pH thấp nhất (6,79). Tuy nhiên, sự khác biệt về giá trị pH giữa các nghiệm thức không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Điều này cho thấy việc bảo quản trong 3 ngày có bổ sung dịch chiết tỏi ở các nồng độ khác nhau không

Bảng 3. Ảnh hưởng của nồng độ dịch chiết tỏi đến giá trị pH và chỉ số TVB-N của tôm thẻ chân trắng trong quá trình bảo quản lạnh

Nồng độ (%)	pH	Chỉ số TVB-N (mgN/100 g)
Đối chứng	6,86±0,011a	25,72±0,983b
1,5	6,85±0,030a	23,90±0,474b
2	6,83±0,034a	20,35±1,386a
2,5	6,80±0,068a	21,49±0,417a

Ghi chú: Các giá trị có các chữ cái theo sau (a, b) 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 ($n = 3$). Mẫu đối chứng (mẫu không ngâm dung dịch chiết tỏi).

3.2.3. Ảnh hưởng của nồng độ dịch chiết tỏi đến giá trị peroxide và TBARS của tôm thẻ chân trắng bảo quản lạnh

Giá trị Peroxide và TBARS của tôm thẻ chân trắng bảo quản lạnh theo nồng độ dịch chiết tỏi được thể hiện trong Bảng 4.

Chỉ số peroxide (PV) được sử dụng để đánh giá mức độ oxy hóa lipid thông qua sự hình thành các sản phẩm oxy hóa sơ cấp (Gopakumar, 2002). Theo Ladikos and Lougovois (1990), PV là sản phẩm sơ cấp của quá trình oxy hóa lipid, không bền vững và dễ bị oxy hóa tiếp để tạo thành các sản phẩm thứ cấp như TBARS. Kết quả từ Bảng 4 cho thấy, mẫu đối chứng có chỉ số PV cao hơn đáng kể so với các mẫu có bổ sung dịch chiết tỏi. Cụ thể, khi nồng độ dịch chiết tỏi tăng từ 1,5% lên 3%, chỉ số PV giảm từ

ảnh hưởng đáng kể đến độ pH của tôm trong quá trình bảo quản lạnh. Trong khoảng thời gian bảo quản ngắn, quá trình phân hủy protein và lipid chưa diễn ra mạnh mẽ, do đó lượng acid hữu cơ hoặc các hợp chất kiềm được sinh ra từ hoạt động vi sinh vật và enzyme chưa đủ lớn để làm thay đổi đáng kể độ pH (Le et al., 2018).

Chỉ số TVB-N (tổng nitơ bazơ bay hơi) của tôm giảm khi nồng độ dịch chiết tỏi tăng lên. Mẫu đối chứng có giá trị TVB-N cao nhất là 25,72 mgN/100 g, trong khi mẫu có nồng độ dịch chiết tỏi 2% có giá trị thấp nhất là 20,74 mgN/100 g. Các nghiệm thức có bổ sung dịch chiết tỏi (1,5%, 2%, 2,5% và 3%) đều có chỉ số TVB-N thấp hơn đáng kể so với mẫu đối chứng ($p < 0,05$). Điều này cho thấy dịch chiết tỏi có tác dụng hạn chế sự hình thành các hợp chất nitơ bay hơi, góp phần kéo dài thời gian bảo quản và duy trì chất lượng tôm. Jayadeepthi (2021) cũng sử dụng chiết xuất vỏ chanh và tỏi bảo quản tôm thẻ chân trắng và kết quả nghiên cứu cho thấy chiết xuất vỏ chanh và tỏi làm chậm tốc độ gia tăng chỉ số TVB-N, hạn chế quá trình phân hủy protein và oxy hóa lipid, duy trì chất lượng cảm quan và thời gian bảo dài trong các mẫu có xử lý chiết xuất.

0,768 (meq/kg) xuống còn 0,536 (meq/kg). Tuy nhiên, không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) giữa các mẫu bổ sung 2%, 2,5%, và 3% dịch chiết. Sự giảm PV có thể được giải thích bởi tác dụng chống oxy hóa của dịch chiết tỏi, trong đó allicin và polyphenol giúp trung hòa gốc tự do và ức chế enzyme oxy hóa, làm chậm quá trình hình thành peroxyde hóa lipid (Khadri et al., 2010; Akram et al., 2011). Đồng thời, peroxide và hydroperoxyde (sản phẩm oxy hóa sơ cấp) tiếp tục bị chuyển hóa thành các sản phẩm oxy hóa thứ cấp, làm giảm chỉ số PV theo thời gian (Benjakul et al., 2005; Boselli et al., 2005).

Chỉ số TBARS của các mẫu tôm được bổ sung dịch chiết ở tất cả các nồng độ đều thấp hơn mẫu đối chứng và sự khác biệt giữa các mẫu có ý nghĩa thống

kê ($p < 0,05$). Các hợp chất chống oxy hóa mạnh mẽ như allicin và polyphenol có trong dịch chiết tỏi có khả năng trung hòa các gốc tự do, ức chế các enzyme oxy hóa và làm chậm quá trình phân hủy peroxyde hóa lipid thành các sản phẩm oxy hóa thứ cấp, đặc biệt là MDA – hợp chất chính góp phần làm thay đổi chỉ số TBARS (Khadri et al., 2010; Akram et al., 2011). Cụ thể, chỉ số TBARS của mẫu tôm giảm dần khi nồng độ dịch chiết tăng từ 1,5% lên 2%, nhưng

lại tăng trở lại khi nồng độ dịch chiết lên 2,5% và 3%. Tuy nhiên, không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các mẫu bổ sung dịch chiết ở nồng độ 1,5%, 2%, 2,5%, và 3%. Mẫu tôm bổ sung dịch chiết ở nồng độ 2% có chỉ số TBARS thấp nhất trong các mẫu. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Le et al. (2018), trong đó việc bổ sung bột tỏi, bột gừng và bột sả cũng dẫn đến giảm chỉ số TBARS so với mẫu đối chứng.

Bảng 4. Ảnh hưởng của nồng độ dịch chiết tỏi đến giá trị peroxide và TBARS của tôm thẻ chân trắng bảo quản lạnh

Nồng độ (%)	Peroxide (meq/kg)	TBARS (mgMDA/kg)
Đối chứng	0,904±0,060 ^c	3,880±0,379 ^b
1,5	0,768±0,087 ^b	2,979±0,303 ^a
2	0,632±0,050 ^a	2,444±0,151 ^a
2,5	0,592±0,037 ^a	2,819±0,378 ^a

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 ($n=3$). Mẫu đối chứng (mẫu không ngâm dung dịch chiết tỏi).

3.2.4. Ảnh hưởng của nồng độ dịch chiết tỏi đến tổng số vi sinh vật hiếu khí trong tôm thẻ chân trắng bảo quản lạnh

Tổng số vi sinh vật hiếu khí trong tôm thẻ chân trắng bảo quản lạnh theo nồng độ dịch chiết tỏi được trình bày trong Bảng 5.

Vi sinh vật là một trong những nguyên nhân chính gây hư hỏng thực phẩm, do chúng có khả năng phát triển trên các bề mặt thực phẩm và tạo ra enzyme phân hủy chất dinh dưỡng, làm thay đổi màu sắc, mùi vị và kết cấu. Các nhóm vi sinh vật phổ biến gây hư hỏng thực phẩm bao gồm vi khuẩn (*Pseudomonas spp.*, *Lactobacillus spp.*), nấm mốc (*Aspergillus*, *Penicillium*) và nấm men (*Saccharomyces*, *Candida*). Một số vi sinh vật này còn có thể sinh ra độc tố, gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người (Jay et al., 2005).

Mẫu ngâm dịch chiết tỏi ở các nồng độ từ 2; 2,5 và 3% có tổng số vi sinh vật hiếu khí khác biệt có ý nghĩa thống kê so với mẫu đối chứng ($p < 0,05$), chứng tỏ dịch chiết tỏi có tác dụng kháng khuẩn đáng kể. Cơ chế kháng khuẩn của dịch chiết tỏi là nhờ vào sự hiện diện của allicin, một hợp chất sulfur có khả năng ức chế sự phát triển của vi khuẩn bằng cách tác động lên hệ enzyme và màng tế bào vi khuẩn (Kim et al., 2018). Kết quả này tương tự với kết quả báo cáo của Le et al. (2018) các mẫu chả cá cũng thể hiện khả năng kháng khuẩn tốt khi được bổ sung bột tỏi, gừng, sả và mật số vi sinh vật mẫu bổ sung tỉ lệ bột cao đều thấp hơn mẫu bổ sung tỉ lệ bột thấp và và tất cả mẫu có bột đều kháng khuẩn tốt hơn mẫu đối chứng.

Từ kết quả thí nghiệm, mẫu tôm ngâm dung dịch chiết tỏi với nồng độ 2% có độ cứng cao nhất cùng với hạn chế phát triển sinh vật và ngăn chặn sự oxy hóa chất béo hiệu quả tốt nhất. Vì vậy nồng độ dịch chiết tỏi 2% là nồng độ được lựa chọn để nhúng mẫu bảo quản lạnh.

Bảng 5. Ảnh hưởng của nồng độ dịch chiết tỏi đến tổng số vi sinh vật hiếu khí

Nồng độ	Tổng vi sinh vật hiếu khí (CFU/g)
Đối chứng	4,40x10 ^{4b}
1,5%	3,75x10 ^{4b}
2%	2,65x10 ^{4a}
2,5%	2,45x10 ^{4a}
3%	2,30x10 ^{4a}

Ghi chú: những chữ cái (a, b) giống nhau trong cùng một hàng biểu thị sự không khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Số liệu thống kê được mô tả dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn ($n = 3$)

3.3. Ảnh hưởng của của thời gian bảo quản lạnh sự thay đổi chất lượng tôm thẻ chân trắng lột PTO

3.3.1. Ảnh hưởng của thời gian bảo quản lạnh đến điểm cảm quan và cấu trúc của tôm thẻ chân trắng lột PTO bảo quản lạnh

Độ cứng và độ đàn hồi của cơ thịt tôm là một thuộc tính quan trọng và là một trong những thông số ảnh hưởng lớn đến khả năng chấp nhận của người tiêu dùng. Kết quả đánh giá độ cứng, độ đàn hồi cơ thịt tôm và giá trị cảm quan của tôm thẻ chân trắng lột PTO sau 18 ngày bảo quản lạnh được trình bày ở Bảng 6.

Từ kết quả trên, độ cứng và độ đàn hồi của tôm giảm dần theo thời gian bảo quản và dao động tương ứng từ 2.980 đến 12.761 g và từ 0,242 đến 0,511. Kết quả ở Bảng 6 cho thấy độ cứng và độ đàn hồi của tôm giảm dần và kết cấu thịt mềm đi do sự biến đổi cấu trúc cơ trong quá trình bảo quản. Mẫu được ngâm dung dịch chiết tỏi có sự thay đổi về mặt cấu trúc trong suốt quá trình bảo quản lạnh khác biệt có ý nghĩa thống kê so với mẫu đối chứng, với độ cứng và độ đàn hồi của mẫu tôm ngâm dịch chiết tỏi 2% là 3.844 g và 0,288 cao hơn so với tôm không ngâm

là 2.980 g và 0,242 khi kết thúc quá trình bảo quản. Kết quả cho thấy dịch chiết tỏi nồng độ 2% có khả năng hạn chế sự thay đổi độ cứng và độ đàn hồi của cơ thịt tôm. Nguyên nhân của sự thay đổi kết cấu cơ thịt tôm có thể là do ảnh hưởng của nhiều yếu tố như sự thay đổi độ pH, sự suy thoái của protein myofibrillar hoặc các mô liên kết (Sriket et al., 2007). Kết quả nghiên cứu này cũng giống với nghiên cứu của Zhang et al. (2015), độ cứng của tôm thẻ chân trắng bảo quản lạnh sau 16 ngày giảm 40,23%.

Bảng 6. Sự thay đổi giá trị độ cứng và độ đàn hồi của tôm thẻ chân trắng theo thời gian bảo quản lạnh

Ngày bảo quản	Độ cứng (g)		Độ đàn hồi	
	Mẫu đối chứng	Mẫu ngâm dịch chiết tỏi	Mẫu đối chứng	Mẫu ngâm dịch chiết tỏi
0	12.761±966 ^{Ac}	12.276±998 ^{Ac}	0,483±0,070 ^{Ac}	0,511±0,033 ^{Ac}
3	11.747±1.022 ^{Ade}	11.926±1.447 ^{Ac}	0,471±0,019 ^{Ac}	0,507±0,022 ^{Ac}
6	9.763±998 ^{Acd}	10.057±994 ^{Bde}	0,467±0,036 ^{Ac}	0,478±0,005 ^{Abc}
9	7.915±1.378 ^{Abc}	8.586±1.440 ^{Bcd}	0,430±0,073 ^{Ac}	0,447±0,013 ^{Ab}
12	6.372±768 ^{Ab}	6.639±791 ^{Bbc}	0,387±0,079 ^{Abc}	0,429±0,025 ^{Ab}
15	5.635±642 ^{Ab}	5.863±1.131 ^{Aab}	0,267±0,019 ^{Aab}	0,332±0,014 ^{Ba}
18	2.980±838 ^{Aa}	3.844±612 ^{Aa}	0,242±0,012 ^{Aa}	0,288±0,014 ^{Ba}

Ghi chú: Những chữ cái in hoa khác nhau trong cùng một hàng, những chữ cái in thường 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, ($n = 3$)

Bảng 7. Sự thay đổi về giá trị cảm quan của mẫu tôm thẻ chân trắng lột PTO sau khi ngâm dịch tỏi trong quá trình bảo quản lạnh

Ngày	Điểm cảm quan (ĐTBCTL)	
	Đối chứng	Mẫu ngâm
0	19,37±0,17 ^{Ae}	19,12±0,17 ^{Af}
3	18,20±0,77 ^{Ae}	18,77±0,31 ^{Aef}
6	15,91±0,82 ^{Ad}	17,02±0,74 ^{Be}
9	12,25±0,70 ^{Ac}	14,02±0,67 ^{Bd}
12	9,66±0,47 ^{Ab}	11,41±1,53 ^{Ac}
15	7,50±1,76 ^{Aab}	8,62±0,53 ^{Ab}
18	5,66±0,94 ^{Aa}	6,0±0,35 ^{Aa}

Ghi chú: Những chữ cái in hoa khác nhau trong cùng một hàng, những chữ cái in thường 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, ($n = 3$)

Chất lượng cảm quan của tôm thẻ chân trắng có sự thay đổi lớn sau 18 ngày bảo quản lạnh ở nhiệt độ từ 0 đến 4°C. Kết quả cho thấy, mẫu tôm thẻ chân trắng đã ngâm dịch chiết tỏi giữ được chất lượng cảm quan tốt hơn khi giá trị cảm quan giảm chậm hơn so với mẫu không ngâm trong dịch chiết tỏi (mẫu đối chứng), màu sắc, mùi, vị và cấu trúc của mẫu tôm thẻ chân trắng đã ngâm dịch chiết tỏi ở các mốc ngày 15 và 18 có điểm cảm quan lần lượt là 8,62 và 6,0 điểm lần lượt cao hơn so với mẫu đối chứng với 7,5 và 5,66 điểm. Nguyên nhân gây hư hỏng là do sự phân giải các thành phần trong cơ thịt tôm, làm cho cấu trúc tôm mềm và xuất hiện mùi

không mong muốn. Bên cạnh đó, sự oxy hóa chất béo cũng làm thực phẩm bị ôi hóa do các sản phẩm cấp thấp sinh ra. Chất lượng cảm quan của tôm giảm trong quá trình bảo quản là do tác động của enzyme và sự phát triển của vi sinh vật làm cho các tính chất hóa lý của protein cơ thịt bị thay đổi. Farajzadeh et al. (2016) đã sử dụng hỗn hợp dung dịch có tỷ lệ chitosan (1%)-gelatin (3%) là 3:7 (v/v) nhúng tôm thẻ chân trắng cho kết quả tương tự nghiên cứu này với chất lượng cảm quan duy trì đến ngày thứ 13 của quá trình bảo quản lạnh ở 4°C, và chỉ 7 ngày đối với mẫu đối chứng (mẫu không nhúng).

Từ kết quả trên, có thể thấy rằng mẫu tôm ngâm dịch chiết tỏi (độ cứng là 3.844 g, độ đàn hồi là 0,288 và giá trị cảm quan là 6,0 điểm) cho tốc độ giảm cảm quan và độ đàn hồi chậm hơn so với mẫu đối chứng (độ cứng là 2.980 g và giá trị cảm quan là 5,66 điểm) sau 18 ngày bảo quản lạnh.

3.3.2. Ảnh hưởng của thời gian bảo quản lạnh đến giá trị pH và chỉ số TVB-N của tôm thẻ chân trắng lột PTO bảo quản lạnh

Giá trị pH và chỉ số TVB-N của tôm thẻ chân trắng lột PTO bảo quản lạnh sau 18 ngày được trình bày trong Bảng 8.

Số liệu Bảng 8 cho thấy giá trị pH ghi nhận trong suốt thời gian bảo quản ở các mẫu ngâm dịch chiết tỏi nồng độ 2% đều thấp hơn và có khác biệt ý nghĩa

thống kê so với mẫu đối chứng ($p < 0,05$). Nghiên cứu của Farajzadeh et al. (2016) cũng cho kết quả tương tự, pH của mẫu có xử lý chitosan-gelatin có giá trị pH thấp hơn mẫu đối chứng. Nhìn chung giá trị pH của tất cả nghiệm thức tăng nhẹ khi kéo dài thời gian bảo quản và dao động từ 6,72 đến 7,42. Cụ thể giá trị pH của mẫu ngâm dịch chiết tỏi là 7,38 thấp hơn mẫu không ngâm dịch chiết là 7,42 ở ngày bảo quản thứ 18. Nguyên nhân sự thay đổi độ pH có liên quan đến sự tích lũy các hợp chất bazơ được tạo ra từ quá trình phân hủy bởi các enzyme nội sinh và hoạt động của vi khuẩn (Nirmal & Benjakul, 2011). Sau 18 ngày bảo quản giá trị pH của cả hai mẫu đối chứng và mẫu ngâm dịch chiết tỏi đều nằm trong giới hạn cho phép theo TCVN 2734:2009 (pH 6,5 - 7,5).

Bảng 8. Sự thay đổi giá trị pH và TVB-N của tôm thẻ chân trắng theo thời gian bảo quản lạnh

Ngày bảo quản	pH		Chỉ số TVB-N (mgN/100 g)	
	Mẫu đối chứng	Mẫu ngâm dịch chiết tỏi	Mẫu đối chứng	Mẫu ngâm dịch chiết tỏi
0	6,94±0,458 ^{Ba}	6,72±0,053 ^{Aa}	13,77±0,163 ^{Ba}	13,25±0,191 ^{Aa}
3	7,01±0,360 ^{Ba}	6,80±0,020 ^{Ab}	15,52±0,035 ^{Aa}	15,48±0,976 ^{Ab}
6	7,15±0,050 ^{Ab}	7,01±0,036 ^{Ac}	21,21±1,351 ^{Ab}	17,67±0,198 ^{Ac}
9	7,18±0,306 ^{Ab}	7,06±0,050 ^{Ac}	23,03±0,240 ^{Abc}	19,77±0,990 ^{Ad}
12	7,30±0,040 ^{Bc}	7,20±0,045 ^{Ad}	24,90±0,643 ^{Ac}	21,95±1,365 ^{Ac}
15	7,37±0,611 ^{Bcd}	7,31±0,031 ^{Ac}	27,71±1,605 ^{Bd}	24,42±1,011 ^{Af}
18	7,42±0,035 ^{Bd}	7,38±0,038 ^{Af}	29,53±0,976 ^{Bd}	26,38±0,693 ^{Af}

Ghi chú: Những chữ cái in hoa khác nhau trong cùng một hàng, những chữ cái in thường 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, ($n = 3$)

Tổng hàm lượng đạm bay hơi (TVB-N) là một trong chỉ số quan trọng để đánh giá sự hư hỏng của thực phẩm thủy sản (Arancibia et al., 2015). Giá trị TVB-N đều có chiều hướng tăng dần ở cả hai mẫu trong 18 ngày bảo quản lạnh. Sự gia tăng TVB-N là kết quả của quá trình phân hủy các hợp chất nitơ trong cơ thịt như protein, acid amin, peptide và nucleotide do hoạt động của enzyme nội sinh và vi khuẩn gây hư hỏng (Pan et al., 2019). Trong quá trình bảo quản, mẫu tôm xử lý dịch chiết có độ gia tăng TVB-N chậm hơn và thấp hơn so với mẫu đối chứng. Cụ thể, hàm lượng TVB-N mẫu đối chứng tăng nhanh từ 13,77 đến 29,53 (mgN/100g) sau 18 ngày và vượt ngưỡng chấp nhận của TVB-N là 25 (mgN/100 g) (Ojagh et al., 2010) ở ngày thứ 15. Đối với mẫu ngâm dịch chiết có giá trị TVB-N đến ngày bảo quản thứ 18 mới vượt quá ngưỡng cho phép là 26,38 (mgN/100 g). Theo TCVN 2734:2009 cả hai mẫu đối chứng và mẫu có ngâm dịch chiết tỏi sau 18

ngày bảo quản đều chưa vượt ngưỡng giới hạn tối đa cho phép của TVB-N là 30 mgN/100g. Kết quả này cho thấy dịch chiết tỏi có tác dụng hạn chế sự gia tăng TVB-N nhờ vào khả năng ức chế phát triển của vi khuẩn và giảm độ phân hủy protein. Điều này tương tự với một số nghiên cứu trước đây cho thấy sự hạn chế quá trình tạo TVB-N ở tôm thẻ chân trắng được xử lý bằng lớp phủ chitosan-gelatin (Farajzadeh et al., 2016), sử dụng chitosan bổ sung chiết xuất trà xanh (Yuan et al., 2016), nghiên cứu bảo quản lạnh cá đù vàng xử lý trong dịch chiết trà và hương thảo kết hợp chitosan (Li et al., 2012).

3.3.3. Ảnh hưởng của thời gian bảo quản lạnh đến giá trị peroxide và TBARS của tôm thẻ chân trắng lột PTO bảo quản lạnh

Giá trị peroxide và TBARS của tôm thẻ chân trắng lột PTO theo thời gian bảo quản lạnh được thể hiện ở Bảng 9.

Bảng 9. Ảnh hưởng của thời gian bảo quản lạnh đến giá trị peroxide và TBARS của tôm thẻ chân trắng lột PTO

Ngày bảo quản	Chỉ số Peroxide (meq/kg)		Chỉ số TBARS (mgMDA/kg)	
	Mẫu đối chứng	Mẫu ngâm dịch chiết tỏi	Mẫu đối chứng	Mẫu ngâm dịch chiết tỏi
0	0,824±0,132 ^{Ba}	0,320±0,099 ^{Aa}	0,760±0,038 ^{Aa}	0,385±0,190 ^{Aa}
3	1,39±0,181 ^{Bb}	0,664±0,160 ^{Ab}	1,13±0,114 ^{Ab}	0,733±0,227 ^{Ab}
6	2,04±0,163 ^{Ade}	1,72±0,169 ^{Ade}	2,01±0,151 ^{Ac}	1,24±0,114 ^{Ac}
9	2,24±0,120 ^{Be}	1,97±0,180 ^{Ac}	2,84±0,038 ^{Bd}	2,07±0,076 ^{Ad}
12	1,87±0,181 ^{Ad}	1,63±0,220 ^{Ad}	4,36±0,075 ^{Be}	3,38±0,114 ^{Ac}
15	1,78±0,168 ^{Acd}	1,49±0,194 ^{Ad}	5,03±0,037 ^{Af}	4,55±0,038 ^{Af}
18	1,56±0,144 ^{Bbc}	1,08±0,120 ^{Ac}	7,87±0,189 ^{Bg}	6,69±0,113 ^{Ag}

Ghi chú: Những chữ cái in hoa khác nhau trong cùng một hàng, những chữ cái in thường 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 $\pm$ độ lệch chuẩn, ($n = 3$)

Sự thay đổi chỉ số peroxide (PV) ở tôm thẻ chân trắng có và không ngâm dịch chiết tỏi trong quá trình bảo quản lạnh ($4\pm 2^\circ\text{C}$) được thể hiện trong Bảng 9. Trong 9 ngày đầu bảo quản, PV của mẫu đối chứng tăng mạnh từ 0,824 (meq/kg) lên 2,24 (meq/kg), trong khi mẫu có ngâm dịch chiết tỏi có mức tăng chậm hơn, từ 0,320 (meq/kg) lên 1,97 (meq/kg). Sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), cho thấy dịch chiết tỏi có khả năng làm chậm quá trình oxy hóa lipid. Tuy nhiên, từ ngày 12 trở đi, chỉ số PV của cả hai mẫu bắt đầu giảm và không còn sự khác biệt có ý nghĩa thống kê, đặc biệt là ở ngày 15 cho thấy hiệu quả bảo quản của dịch chiết tỏi không còn rõ rệt ở giai đoạn sau. Vào ngày 18, PV của mẫu có ngâm dịch chiết tỏi là 1,08 meq/kg, thấp hơn so với mẫu đối chứng là 1,56 (meq/kg). Theo Okpala et al. (2014), thủy sản vẫn đảm bảo chất lượng khi PV không vượt quá 5 meq/kg, do đó, cả hai mẫu trong nghiên cứu này vẫn nằm trong giới hạn an toàn. Nhìn chung, việc ngâm dịch chiết tỏi giúp giảm đáng kể chỉ số PV so với mẫu đối chứng ($p < 0,05$), điều này cho thấy hiệu quả trong việc hạn chế quá trình oxy hóa lipid.

Đối với giá trị TBARS, mẫu tôm được ngâm 2% dịch chiết tỏi có tốc độ gia tăng chậm hơn mẫu đối chứng trong giai đoạn đầu bảo quản (Bảng 9). Cụ thể, sau 18 ngày bảo quản lạnh, giá trị TBARS tăng từ 0,760 mg MDA/kg lên 7,87 mg MDA/kg ở mẫu đối chứng, trong khi mẫu có ngâm dịch chiết tỏi tăng từ 0,385 lên 6,69 mg MDA/kg. Sự khác biệt giữa hai mẫu có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) ở phần lớn các mốc thời gian trong 18 ngày bảo quản lạnh (ngoại

trừ ngày thứ 15 dù chỉ số TBARS mẫu nhúng dịch chiết tỏi vẫn thấp hơn nhưng không khác biệt có ý nghĩa thống kê với mẫu đối chứng). Quá trình tăng giá trị TBARS là do sự oxy hóa chất béo mạnh mẽ trong giai đoạn đầu, tạo ra các sản phẩm như hydroperoxide, sau đó tiếp tục quá trình oxy hóa thành các sản phẩm bậc hai như aldehyde (Benjakul et al., 2005). Kết quả nghiên cứu của Nguyen and Nguyen (2013) cũng cho thấy dịch chiết tỏi làm giảm giá trị TBARS trong tôm thẻ, với giá trị TBARS của mẫu xử lý là ôi thấp hơn so với mẫu đối chứng sau 9 ngày bảo quản. Tóm lại, dịch chiết tỏi có khả năng làm chậm quá trình oxy hóa lipid trong giai đoạn đầu bảo quản lạnh. Tuy nhiên, tác dụng này giảm dần và không còn rõ rệt ở giai đoạn sau, đặc biệt là sau ngày thứ 12.

3.3.4. Tốc độ phát triển của vi sinh vật của sản phẩm tôm thẻ chân trắng lột PTO trong quá trình bảo quản lạnh

Sau quá trình bảo quản lạnh ($4\pm 2^\circ\text{C}$), tổng số vi sinh vật của tôm lột PTO tăng nhanh (kết quả Bảng 10)

Mật độ vi sinh vật của cả 2 mẫu tôm có và không có bổ sung dịch chiết tỏi ngày càng tăng trong suốt quá trình bảo quản và tốc độ phát triển vi sinh vật của mẫu tôm xử lý dịch chiết tỏi thấp hơn mẫu đối chứng. Tuy nhiên, tổng số vi sinh vật của mẫu tôm được ngâm trong dung dịch chiết tỏi với nồng độ 2% chỉ khác biệt có ý nghĩa thống kê so với mẫu đối chứng ở ngày thứ 6 và 12 của quá trình bảo quản lạnh. Cả hai nhóm mẫu đối chứng và mẫu xử lý có mật số vi sinh vật lần lượt là $2,655 \times 10^6$ CFU/g và $1,95 \times 10^6$ CFU/g vượt giới hạn cho phép của TCVN4884-1:2015 là 10^6 CFU/g tại mốc thu mẫu 15 ngày.

Bảng 10. Mật độ vi sinh vật của tôm thẻ chân trắng lột PTO trong quá trình bảo quản lạnh

Ngày bảo quản	Mật độ vi sinh vật (CFU/g)	
	Mẫu đối chứng	Mẫu ngâm dịch chiết tỏi
0	$3,85 \times 10^{3Aa}$	$1,90 \times 10^{3Aa}$
3	$2,70 \times 10^{4Aa}$	$1,15 \times 10^{4Aa}$
6	$3,80 \times 10^{4Aa}$	$1,55 \times 10^{4Ba}$
9	$5,25 \times 10^{4Aa}$	$2,70 \times 10^{4Aa}$
12	$4,17 \times 10^{5Aa}$	$3,36 \times 10^{5Ba}$
15	$2,65 \times 10^{6Ab}$	$1,95 \times 10^{6Ab}$

Ghi chú: Những chữ cái in hoa khác nhau trong cùng một hàng, những chữ cái in thường 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 $\pm$ độ lệch chuẩn, ($n = 3$)

Các số liệu thu được cho thấy, sử dụng dịch chiết tỏi cũng là một phương pháp tiềm năng trong kiểm soát vi sinh vật thực phẩm. Theo nghiên cứu của Kim et al. (2018), tỏi chứa các hợp chất kháng khuẩn như allicin, có khả năng ức chế một số vi khuẩn gây hư hỏng thực phẩm. Tuy nhiên, hiệu quả của tỏi phụ thuộc vào nồng độ sử dụng và điều kiện bảo quản. Ngoài việc sử dụng hợp chất kháng khuẩn từ thực vật, phương pháp bảo quản lạnh giảm nhiệt độ giúp làm chậm sự phát triển của vi sinh vật, đặc biệt là vi khuẩn gây hư hỏng như *Pseudomonas spp.* (Gram et al., 2002) cũng được áp dụng để kiểm soát vi sinh vật trong thực phẩm. Trong nghiên cứu của Nirmal and Benjakul (2011) về bảo quản lạnh tôm thẻ chân trắng bằng dịch chiết trà xanh, dịch chiết trà xanh chứa polyphenol, đặc biệt là catechin, có tác dụng kháng khuẩn tốt, giúp kéo dài thời gian bảo quản thực phẩm, có tổng số vi sinh vật phát triển chậm hơn mẫu đối chứng. Chỉ đến ngày thứ 12 mới vượt quá giới hạn cho phép, trong khi mẫu không xử lý đã vượt ngưỡng từ ngày thứ 10.

Dựa trên kết quả thí nghiệm, mẫu tôm ngâm dịch chiết tỏi với nồng độ 2% giúp ức chế sự phát triển của vi sinh vật và duy trì chất lượng thực phẩm hiệu

quả trong khoảng từ ngày thứ 6 đến ngày thứ 12 của quá trình bảo quản lạnh ($4 \pm 2^\circ\text{C}$). Sau ngày thứ 12, mẫu có ngâm dịch chiết vẫn cho mật độ vi sinh vật thấp hơn mẫu đối chứng, tuy nhiên cả hai mẫu đều vượt ngưỡng an toàn (10^6 CFU/g) vào ngày thứ 15. Do đó, thời gian bảo quản hiệu quả của tôm thẻ chân trắng lột PTO xử lý với 2% dịch chiết tỏi được xác định là tối đa 12 ngày dưới điều kiện bảo quản lạnh.

4. KẾT LUẬN

Dịch chiết tỏi có tác dụng ngăn chặn sự oxy hóa lipid tốt cho sản phẩm trong quá trình bảo quản lạnh. Dung môi cho hiệu quả tách chiết tốt nhất với hàm lượng polyphenol cao là ethanol 70%. Kết quả nghiên cứu bảo quản lạnh tôm thẻ chân trắng được ngâm dịch chiết tỏi nồng độ 2% có giá trị cảm quan, cấu trúc và hạn chế sự phát triển vi sinh vật tốt hơn mẫu đối chứng. Thời gian bảo quản của mẫu ngâm dịch chiết tỏi nồng độ 2% và mẫu đối chứng đều khoảng 12 ngày, nhưng mẫu đối chứng có chỉ số vi sinh cao hơn mẫu có ngâm dịch chiết tỏi. Qua đó, dịch chiết tỏi có thể sử dụng nhiều trong bảo quản và chế biến thực phẩm để kéo dài thời bảo quản, cung cấp cho người tiêu dùng những loại thực có lợi cho sức khỏe.

TÀI LIỆU THAM KHẢO (REFERENCES)

- Akram, M., Shah, M. I., Usmanghan, K., Mohiuddin, E. & Sami, A. (2011). Zingiberofficinale roscocoe (*A medicinal plant*). *Pakistan Journal of Nutrition*, 10 (4), 399-400.
<https://doi.org/10.2174/0929867330666230524122318>
- AOAC. (2000). *Official methods of Analysis of AOAC International*, 17th Edition, George W. Latimer, Jr (Eds), Volume II.
- Arancibia, M. Y., López-Caballero, M. E., Gómez-Guillén, M. C. & Montero, P. (2015). Chitosan coatings enriched with active shrimp waste for shrimp preservation. *Food Control*, 54, 259-266.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.02.004>
- Bao, H. N. D., & Ohshima T. (2013). Strategies to Minimize Oxidative. Deterioration in Aquatic Food Products: Application of Natural Antioxidants from Edible Mushrooms. In: *Lipid Oxidation: Challenges in Food Systems*. AOCS, 95-125.
- Benjakul, S., Visessanguan, W., Phongkanpai, V. & Tanaka, M. (2005). Antioxidative activity of caramelisation products and their preventive effect on lipid oxidation in fish mince. *Food Chemistry*, 90(1-2), 231-239.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.045>
- Boselli, E., Caboni, M. F., Rodriguez-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(4), 705-713.
https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.06.043
- Buege, J. A. & Aust, S. D. (1978). Microsomal lipid peroxidation. *Method Enzymol*, 52, 302-304.
DOI: 10.1016/s0076-6879(78)52032-6
- Bui, M. V., Le, T. H. M., Vo, T. D. L., Nguyen, M. T. (2024). Antioxidant, anti-inflammatory and antibacterial activity of garlic Ly Son, Quang Ngai. *Vietnam Journal of Preventive Medicine*, 33(6), 355–361.
https://doi.org/10.51403/0868-2836/2023/1438
- Cox, H. E. & Pearson, D. (1962). *The chemical analysis of foods (first American edition)*, Chemical Publishing CO., INC. New York.
- Farajzadeh, F., Motamedzadegan, A., Shahidi, S. A. & Hamzeh, S. (2016). The effect of chitosan-gelatin coating on the quality of shrimp (*Litopenaeus vannamei*) under refrigerated condition. *Food Control*, 67, 163-170.
https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.02.040
- Gopakumar, K. (2002). *Textbook of Fish Processing Technology*. Indian Council of Agricultural Research. New Delhi.
- Gram, L., Ravn, L., Rasch, M., Bruhn, J. B., Christensen, A. B. & Givskov, M. (2002). Food spoilage—interactions between food spoilage bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 78(1-2), 79-97.
https://doi.org/10.1016/s0168-1605(02)00233-7
- Jay, J. M., Loessner, M. J. & Golden, D. A. (2005). *Modern Food Microbiology* (7th ed.). Springer.
- Jayadeepthi, P. (2021). *Effect of Lemon and Garlic peel extracts on the quality and shelf life of Litopenaeus vannamei during frozen storage* (Doctor's thesis). Sri Venkateswara Veterinary University.
- Johnson, M., Olaleye, O. N. & Kolawole, O. S. (2016). Antimicrobial and antioxydant properties of aqueous garlic (*Allium sativum*) extract against *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. *British Microbiology Research Journal*, 14 (1), 1-11.
https://doi.org/10.9734/BMRJ/2016/24095
- Khadri, A., Neffati, M., Smiti, S., Falé, P., Lino, A. R. L., Serralheiro, M. L. M. & Araújo, M. E. M. (2010). Antioxydant, antiacetylcholinesterase and antimicrobial activities of *Cymbopogon schoenanthus* Spreng, L., (lemongrass) from Tunisia. *LWT-Journal of Food Science and Technology*, 43, 331-336.
https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.08.004
- Kim, H. J., Kang, M., Kim, J. K., & Park, K. J. (2018). Antimicrobial activity of garlic extract and its application in food preservation: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 55(5), 1660-1670.
https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-19-163
- Ladikos, D. & Lougovois, V. (1990). Lipid oxidation in muscle foods: a review. *Food Chemistry*, 35, 295-314.
- Le, T. M. T., Le, N. K., Le, T. K. T., & Nguyen, V. T. (2018). The influences of garlic, ginger, lemongrass powders on the qualities of clown knifefish paste in cold storage. *Can Tho University Journal of Science*, 54(9), 97-109 (in Vietnamese).
https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2018.186
- Le, V. T. D., Bui, A. N. N., Nguyen, V. T. V., Nguyen, N. N. P., & Dang, H. V. (2019). Investigation into antioxidant activity of protein hydrolysate derived from white leg shrimp head (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Science and Technology – The University of Danang*, 17(12), 75-79 (in Vietnamese).
- Li, T., Hu, W., Li, J., Zhang, X., Zhu, J., & 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(1), 101-106.
https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.10.029
- Liao, K., & Yin, M. (2000). Individual and combined antioxydant effects of seven phenolic agents in human erythrocyte membrane ghosts and phosphatidylcholine liposome systems: importance of the partition coefficient. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 2266-2270. https://doi.org/10.1021/jf990946w
- Liu, S., Zhang, L., Chen, J., Li, Z., Liu, M., Hong, P., Zhong, S., & Li, H. (2024). Effect of freeze-thaw cycles on the freshness of prepackaged *Penaeus vannamei*. In *Foods*.
https://doi.org/10.3390/foods13020305
- Majumdar, R. K., Saha, A., Dhar, B., Maurya, P. K., Roy, D., Shitole, S. & Balange, A. K. (2015). Effect of garlic extract on physical, oxidative and microbial changes during refrigerated storage of restructured product from Thai pangas (*Pangasianodon hypophthalmus*) surimi. *Journal of food science and technology*, 52, 7994-8003.
https://doi.org/10.1007/s13197-015-1952-7
- Ministry of Science and Technology. (1979). *Decision No. 722/QĐ dated December 31, 1979 on Regulations on methods for testing food product quality by sensory scoring*, accessed February 15, 2024.
https://vanbanphapluat.co/?aspxerrorpath=/tcvn-3215-1979-sanpham-thuc-pham-phan-tich-cam-quan-phuongphap-cho-diem. (in Vietnamese).
- Ministry of Science and Technology. (2015). National standard on Microbiology of the food chain - Methods for the enumeration of

- microorganisms, accessed February 2, 2024.
<https://caselaw.vn/van-ban-phapluat/248816-tieu-chuan-quoc-gia-tcvn-4884-1-2015-iso-4833-1-2013-vevi-sinh-vat-trong-chuoi-thuc-pham-phuong-phap-dinh-luong-vi-sinh-vatphan-1-dem-khuan-lac-o-30-do-c-bang-ky-thuat-do-dia-nam-2015>. (in Vietnamese).
- Nguyen, T. H. & Bui, T. T. (2013). Study on in vitro bactericidal effect of garlic extract (*Allium sativum* L.) against pathogenic *E.coli* and ampicillin- and kanamycin-resistant *E.coli*. *Journal of Science and Development*, 11(6), 804-808 (in Vietnamese).
- Nguyen, V. T., & Le, T. M. T. (2018). The effect of pandan leaf extracts (*Pandanus amaryllifolius*) on the quality of tempura shrimp (*Penaeus monodon*) in refrigerated storage condition. *Can Tho University Journal of Science*, 54, 202-211. <https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2018.054> (in Vietnamese).
- Nguyen, X. D., & Nguyen, A. T. (2013). Screening of plants with antioxidant activity and application in fishery processing. *Can Tho University Journal of Science*, 28, 59–68 (in Vietnamese).
- Nirmal, N. P., & Benjakul, S. (2011). Effect of green tea extract on the quality of fresh and frozen shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Food Chemistry*, 125(3), 991-998.
- Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H. & Hosseini, S. M. H. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 120, 193-198. <https://doi.org/10.1063/1.4981718>
- Okpala, C. O. R., Choo, W. S., & Dykes, G. A. (2014). Quality and shelf life assessment of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) freshly harvested and stored on ice. *LWT-Food Science and Technology*, 55(1), 110-116. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.07.020>
- Pan, C., Chen, S., Hao, S., & Yang, X. (2019). Effect of low-temperature preservation on quality changes in Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(14), 6121-6128. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9905>
- Pandey, K. B., & Rizvi, S. I. (2009). Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2(5), 270–278. <https://doi.org/10.4161/oxim.2.5.9498>
- Pham, N. K. (2018). A study on extracting polyphenolic compounds indicates that antioxidant and antibacterial activities of *Barleria lupulina* L. *HCM University of Medicine, Appendix*, 22(3), 35-43.
- Shahidi, F., Janitha, P. K. & Wanasundara, P. D. (1992). Phenolic antioxydants. *Critical Rev. Food Science & Nutrition*, 32(1), 67-103. <https://doi.org/10.1080/10408399209527581>
- Singleton, V. L., Orthofer, R. & Raventos, R. M. L. (1999). Analysis of total phenol and other oxydation substrates and antioxydants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Method Enzymol.* 299, 152-78. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Sriket, P., Benjakul, S., Visessanguan, W., & Kijroongrojana, K. (2007). Comparative studies on the effect of the freeze–thawing process on the physicochemical properties and microstructures of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) and white shrimp (*Penaeus vannamei*) muscle. *Food Chemistry*, 104(1), 113-121. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.11.004>
- Velho, N. P. S. (2001). *Preparation for obtaining accreditation of analytical methods regarding quality issues as stated in ISO standard ISO/IEC 17025: 1999 proposal*. Final project report.
- Yuan, G., Zhang, X., Tang, W. & Sun, H. (2016). Effect of chitosan coating combined with green tea extract on the melanosis and quality of Pacific white shrimp during storage in ice. *CyTA Journal of Food*, 14, 35-40. <https://doi.org/10.1080/19476337.2015.1040459>
- Zhang, B., Ma, L. K., Deng, S. G., Xie, C., & Qiu, X. H. (2015). Shelf-life of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) as affected by weakly acidic electrolyzed water ice-glazing and modified atmosphere packaging. *Food Control*, 51, 114-121. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.11.016>