

HIỆU QUẢ CHỐNG OXY HÓA LIPID VÀ ỨC CHẾ BIẾN ĐEN CỦA DỊCH CHIẾT TỪ PHÉ LIỆU NẤM RƠM TRÊN TÔM THẺ CHÂN TRẮNG BẢO QUẢN LẠNH

Antioxidative and antimelanosis effects of straw mushroom waste extract on refrigerated Pacific white shrimp

Huyền Nguyễn Duy Bảo^{1*}, Nguyễn Trung Thành Luân², Lê Văn Tuấn³

¹ Khoa Công nghệ thực phẩm, Trường Đại học Nha Trang

² Xí nghiệp Chế biến thủy sản xuất khẩu Lộc An, Công ty BASEAFOOD, ấp An Hải, xã Lộc An, huyện Đất Đỏ, Bà Rịa Vũng Tàu

³ Chi nhánh Công ty Cổ phần chế biến xuất khẩu thủy sản tinh Bà Rịa - Vũng Tàu, Xí nghiệp Chế biến thủy sản xuất khẩu III

Tác giả liên hệ: Huyền Nguyễn Duy Bảo; Email: hndbao@ntu.edu.vn

Ngày nhận bài: 14/09/2024; Ngày phân biện thông qua: 25/09/2024; Ngày duyệt đăng: 26/09/2024

TÓM TẮT

Nghiên cứu này đánh giá hiệu quả của dịch chiết phế liệu nấm rơm (*Volvariella volvacea* waste extract - VWE) trong việc ngăn chặn sự hình thành melanosis và quá trình oxy hóa lipid ở tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) trong điều kiện bảo quản lạnh. Kết quả cho thấy tôm được xử lý bằng VWE đã giảm đáng kể cả mức độ biến đen và quá trình oxy hóa lipid so với tôm đối chứng. Tôm được xử lý bằng VWE có điểm biến đen và giá trị TBARS thấp hơn đáng kể ($p < 0,05$), đồng thời có điểm cảm quan cao hơn đáng kể ($p < 0,05$) so với tôm đối chứng, cho thấy VWE có hiệu quả ức chế sự hình thành melanosis và oxy hóa lipid ở tôm. Hơn nữa, không có sự khác biệt đáng kể ($p > 0,05$) về điểm biến đen, giá trị TBARS và điểm cảm quan giữa tôm được xử lý bằng VWE và tôm được xử lý bằng sodium metabisulfite (SMS) sau 4 ngày bảo quản lạnh. Những kết quả này chỉ ra rằng VWE là nguồn hoạt chất tự nhiên tiềm năng có thể thay thế cho SMS trong việc ngăn ngừa sự hình thành melanosis và oxy hóa lipid ở tôm trong quá trình bảo quản lạnh ngắn hạn.

Từ khóa: đốm đen, ergothioneine, oxy hóa lipid, polyphenoloxidases, xử lý sau thu hoạch

ABSTRACT

This study evaluated the effectiveness of straw mushroom waste extract (*Volvariella volvacea* waste extract - VWE) in preventing melanosis formation and lipid oxidation in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during refrigerated storage. The results indicated that shrimp treated with VWE significantly reduced both melanosis formation and lipid oxidation compared to control shrimp. Shrimp treated with VWE had significantly lower melanosis scores and TBARS values ($p < 0.05$) than the control shrimp, as well as significantly higher sensory scores ($p < 0.05$), demonstrating the effectiveness of VWE in inhibiting melanosis formation and lipid oxidation in shrimp. Furthermore, there were no significant differences ($p > 0.05$) in melanosis scores, TBARS values, and sensory scores between shrimp treated with VWE and those treated with sodium metabisulfite (SMS) after 4 days of refrigerated storage. These results suggest that VWE is a promising natural alternative to SMS for preventing melanosis formation and lipid oxidation in shrimp during short-term refrigerated storage.

Keywords: black spots, ergothioneine, lipid oxidation, polyphenol oxidases, post-harvest handling.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) là một loài tôm có giá trị thương mại cao, được nuôi phổ biến ở Việt Nam và có nhu cầu lớn trên thị trường quốc tế. Trong quá trình xử lý sau thu hoạch và bảo quản, việc kiểm soát hiện tượng biến đen và oxy hóa lipid ở tôm là một thách thức lớn đối với người

nuôi và các nhà sản xuất. Hiện tượng biến đen (melanosis) là quá trình sinh hóa tự nhiên xảy ra ở giáp xác sau khi chết, do sự có mặt của enzyme polyphenoloxidase (PPO). Enzyme này xúc tác quá trình oxy hóa các hợp chất phenol thành quinone, sau đó quinone tự oxy hóa và polymer hóa, tạo thành sắc tố melanin có phân tử lượng lớn. Quá trình này dẫn đến

sự hình thành các đốm đen trên tôm sau khi thu hoạch, làm giảm giá trị thương mại của sản phẩm và gây thiệt hại tài chính đáng kể [3]. Ngoài ra, thịt tôm thường chứa một lượng lớn axit béo không bão hòa đa, thành phần này rất dễ bị oxy hóa. Quá trình oxy hóa lipid không chỉ gây ảnh hưởng xấu đến màu sắc, hương vị và kết cấu của tôm, mà còn làm giảm giá trị dinh dưỡng, giảm thời hạn bảo quản và tác động đến sự chấp nhận của người tiêu dùng [8]. Do đó, việc kiểm soát hiện tượng biến đen và oxy hóa lipid ở tôm sau thu hoạch là rất cần thiết nhằm giảm thiểu tổn thất kinh tế và duy trì chất lượng sản phẩm.

Hiện nay, phương pháp phổ biến nhất để kiểm soát hiện tượng biến đen trên tôm là sử dụng các hợp chất sulfite [5,13]. Tuy nhiên, các hợp chất này có tác động tiêu cực đến sức khỏe người tiêu dùng, dẫn đến việc sử dụng chúng trong thực phẩm bị kiểm soát nghiêm ngặt. Ngoài ra, người tiêu dùng ngày nay có xu hướng ưa chuộng các sản phẩm chứa hợp chất sinh học tự nhiên, chẳng hạn như chiết xuất từ thực vật ăn được. Vì vậy, việc sử dụng các hợp chất sinh học tự nhiên để kiểm soát hiện tượng biến đen trên tôm là cần thiết nhằm đáp ứng nhu cầu của người tiêu dùng.

Dịch chiết từ nấm rom (*Volvariella volvacea*) bằng nước đã được chứng minh có hoạt tính chống oxy hóa và ức chế enzyme PPO trong điều kiện *in vitro* [2]. Tuy nhiên, nấm rom tươi là nguồn nguyên liệu có giá trị, thường được sử dụng trong thực phẩm, do đó chi phí sẽ cao nếu sử dụng để chiết xuất hợp chất sinh học cho các ứng dụng công nghiệp.

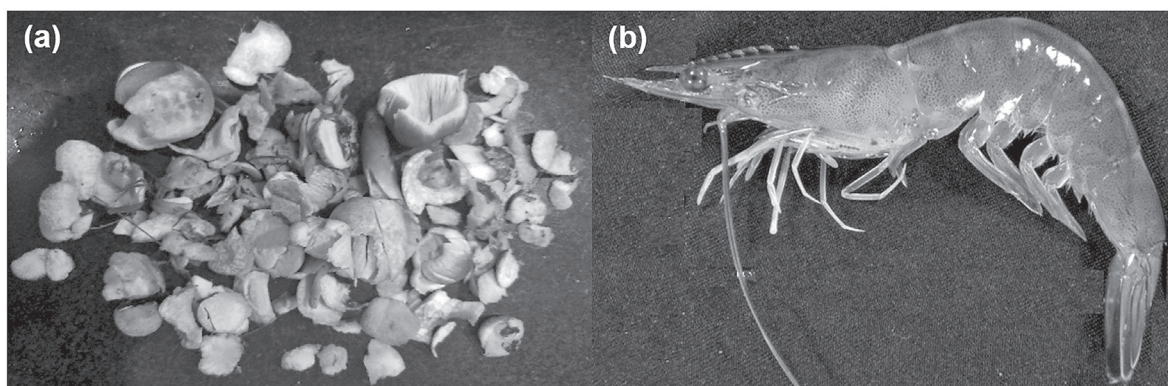
Trong khi đó, phế liệu nấm rom (màng bao, gốc nấm, mảnh vụn từ mũ nấm và nấm không đạt chất lượng) là nguồn tài nguyên dồi dào nhưng chưa được sử dụng hiệu quả và thường bị loại bỏ trong quá trình thu hoạch, chế biến. Do đó, việc sử dụng dịch chiết từ phế liệu nấm rom thay vì nấm rom tươi để chống oxy hóa lipid và ngăn chặn sự biến đen ở tôm sẽ giúp giảm đáng kể chi phí, mang lại lợi ích kinh tế và thực tiễn cao hơn. Hơn nữa, việc tận dụng phế liệu nấm rom không chỉ tăng tính bền vững thông qua việc tái sử dụng tài nguyên mà còn giúp phương pháp này có tính khả thi hơn trong thực tế, đáp ứng yêu cầu bảo quản an toàn và thân thiện với môi trường trong ngành thủy sản.

Mục tiêu của nghiên cứu này là khảo sát hiệu quả chống oxy hóa lipid và ức chế sự biến đen của dịch chiết từ phế liệu nấm rom trên tôm thẻ chân trắng trong quá trình bảo quản lạnh.

II. ĐỐI TƯỢNG, VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Nguyên vật liệu và hóa chất

Tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) có kích cỡ 60-70 con/kg được mua từ đầu mối phân phối hải sản ở chợ Vĩnh Hải, Khánh Hòa. Tôm được duy trì sống trong suốt quá trình vận chuyển đến phòng thí nghiệm tại Trường Đại học Nha Trang. Phế liệu nấm rom (*Volvariella volvacea*) được thu từ một trại trồng nấm ở Ninh Hòa, Khánh Hòa. Tất cả các hóa chất sử dụng trong nghiên cứu đều thuộc loại tinh khiết phân tích, mua từ Sigma-Aldrich (St. Louis, Mo, USA).



Hình 1. Phế liệu nấm rom (a), tôm thẻ chân trắng (b)

2. Chuẩn bị dịch chiết từ phế liệu nấm rơm

Dịch chiết từ phế liệu nấm rơm (VWE) được chuẩn bị theo quy trình của Bao và cộng sự [6] với một số điều chỉnh để đơn giản hóa, giúp dễ dàng áp dụng vào thực tiễn. Phế liệu nấm rơm được xay nhỏ với nước cất theo tỷ lệ 1:10 (w/v) bằng máy xay BlueStone model BLB-5339 (BlueStone Singapore). Hỗn hợp sau đó được ủ ở nhiệt độ $95 \pm 2^\circ\text{C}$ trong 1 giờ trong bể ổn nhiệt, sau đó lọc qua lưới lọc. Dịch lọc thu được gọi là dịch chiết từ phế liệu nấm rơm (VWE), được bảo quản trong ngăn mát của tủ lạnh qua đêm để sử dụng cho nghiên cứu này.

3. Xử lý tôm bằng dịch chiết từ phế liệu nấm rơm

Tôm được chia ngẫu nhiên thành 3 nhóm. Sau đó, mỗi nhóm được ngâm riêng biệt trong các dung dịch đã được làm lạnh đến 4°C hoặc thấp hơn. Các dung dịch gồm: dịch chiết phế liệu nấm rơm (VWE), dung dịch sodium metabisulfite 1,25% (SMS) và nước cất (đối chứng). Tỷ lệ tôm/dung dịch là 1:2 (w/v), ngâm trong 10 phút. Sau khi ngâm, tôm được bao gói

$$\text{Hoạt tính ức chế enzyme PPO} = \left(\frac{A_0 - A}{A_0} \right) \times 100 (\%)$$

Trong đó: $A = A_{530}$ của mẫu thử và $A_0 = A_{530}$ của mẫu đối chứng. Giá trị IC50 được tính bằng cách vẽ đồ thị giữa các nồng độ khác nhau của dung dịch thử nghiệm và tỷ lệ phần trăm hoạt tính ức chế enzyme PPO.

4.2. Phân tích hoạt tính ức chế oxy hóa lipid

Hoạt tính ức chế oxy hóa lipid được phân tích theo phương pháp của Bao và cộng sự [1]. Cụ thể, cho vào ống nghiệm 0,2 mL đệm phosphate (50 mM, pH 7.4) chứa 50 μM

$$\text{Hoạt tính ức chế oxy hóa lipid} = \left(\frac{A_0 - A}{A_0} \right) \times 100 (\%)$$

Trong đó: $A = A_{535}$ của mẫu thử và $A_0 = A_{535}$ của mẫu đối chứng. Giá trị IC50 được tính bằng cách vẽ đồ thị giữa các nồng độ khác nhau của dung dịch thử nghiệm và tỷ lệ phần trăm hoạt tính ức chế quá trình oxy hóa lipid.

4.3. Đánh giá sự biến đen

trong túi polyethylene (kích thước $240 \times 170 \times 0.08$ mm) có khóa miệng túi (mỗi túi 10 con tôm) và được bảo quản trong tủ lạnh ở nhiệt độ 4°C hoặc thấp hơn trong thời gian 10 ngày để đánh giá sự biến đen, oxy hóa lipid và chất lượng cảm quan.

4. Phương pháp phân tích

4.1. Phân tích hoạt tính ức chế enzyme polyphenoloxidase

Hoạt tính ức chế enzyme polyphenoloxidase (PPO) được phân tích theo phương pháp của Jang và cộng sự [12] với một số điều chỉnh nhỏ. Cụ thể, hỗn hợp phản ứng bao gồm 2,9 mL đệm phosphate (50 mM, pH 6.8), 0,1 mL catechol (500 mM), 0,1 mL L-proline (500 mM) và 0,1 mL PPO (50 đơn vị/mL). Thay thế đệm trong hỗn hợp phản ứng bằng dung dịch thử nghiệm để xác định hoạt tính ức chế PPO. Độ hấp thụ của hỗn hợp phản ứng tại bước sóng 530 nm (A_{530}) được đo sau 5 phút ở 25°C bằng máy quang phổ UV/VIS Biochrom Libra S50 (Cambridge, Vương quốc Anh). Hoạt tính ức chế PPO của mẫu thử được tính toán theo công thức sau:

metmyoglobin và 100 μM H_2O_2 , 0,2 mL Tween 20 chứa 50 μM eicosapentaenoic acid và 0,1 mL dung dịch thử nghiệm. Mẫu đối chứng được thay thế dung dịch thử nghiệm bằng dung dịch đệm. Sau khi ủ ở 37°C trong 30 phút, độ hấp thụ tại bước sóng 535 nm của các sản phẩm phản ứng trong n-butanol (A_{535}) được đo bằng máy quang phổ UV/VIS Biochrom Libra S50 (Cambridge, Vương quốc Anh). Hoạt tính ức chế quá trình oxy hóa lipid của mẫu thử được tính theo công thức sau:

Sự biến đen ở tôm được đánh giá bằng quan sát bởi một hội đồng gồm năm thành viên sử dụng thang điểm từ 0 đến 10 như mô tả của Otwell and Marshall [21]. Cụ thể: không có biến đen (0 điểm), ảnh hưởng lên tối đa 20% bề mặt tôm (2 điểm), ảnh hưởng 20–40% bề

mặt tôm (4 điểm), ảnh hưởng 40–60% bề mặt tôm (6 điểm), ảnh hưởng 60–80% bề mặt tôm (8 điểm), ảnh hưởng 80–100% bề mặt tôm (10 điểm).

4.4. Đo màu sắc

$$WI = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2}$$

biến đen, chỉ số độ trắng (WI) và sự khác biệt màu sắc (ΔE). Sự thay đổi điểm biến đen của tôm thể

$$\Delta E = \sqrt{(L_0^* - L^*)^2 + (a_0^* - a^*)^2 + (b_0^* - b^*)^2}$$

Sự khác biệt màu sắc (ΔE) được tính theo công thức sau:

Trong đó:

L_0^* , a_0^* , b_0^* là giá trị của tôm tươi trước khi xử lý.

L^* , a^* , b^* là giá trị của tôm được so sánh.

4.5. Đánh giá chất lượng cảm quan

Chất lượng cảm quan của tôm được đánh giá bởi hội đồng gồm năm thành viên sử dụng thang điểm từ 1 cho chất lượng kém nhất đến 10 cho chất lượng tốt nhất như được mô tả bởi Luo và cộng sự [17].

4.6. Phân tích các chất phản ứng với acid thiobarbituric

Các chất phản ứng với acid thiobarbituric (TBARS) được phân tích theo phương pháp của Uchiyama và Mihara [24]. Cụ thể, 0,5 g thịt tôm xay được đồng hóa với 4.5 mL dung dịch KCl 1,15%. Hỗn hợp phản ứng gồm 0,5 mL dịch đồng hóa, 0,3 mL acid phosphoric 1% và 1 mL dung dịch acid 2-thiobarbituric 0,6% được trộn đều trong ống nghiệm có nắp. Hỗn hợp được ủ ở 95°C trong 45 phút trong bể ổn nhiệt. Sau khi làm nguội, thêm 4,0 mL n-butanol vào ống nghiệm, lắc đều rồi ly tâm ở 3000 vòng/phút trong 10 phút. Độ hấp thụ tại bước sóng 535 nm và 520 nm của các sản phẩm phản ứng trong n-butanol được đo bằng máy quang phổ UV/VIS Biochrom Libra S50 (Cambridge, Vương quốc Anh). Giá trị TBARS được tính bằng hiệu số giữa độ hấp thụ ở bước sóng 535 nm và 520 nm. Đường chuẩn được xây dựng bằng cách đo các nồng độ khác nhau của chất chuẩn 1,1,3,3'-tetraethoxypropane. Giá trị TBARS được biểu thị dưới dạng tương đương malondialdehyde (MDA).

Màu sắc ($L^*a^*b^*$) tại 6 vị trí khác nhau ở hai phía của mỗi con tôm được đo bằng máy đo màu Konica Minolta CR-400/CR-40 (Nhật Bản). Chỉ số độ trắng (WI) được tính theo công thức sau:

5. Xử lý số liệu

Tính giá trị trung bình, độ lệch chuẩn và vẽ đồ thị bằng phần mềm Microsoft Excel 2013. Phân tích phương sai và tương quan bằng phần mềm R phiên bản 4.2.2 (<http://cran.R-project.org>). Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) được xác định bằng phân tích phương sai và phép thử Tukey.

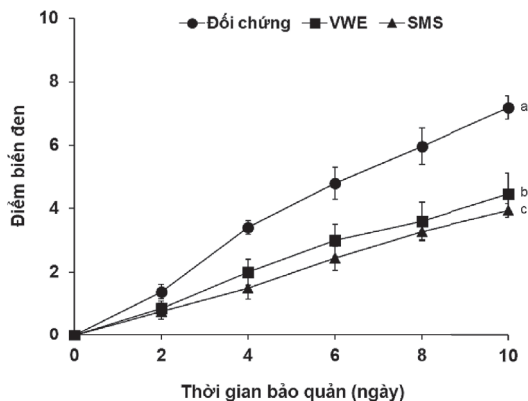
III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Hoạt tính ức chế enzyme PPO và oxy hóa lipid của VWE

Hoạt tính ức chế enzyme PPO và oxy hóa lipid của các dịch chiết từ nấm rom đã được báo cáo trong nhiều nghiên cứu trước đây [2,6,22]. Nhiều hợp chất hóa học trong nấm, bao gồm các hợp chất phenolic, ergothioneine (EGT), vitamin C, vitamin E, glutathione, beta-glucans, flavonoid và carotenoid, đã được chứng minh có khả năng ức chế hoạt động chống oxy hóa và/hoặc ức chế enzyme PPO [2,4,7,15,16,18,23]. Trong số đó, EGT là một hợp chất hoạt tính sinh học mạnh, có nhiều lợi ích cho sức khỏe và thu hút được nhiều sự quan tâm của các nhà nghiên cứu. Dịch chiết từ phế liệu nấm rom (VWE) trong nghiên cứu này có hoạt tính ức chế enzyme PPO và oxy hóa lipid, với giá trị IC50 lần lượt là 34,78 μ L và 28,16 μ L. Những kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đây [2,6].

2. Hiệu quả chống biến đen ở tôm thẻ chân trắng trong quá trình bảo quản lạnh của VWE

Hiệu quả chống biến đen ở tôm thẻ chân trắng trong quá trình bảo quản lạnh của VWE được đánh giá dựa trên các tiêu chí như điểm

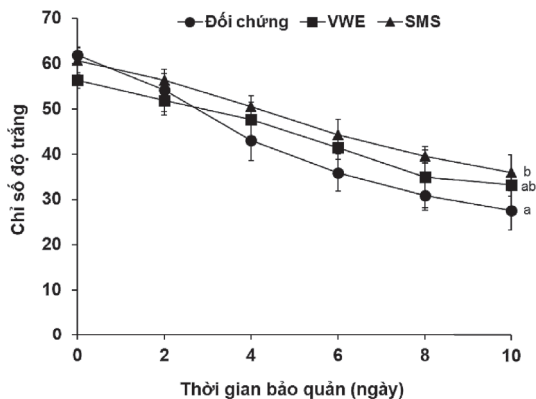


Hình 2. Điểm biến đen của tôm thẻ chân trắng được xử lý bằng VWE (■), SMS (▲) và đối chứng (●) trong quá trình bảo quản lạnh. Số liệu trình bày trên đồ thị là giá trị trung bình và độ lệch chuẩn (n = 3). Các ký tự khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

chân trắng được xử lý bằng VWE, SMS và đối chứng trong quá trình bảo quản lạnh được thể hiện trong Hình 2.

Hình 2 cho thấy điểm biến đen ở tất cả các mẫu đều tăng đáng kể ($p < 0,05$) trong suốt 10 ngày bảo quản lạnh. Sự biến đen ở tôm được xử lý bằng VWE hoặc SMS đã bị ức chế đáng kể ($p < 0,05$) so với mẫu đối chứng trong suốt thời gian bảo quản. Hoạt tính chống biến đen của dịch chiết từ nấm ăn được chứng minh là do EGT [6,9]. Nghiên cứu này cho thấy điểm biến đen của tôm được xử lý bằng VWE không có sự khác biệt đáng kể ($p > 0,05$) so với tôm được xử lý bằng SMS trong 4 ngày đầu bảo quản lạnh. Tuy nhiên, trong 6 ngày cuối bảo quản, tôm được xử lý bằng WE có điểm số melanosis cao hơn đáng kể ($p < 0,05$) so với mẫu được xử lý bằng SMS. Hiện tượng này chứng minh rằng VWE có hiệu quả mạnh trong việc ức chế biến đen ở tôm, nhưng hiệu quả không kéo dài do EGT tan trong nước và dễ bị mất trong quá trình bảo quản lạnh [6]. Kết quả này gợi ý rằng VWE có thể được sử dụng thay thế cho SMS, một chất tổng hợp có thể gây dị ứng cho người tiêu dùng, để ức chế biến đen ở tôm trong quá trình bảo quản lạnh trong thời gian ngắn.

Sự biến đen xảy ra càng nhiều, diện tích các



Hình 3. Chỉ số độ trắng của tôm thẻ chân trắng được xử lý bằng VWE (■), SMS (▲) và đối chứng (●) trong quá trình bảo quản lạnh. Số liệu trình bày trên đồ thị là giá trị trung bình và độ lệch chuẩn (n = 3). Các ký tự khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

đốm đen trên bề mặt tôm càng lớn, dẫn đến chỉ số độ trắng (WI) càng thấp. Biến đổi chỉ số độ trắng của tôm thẻ chân trắng được xử lý bằng VWE, SMS và đối chứng trong quá trình bảo quản lạnh được thể hiện ở Hình 3.

Kết quả của nghiên cứu này cho thấy chỉ số độ trắng của tôm đối chứng giảm nhanh và luôn thấp hơn đáng kể ($p < 0,05$) so với tôm được xử lý với VWE hoặc SMS trong suốt thời gian bảo quản lạnh. Không có sự khác biệt đáng kể ($p > 0,05$) về chỉ số độ trắng giữa tôm được xử lý bằng VWE và SMS trong 4 ngày đầu bảo quản lạnh. Tuy nhiên, chỉ số độ trắng của tôm được xử lý bằng VWE thấp hơn đáng kể ($p < 0,05$) so với tôm được xử lý bằng SMS trong 6 ngày cuối của quá trình bảo quản lạnh. Những phát hiện này củng cố kết luận rằng VWE có tác dụng ức chế biến đen ở tôm tương đương với SMS trong 4 ngày đầu của quá trình bảo quản lạnh.

Sự khác biệt màu sắc (ΔE) giữa tôm thẻ chân trắng được xử lý bằng VWE, SMS và đối chứng so với tôm trước khi xử lý theo thời gian bảo quản lạnh được thể hiện ở Hình 4.

Theo Một quan sát viên tiêu chuẩn sẽ nhận thấy sự khác biệt rõ ràng về màu sắc khi $3,5 < \Delta E < 5$ và hai màu khác nhau khi $\Delta E > 5$ [19]. Kết quả trong Hình 3 cho thấy có sự khác biệt

màu sắc rõ ràng ở tôm sau khi xử lý bằng VWE so với tôm trước khi xử lý vào ngày 0 ($\Delta E = 4,71$), cho thấy việc xử lý bằng VWE có ảnh hưởng đáng kể đến màu sắc của tôm. Trong khi đó, sự khác biệt màu sắc không rõ ràng đối với tôm được xử lý bằng SMS vào ngày 0 ($\Delta E = 2,88$), cho thấy việc xử lý bằng SMS có ảnh hưởng không đáng kể đến màu sắc của tôm. Tuy nhiên, các đường hồi quy cho thấy tốc độ thay đổi màu sắc của tôm đối chứng nhanh hơn so với tôm được xử lý bằng VWE hoặc SMS và tôm được xử lý bằng VWE hoặc SMS có tốc độ thay đổi màu sắc như nhau trong quá trình bảo quản lạnh.

Hình 7 cho thấy điểm biến đen có tương quan nghịch cao với chỉ số độ trắng ($r = -0,96$) và tương quan thuận cao với sự khác biệt màu sắc ($r = 0,95$), chứng tỏ rằng VWE tác dụng ức chế biến đen ở tôm và hiệu quả tương đương với SMS trong 4 ngày đầu bảo quản.

3. Tác dụng ức chế oxy hóa lipid của VWE trên tôm thẻ chân trắng trong quá trình bảo quản lạnh

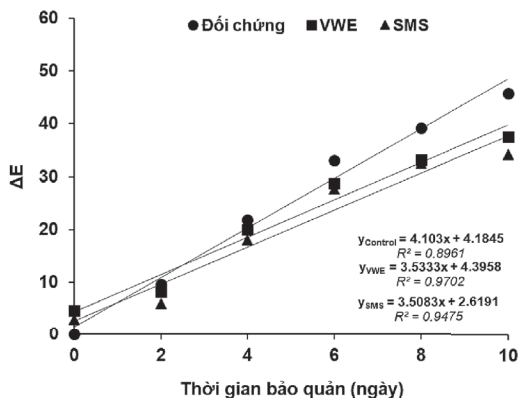
Các nghiên cứu trước đây đã báo cáo rằng tôm thẻ chân trắng có hàm lượng lipid thấp nhưng tỷ lệ axit béo không bão hòa đa (PUFA) cao [5,11]. Do đó, quá trình oxy hóa lipid xảy ra đáng kể ở tôm thẻ chân trắng trong quá trình bảo quản lạnh. Giá trị TBARS được dùng phổ

biến để chỉ thị cho mức độ oxy hóa lipid thông qua các sản phẩm thứ cấp. Trong nghiên cứu này, sự thay đổi giá trị TBARS của tôm thẻ chân trắng được xử lý bằng VWE, SMS và đối chứng trong quá trình bảo quản lạnh được thể hiện ở Hình 5.

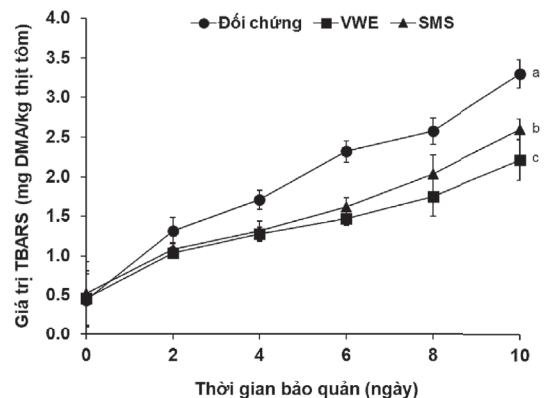
Hình 5 cho thấy giá trị TBARS của tất cả các mẫu tôm tăng đáng kể ($p < 0,05$) trong suốt 10 ngày bảo quản lạnh và tôm được xử lý bằng VWE hoặc SMS có giá trị TBARS thấp hơn đáng kể ($p < 0,05$) so với tôm đối chứng. Dịch chiết từ nấm rom đã được chứng minh có hoạt tính chống oxy hóa *in vitro*, ức chế biến đen và oxy hóa lipid ở tôm thẻ chân trắng [2,6]. Nghiên cứu này phát hiện rằng tôm được xử lý bằng VWE có giá trị TBARS thấp hơn đáng kể ($p < 0,05$) so với tôm được xử lý bằng SMS sau 4 ngày bảo quản lạnh. Khi giá trị TBARS dưới 3 mg MDA/kg, tôm được xem là có chất lượng tốt [3]. Trong nghiên cứu này, tôm được xử lý bằng VWE hoặc SMS có giá trị TBARS dưới 3 mg MDA/kg sau 10 ngày bảo quản lạnh (Hình 5). Trong khi đó, giá trị TBARS của tôm đối chứng tăng nhanh trong suốt thời gian bảo quản và vượt quá 3 mg MDA/kg sau 8 ngày.

4. Ảnh hưởng của việc xử lý VWE đến chất lượng cảm quan của tôm thẻ chân trắng trong quá trình bảo quản lạnh

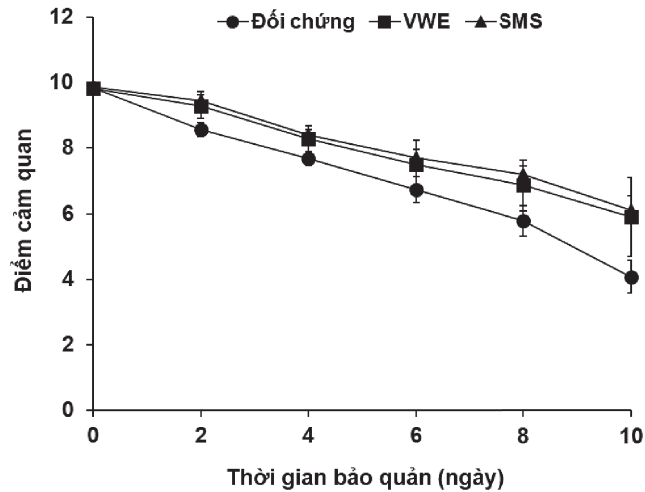
Điểm cảm quan của tôm thẻ chân trắng được



Hình 4. Sự khác biệt màu sắc (ΔE) của tôm thẻ chân trắng được xử lý bằng VWE (■), SMS (▲) và đối chứng (●) so với tôm trước khi xử lý theo thời gian bảo quản lạnh. Số liệu trình bày trên đồ thị là giá trị trung bình của 3 lần thử nghiệm.



Hình 5. Giá trị TBARS của tôm thẻ chân trắng được xử lý bằng VWE (■), SMS (▲) và đối chứng (●) trong quá trình bảo quản lạnh. Số liệu trình bày trên đồ thị là giá trị trung bình và độ lệch chuẩn ($n = 3$). Các ký tự khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).



Hình 6. Điểm cảm quan của tôm thẻ chân trắng được xử lý bằng VWE (■), SMS (▲) và đối chứng (●) trong quá trình bảo quản lạnh. Số liệu trình bày trên đồ thị là giá trị trung bình và độ lệch chuẩn (n = 3). Các ký tự khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

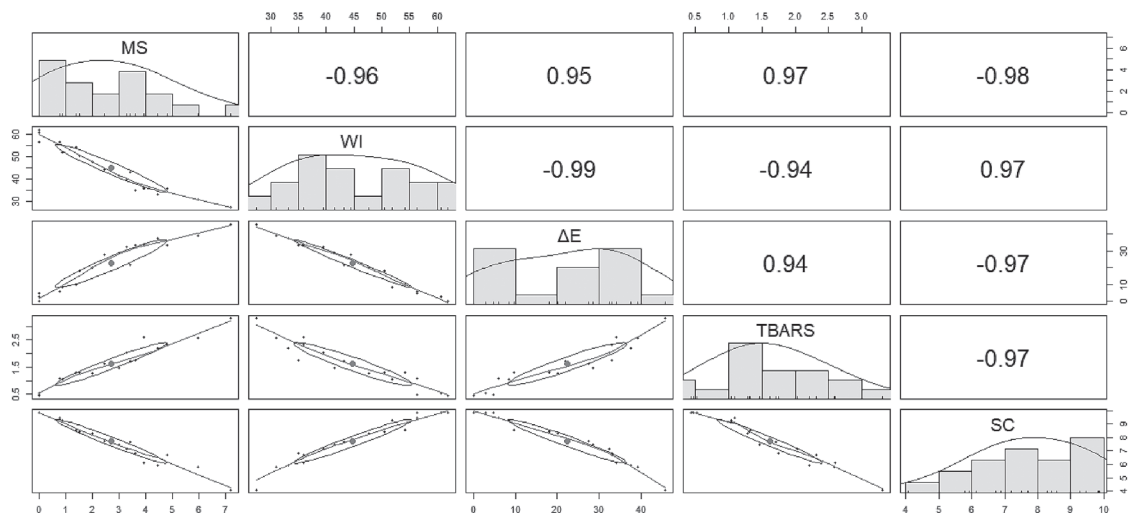
xử lý bằng VWE, SMS và đối chứng trong quá trình bảo quản lạnh được thể hiện ở Hình 6.

Tất cả các mẫu tôm đều rất tươi, với điểm cảm quan là 10 vào lúc bắt đầu bảo quản và giảm đáng kể trong suốt 10 ngày bảo quản lạnh. Tôm được xử lý bằng VWE hoặc SMS có điểm cảm quan cao hơn ($p < 0,05$) so với tôm đối chứng trong suốt quá trình bảo quản. Không có sự khác biệt đáng kể ($p > 0,05$) về điểm cảm quan giữa tôm được xử lý bằng VWE và SMS

trong suốt 10 ngày bảo quản lạnh. Kết quả này cho thấy VWE có khả năng duy trì chất lượng cảm quan của tôm tương đương với SMS trong 10 ngày bảo quản lạnh.

5. Mối tương quan giữa sự biến đen, oxy hóa lipid và chất lượng cảm quan của tôm thẻ chân trắng trong quá trình bảo quản lạnh

Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng sự biến đen ở tôm không ảnh hưởng đáng kể đến



Hình 7. Mối tương quan giữa điểm biến đen (MS), chỉ số độ trắng (WI), sự khác biệt màu sắc (ΔE), điểm cảm quan (SC), và giá trị TBARS của tất cả các mẫu tôm thẻ chân trắng (tôm được xử lý bằng VWE, SMS và tôm đối chứng) trong quá trình bảo quản lạnh.

giá trị dinh dưỡng nhưng có tác động nghiêm trọng đến chất lượng cảm quan. Do đó, giá trị thương mại của tôm bị biến đen giảm đáng kể, dẫn đến tổn thất kinh tế [10]. Nghiên cứu hiện tại cho thấy có một mối tương quan nghịch cao ($r = -0,98$) giữa điểm biến đen và điểm cảm quan của tất cả các mẫu tôm (Hình 7), khẳng định rằng sự biến đen có tác động tiêu cực đến chất lượng cảm quan của tôm trong quá trình bảo quản lạnh.

Do tỷ lệ PUFA cao, lipid trong tôm thẻ chân trắng sau thu hoạch rất dễ bị oxy hóa [11,20]. Quá trình oxy hóa lipid xảy ra ở tôm dẫn đến giảm chất lượng thể hiện rõ rệt nhất ở các giai đoạn cuối của quá trình oxy hóa lipid, liên quan đến các đặc tính về hương vị, màu sắc, trạng thái và giá trị dinh dưỡng [8]. Kết quả phân tích ở Hình 7 cho thấy giữa giá trị TBARS và điểm cảm quan của tất cả các mẫu tôm có mối

tương quan nghịch cao ($r = -0,97$), nghĩa là quá trình oxy hóa lipid có tác động đáng kể đến chất lượng cảm quan của tôm trong quá trình bảo quản lạnh.

Như vậy, quá trình oxy hóa lipid và biến đen đều có ảnh hưởng tiêu cực đến cảm quan và chất lượng tổng thể của tôm trong bảo quản lạnh.

IV. KẾT LUẬN

Xử lý tôm thẻ chân trắng bằng VWE làm đã giảm đáng sự biến đen và oxy hóa lipid dẫn đến chất lượng cảm quan được cải thiện rõ rệt so với tôm đối chứng, đồng thời hiệu quả ức chế biến đen và oxy hóa lipid ở tôm thẻ chân trắng của VWE không khác biệt đáng kể so với SMS. Những kết quả này cho thấy VWE có chứa các hoạt chất sinh học tự nhiên có thể sử dụng thay thế các chất tổng hợp như SMS để ức chế biến đen và oxy hóa lipid ở tôm sau thu hoạch.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Huỳnh Nguyễn Duy Bảo, Ngô Thị Hoài Dương, Phạm Thị Hiền, 2014. Nghiên cứu áp dụng phản ứng Fenton để phân tích hoạt tính chống oxy hóa. *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*. Số 3/2014, 9–15.
2. Lê Thanh Hải, Nguyễn Minh Trí, Huỳnh Nguyễn Duy Bảo, 2013. Nghiên cứu tách chiết và khảo sát hoạt tính chống oxy hóa của dịch chiết nấm rom. *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*. Số 4/2013, 95–99.

Tiếng Anh:

3. Abreu V. K. G., Pereira A. L. F., Vidal T. F., Zapata J. F. F., de Sousa Neto M. A., de Freitas E. R., 2010. Fatty acids, cholesterol, oxidative rancidity, and color of irradiated shrimp. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 30, 969–973.
4. Acharya K., Ghosh S., Kundu I., 2016. Pharmacognostic standardization of a well known edible mushroom, *Volvariella volvacea*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 6, 185–190.
5. Andrade L. T. de, Araújo N. G., Ventura A. P. M., Lira A. de L, Magnani M., Cavalheiro J. M. de O., 2015. Standardization of sodium metabisulfite solution concentrations and immersion time for farmed shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Ciência Rural*, 45, 499–504.
6. Bao H. N. D., Hai L.T., 2022. Application of straw mushroom extract to control melanosis and lipid oxidation in pacific white shrimp during refrigerated storage. In: Proceedings of The 7th analytica Vietnam Conference. Vietnam National University Press, Ha Noi. p. 192–201.
7. Bao H. N. D., Ochiai Y., Ohshima T., 2010. Antioxidative activities of hydrophilic extracts prepared from the fruiting body and spent culture medium of *Flammulina velutipes*. *Bioresource Technology*. 101, 6248–6255.
8. 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 Press. p. 95–125.
9. Encarnacion A. B., Fagutao F., Hirono I., Ushio H., Ohshima T., 2010. Effects of ergothioneine from mushrooms (*Flammulina velutipes*) on melanosis and lipid oxidation of kuruma shrimp (*Marsupenaeus Japonicus*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58, 2577–2585.
 10. Gonçalves A. A., de Oliveira A. R. M., 2016. Melanosis in crustaceans: A review. *LWT- Food Science and Technology*. 65, 791-799.
 11. Gualda I. P., Dos Santos V. J., Figueiredo I. de L., Petenuci M. E., Visentainer J. V., 2018. Centesimal composition, fatty acids profile and the nutritional quality index of four seafood species from the southern region of Brazil. *Acta Scientiarum-Technology*, 40: e39351.
 12. Jang M. S., Sanada A., Ushio H., Tanaka M., Ohshima T., 2003. Inhibitory effect of enokitake extract on melanosis of shrimp. *Fisheries science*. 69, 379–384.
 13. Kim Y. H., Kim J. M., Lee J. S., Gang S. R., Lee O. H., 2015. Effect of 4-hexylresorcinol treatment on melanosis inhibition and residual levels in Korean shrimp. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 44, 1035–1040.
 14. Kim J., Marshall M. R., Wei C., 2000. Polyphenoloxidase. In: Seafood enzyme utilization and influence on post harvest seafood quality, N. Haard and B. Simpson, Eds. Marcel Dekker, New York.
 15. Kozarski M., Klaus A., Jakovljevic D., Todorovic N., Vunduk J., Petrović P., et al., 2015. Antioxidants of edible mushrooms. *Molecules*. 20, 19489–19525.
 16. Lo Y. C., Lin S. Y., Ulzijiargal E., Chen S. Y., Chien R. C., Tzou Y. J., Mau J. L., 2012. *International Journal of Medicinal Mushrooms*. 14, 357–363.
 17. Luo Z., Xu Y., Ye Q., 2015. Effect of nano-SiO₂-LDPE packaging on biochemical, sensory, and microbiological quality of Pacific white shrimp *Penaeus vannamei* during chilled storage. *Fisheries Science*. 81, 983–993.
 18. Masitah, Candra K. P., Masruhim M. A., Kusumaningtyas P., 2023. Mycochemicals and proximate composition of two different stages in fruiting body development of *Volvariella volvacea* growing naturally on oil palm empty fruit bunches. *Journal of Sustainability Science and Management*. 18, 24–36.
 19. Mokrzycki W. S., Tatol M., 2011. Color difference Delta-E—A survey. *Machine Graphics and Vision*. 20, 383–411.
 20. 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):110–6.
 21. Otwell S., Marshall M., 1986. Studies on the use of sulfites to control shrimp melanosis (Blackspot). Florida Sea Grant Tech. Pap. 18.
 22. Park K. M., Kwon K. M., Lee S. H., 2015. Evaluation of the Antioxidant Activities and Tyrosinase Inhibitory Property from Mycelium Culture Extracts. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. ID 616298.
 23. Sangthong S., Pintathong P., Pongsua P., Jirarat A., Chaiwut P., 2022. Polysaccharides from *Volvariella volvacea* Mushroom: Extraction, Biological Activities and Cosmetic Efficacy. *Journal of Fungi*. 8, 572.
 24. Uchiyama M., Mihara M., 1978. Determination of malonaldehyde precursor in tissues by thiobarbituric acid test. *Analytical Biochemistry*. 86, 271–278.