

DOI:10.22144/ctu.jvn.2023.142

ẢNH HƯỞNG CỦA PHỤ GIA ĐẾN SỰ THAY ĐỔI TÍNH CHẤT HÓA LÝ THỊT CÁ XAY TỪ CƠ THỊT SẴM CÁ NGỪ (*Thunnus albacares*) THEO THỜI GIAN BẢO QUẢN Ở 0°C±1

Nguyễn Hồng Ngân¹, Nguyễn Thế Nguyên¹, Đinh Văn Hiện² và Nguyễn Trọng Bách^{1*}

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

²Trung tâm Kỹ thuật Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng, Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Khánh Hòa

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Trọng Bách (email: ntbachnt@ntu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 26/10/2022

Ngày nhận bài sửa: 21/11/2022

Ngày duyệt đăng: 06/12/2022

Title:

Effect of additives on changes of physico-chemical properties of minced tuna dark muscle (*thunnus albacares*) over storage time at 0°C±1

Từ khóa:

Cơ rút kích thước, hao hụt trọng lượng, protein đậu nành, tinh bột biến tính, thịt sẫm cá ngừ

Keywords:

Modified starch, size-shrinkage, soy protein, tuna dark muscle, weight-loss

ABSTRACT

This study investigates the effects of modified starch and soy protein concentrate (SPC) on hardness, weight-loss ratio, size-shrinkage, change of TBARS and TVB-N of heated minced fish protein gels were stored at 0°C±1. The results showed that when adding TBBT or SPC at a ratio of 6%, the texture of the minced fish protein gel is improved; the rate of weight loss of protein gel after heating increased about 5-8% modified starch and 10-15% SPC; size shrinkage of protein gel increased in range from 5-7,5% for both gels adding modified starch or SPC after 15 days of storage at 0°C±1. TBARS and TVB-N indexes did not increase significantly during the storage time of less than 9 days for both gels adding TBBT and SPC.

TÓM TẮT

Nghiên cứu này khảo sát ảnh hưởng của tinh bột biến tính (TBBT) và protein đậu nành (soy protein concentrate-SPC) đến độ cứng, tỷ lệ hao hụt trọng lượng, sự co rút kích thước, sự biến đổi chỉ tiêu TBARS và TVB-N của gel protein thịt cá xay trước và sau khi gia nhiệt được bảo quản ở nhiệt độ 0°C±1. Kết quả cho thấy khi bổ sung TBBT hay SPC với tỷ lệ là 6% giúp gel protein thịt cá xay cải thiện được cấu trúc; tỷ lệ hao hụt trọng lượng của gel protein sau khi gia nhiệt tăng lên khoảng 5-8% (TBBT) và 10-15% (SPC); sự co rút kích thước tăng dao động từ 5 đến 7,5% cho cả gel bổ sung TBBT hay SPC sau 15 ngày bảo quản ở 0°C±1. Chỉ số TBARS và TVB-N tăng không đáng kể trong thời gian bảo quản dưới 9 ngày cho cả hai loại gel bổ sung TBBT và SPC.

1. GIỚI THIỆU

Cá ngừ đại dương là loài thủy sản có giá trị kinh tế cao, phân bố rộng ở các vùng biển Việt Nam, đặc biệt là ở một số tỉnh Nam Trung Bộ như Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa. Sản lượng cá ngừ khai thác hàng năm (bao gồm cá ngừ vây vàng, cá ngừ mắt to, cá ngừ vằn và một số loại khác) đạt hơn 200 nghìn

tấn. Hiện tại, cả nước có hơn 100 nhà máy chế biến cá ngừ, sản lượng chế biến và tiêu thụ cá ngừ hàng năm đạt khoảng trên 200 nghìn tấn (theo Hiệp hội Cá ngừ Việt Nam); các sản phẩm xuất khẩu chủ lực là thân cá ngừ, đồ hộp cá ngừ ngâm dầu, cá ngừ xông khói. Lượng phế phụ phẩm từ ngành công nghiệp chế biến cá ngừ tương đối lớn, theo ước tính thì lượng phế phụ phẩm chiếm trên 50% tổng nguyên

liệu ban đầu bao gồm đầu, xương, nội tạng, mang, thịt sẫm màu và da; trong đó phần cơ thịt sẫm màu có thể chiếm tới gần 20% trọng lượng nguyên liệu (Batista, 1999). Như vậy, hàng năm có khoảng trên 100 nghìn tấn phế phụ phẩm được loại ra từ ngành công nghiệp chế biến cá ngừ; trong đó phần thịt sẫm màu chiếm khoảng 40 nghìn tấn.

Trong phế phụ phẩm từ cá ngừ thì phần cơ thịt sẫm màu được xem là thành phần có giá trị dinh dưỡng và giá trị kinh tế cao nhất. Cơ thịt sẫm màu (thịt đỏ) khác biệt rất lớn so với cơ thịt sáng màu (thịt trắng) vì chúng có hàm lượng glycogen, lipit myoglobin, sắt (75% sắt không phải của Hem) và chytocrome C cao hơn. Trong cơ thịt sẫm màu, hàm lượng protein tan trong muối thấp hơn 14% so với cơ thịt trắng, hoạt lực các enzyme protease cao, dẫn tới tốc độ quá trình tự phân giải cũng mạnh hơn. Bên cạnh đó, phần cơ thịt sẫm chứa acid amin histidin dễ biến đổi thành histamin (thành phần có nguy cơ gây dị ứng cho người tiêu dùng) nếu điều kiện bảo quản không tốt (Bộ Thủy sản, 2004). Đồng thời, một số chất gây màu có trong phần cơ thịt sẫm như myoglobin và hemoglobin dễ bị oxy hóa biến nâu làm giảm giá trị cảm quan của sản phẩm (Livingston & Brown, 1981). Nhiệt độ và thời gian bảo quản cũng ảnh hưởng lớn đến chất lượng cảm quan và hóa học của thịt cá (Bộ Thủy sản, 2004).

Cũng tương tự như các loại gel protein khác, gel protein cơ thịt sẫm cá ngừ vảy vàng sau khi gia nhiệt cũng trở nên lỏng lẻo, giảm khả năng giữ nước và màu sắc trở nên sẫm tối, đặc biệt là đối với cơ thịt sẫm cá ngừ. Liên kết protein (gel protein) của thịt cá sau khi xay thường yếu, kém bền, dễ nứt vỡ và mất nước khi gia nhiệt (Kong et al., 2016). Để hạn chế những nhược điểm này của gel protein thịt cá xay có thể sử dụng một số phụ gia như sorbitol (Phương và ctv., 2013), các muối phosphat (Trúc và ctv., 2016), tinh bột (Hong, 1997)... hoặc sử dụng một số phụ liệu như gelatin (Chen et al., 2016), lòng trắng trứng (Burgarella et al., 1985), tinh bột biến tính (Kong et al., 2016; Gerçekaslan, 2021) và protein đậu nành phối trộn vào gel protein cũng làm tăng khả năng giữ nước, độ dẻo dai, đàn hồi của gel protein thịt cá xay sau khi gia nhiệt (Burgarella et al., 1985; Hasanpour., 2012).

Khảo sát trực tiếp đối với thịt xay từ cơ thịt sẫm cá ngừ cho thấy gel protein thịt cá rời rạc, khô xác, sự hao hụt khối lượng hay co ngót kích thước rất lớn sau khi gia nhiệt. Do vậy, việc nghiên cứu bổ sung phụ gia nhằm cải thiện cấu trúc gel nguồn thịt cá xay này là cần thiết. Nghiên cứu này tập trung đánh giá các biến đổi lý hoá của gel protein thịt sẫm cá ngừ

xay phối trộn tinh bột biến tính và protein đậu nành khi bảo quản ở nhiệt độ quá lạnh để tìm ra chất đông tạo gel làm tăng độ bền, độ dẻo dai và đàn hồi của gel protein thịt sẫm cá ngừ vảy vàng. Kết quả làm tiền đề phát triển thêm nhiều sản phẩm mới hoặc bổ sung vào các sản phẩm tiện lợi có giá trị gia tăng hiện nay, góp phần đa dạng hóa và nâng cao chất lượng sản phẩm, từ đó tăng giá trị kinh tế của phần cơ thịt này.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu

Thịt sẫm cá ngừ được cung cấp bởi công ty TNHH Hải Vương, Khu Công nghiệp Suối Dầu, xã Suối Tân, huyện Cam Lâm, Khánh Hòa. Thịt sẫm được đóng thành block (5 kg/block), cấp đông ở nhiệt độ -45°C để tâm sản phẩm đạt -18°C và được bảo quản ở nhiệt độ $-20^{\circ}\text{C}\pm 2$, sau đó được bảo quản trong thùng cách nhiệt và vận chuyển về phòng thí nghiệm Trường Đại học Nha Trang và tiếp tục được bảo quản đông ở $-20^{\circ}\text{C}\pm 2$.

Tinh bột biến tính (TBBT) được sản xuất từ khoai mì, là sản phẩm của công ty TNHH Sangan Wongse Starch (Thái Lan). Nhập khẩu và phân phối bởi Công ty TNHH sản xuất Thương mại Việt Mỹ, Nha Trang. Protein đậu nành (SPC, Solcon S; Spec No: FP-317) sử dụng trong nghiên cứu có hàm lượng protein chiếm 88% (Nx6,25) sản xuất tại công ty CHS Ltd (Trung Quốc) và được nhập khẩu bởi doanh nghiệp tư nhân Tín An Toàn.

2.2. Phương pháp nghiên cứu và xử lý số liệu

2.2.1. Chuẩn bị mẫu

Mẫu gel protein thịt xay được chuẩn bị theo Bách và ctv. (2021) với tỷ lệ bổ sung 6% TBBT hay protein đậu nành (soy protein concentrate- SPC). Mẫu hình trụ tròn (đường kính 23 mm, chiều cao 20 mm) được bọc trong túi PE cột kín và giữ 15 giờ trong tủ lạnh được kiểm soát nhiệt độ ở $0^{\circ}\text{C}\pm 1$ trước khi đi phân tích các chỉ tiêu (mẫu 0 ngày). Các mẫu tiếp tục được bảo quản ở nhiệt độ $0^{\circ}\text{C}\pm 1$ để theo dõi biến đổi theo thời gian. Sau mỗi mốc thời gian (1, 3, 5, 7, 9, 12, và 15 ngày), mẫu được đánh giá ở hai điều kiện không gia nhiệt (phân tích chỉ tiêu trực tiếp) và có gia nhiệt. Đối với mẫu gia nhiệt được thực hiện bằng cách đựng trong túi polyetylen (đã xả khí) nhúng chìm 10 phút trong nước sôi, sau đó được làm lạnh nhanh bằng nước lạnh.

2.2.2. Xác định sự hao hụt trọng lượng của gel sau khi gia nhiệt

Việc xác định sự hao hụt trọng lượng của gel protein thịt cá xay được mô tả bởi Bách và ctv.

(2021). Sự hao hụt trọng lượng được tính theo công thức như sau:

$$L (\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_1} * 100$$

Trong đó:

L: hao hụt trọng lượng sau gia nhiệt (%)

m₁: khối lượng mẫu trước khi gia nhiệt (g)

m₂: khối lượng mẫu sau khi gia nhiệt (g)

2.2.3. Xác định độ co rút kích thước của gel sau khi gia nhiệt

Sự co rút kích thước của khối gel protein thịt cá xay được mô tả bởi Bách và ctv. (2021). Các mẫu được chuẩn bị sau khi bảo quản lạnh 15 giờ được xác định độ co rút kích thước (E%) của khối gel sau khi gia nhiệt theo công thức sau:

$$E (\%) = \frac{d_1 - d_2}{d_1} * 100$$

Trong đó:

E: độ co rút sau gia nhiệt (%)

d₁: đường kính mẫu trước gia nhiệt (mm)

d₂: đường kính mẫu sau khi gia nhiệt (mm)

2.2.4. Phương pháp xác định độ cứng của gel protein thịt cá xay

Độ cứng của gel được đánh giá thông qua “lực nén vỡ” và “lực cắt” theo phương pháp được mô tả bởi Hiện và ctv. (2019). Các mẫu gel (trước và sau khi gia nhiệt) được định dạng theo hình trụ tròn có đường kính 23 mm và chiều cao 20 mm. Lực nén vỡ và lực cắt của gel được đo ở nhiệt độ phòng bằng thiết bị Rheometer CR-500 DX (Nhật Bản) với đầu đo số 3 hình trụ tròn đường kính 10 mm (lực đâm xuyên) và đầu dao cắt số 10 (lực cắt) tại tốc độ dịch chuyển 60 mm/phút.

2.2.5. Xác định tổng hàm lượng nitơ bazo bay hơi (TVB-N)

Tổng hàm lượng nitơ bazo bay hơi được xác định theo phương pháp của Kim et al. (2020). Mẫu có khối lượng 10 g (±0,001 g) được cho vào bình chiết có chứa dung dịch axit trichloroacetic 5%. Dung dịch chiết sau lọc được đưa vào bộ cất hơi nước và được kiềm hóa. Các bazo nitơ dễ bay hơi trong dịch chiết được lôi cuốn bằng hơi nước và được hấp thụ bởi dung dịch axit boric 0,01 N. Nồng độ TVB-N được xác định bằng cách chuẩn độ với dung dịch axit sunphuric 0,02 N.

2.2.6. Xác định giá trị các chất phản ứng với thiobarbituric acid (TBARS)

TBARS được đo bằng phương pháp của Chaijan et al. (2016) cùng một số điều chỉnh nhỏ. Mẫu (5 g ± 0,001 g) được cho chính xác vào bình chiết đã được đồng nhất với 10 ml CHCl₃ (lặp lại 3 lần); thêm 5 ml dung dịch chứa axit thiobarbituric 0,288% trong axit tricloaxetic 15% và HCl 0,2 M. Ống nghiệm đã chuẩn bị được đặt vào bể ôn nhiệt ở 95°C (± 0,2°C). Sau 120 phút, ống nghiệm được lấy ra khỏi bể điều nhiệt và làm nguội dưới vòi nước khoảng 10 phút đến nhiệt độ phòng. Độ hấp thụ của dung dịch phản ứng được đo ở bước sóng 530 nm. Dung dịch chuẩn được xác định bằng Malonaldehyde (1,1,3,3-tetramethoxypropan) ở nồng độ từ 0 đến 4,3 ppm được sử dụng để chuẩn bị đường chuẩn. Giá trị TBARS được tính toán và biểu thị bằng đương lượng mg malonaldehyde (MDA)/1 kg mẫu.

2.2.7. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu là giá trị trung bình của 3 lần thí nghiệm. Biểu đồ hình được vẽ bằng phần mềm Origin 8.5. Sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$) của các giá trị trung bình được phân tích bằng phần mềm SPSS 16.

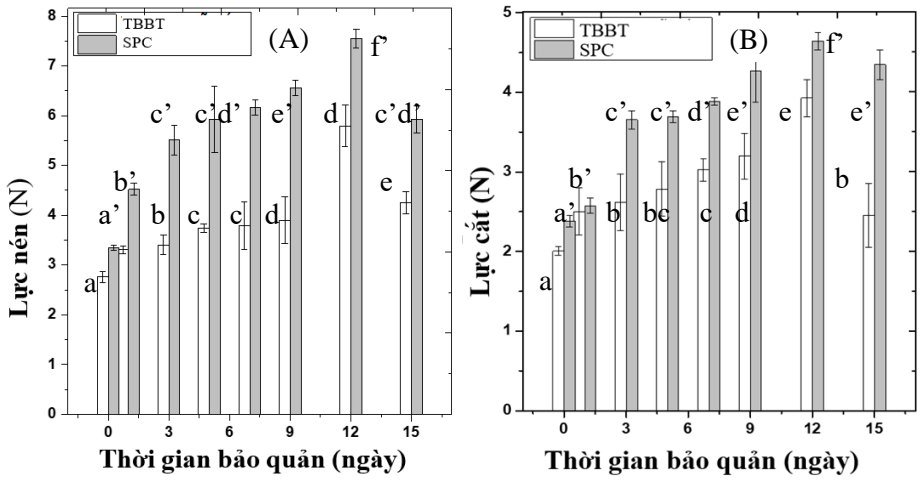
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Biến đổi tính chất cơ lý của gel thịt cá xay theo thời gian bảo quản quá lạnh ở 0°C ± 1

Kết quả đo lực ép nén và lực cắt của gel trước gia nhiệt cho thấy xu hướng độ bền gel tăng theo thời gian bảo quản quá lạnh (Hình 1). Lực nén vỡ gel protein thịt cá xay có bổ sung TBBT hay SPC trước khi gia nhiệt tăng khoảng 2,2 lần trong khoảng thời gian bảo quản 0 – 12 ngày. Trong khi đó, lực cắt của gel protein tăng gần 2 lần. Lực nén và lực cắt tăng theo thời gian bảo quản cho thấy khi bổ sung các chất đồng tạo gel thì liên kết của protein với chất đồng tạo gel càng nhiều giúp cho khối gel trở nên cứng hơn, dẻo dai hơn theo thời gian bảo quản. Kết quả này đã được Bách và ctv. (2021) chỉ ra khi dùng chất đồng tạo gel (TBBT và SPC), việc có chất đồng tạo gel sẽ làm kết cấu gel bền chắc hơn. Điều này tương tự như kết quả của Đức & Minh (2011), hay Trúc và ctv. (2016). Từ 12 ngày bảo quản quá lạnh trở lên, lực nén của mẫu có bổ sung TBBT hay SPC giảm đáng kể, khoảng 1,3 lần ($p < 0,05$). Điều này có thể được giải thích là do lượng nước trong khối gel giảm (do mất nước trong bảo quản) dẫn tới việc cạnh tranh nước trong mạng lưới gel cao (Kong et al., 2016), khi không còn đủ nước để liên kết thì

chúng sẽ làm cho khối gel trở nên khô, cứng và dễ vỡ hơn. Tương tự lực cắt của khối gel cũng giảm 1,6 lần (gel bổ sung TBBT) hay giảm 1,1 lần (gel bổ

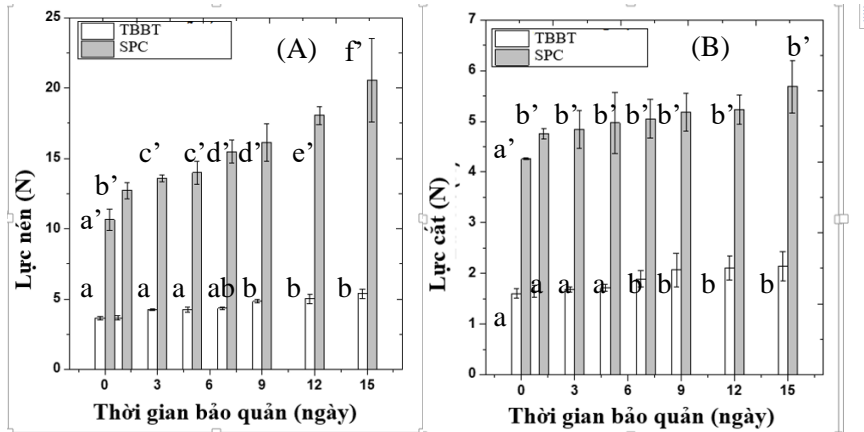
sung SPC) ở mốc thời gian sau 12 ngày bảo quản ở nhiệt độ ($0^{\circ}\text{C}\pm 1$).



Hình 1. Lực nén vỡ (A) và lực cắt (B) của gel thịt cá xay có bổ sung SPC và TBBT trước gia nhiệt theo thời gian bảo quản ở $0^{\circ}\text{C} \pm 1$

Hình 2 chỉ ra lực nén vỡ và lực cắt của mẫu sau gia nhiệt cho thấy xu hướng độ bền gel tăng lên theo thời gian bảo quản ở $0^{\circ}\text{C}\pm 1$. Lực ép nén của khối gel protein có bổ sung TBBT tăng không đáng kể ($p > 0,05$) và lực ép nén của khối gel protein có bổ sung SPC tăng đáng kể ($p < 0,05$) (từ 10,7 N lên 20,6 N) khi thời gian bảo quản tăng từ 0 ngày lên 15 ngày.

Lực ép nén tăng theo thời gian bảo quản thể hiện các liên kết tạo gel với chất đông tạo gel hoặc với protein càng nhiều giúp cho khối gel trở nên bền chắc, dẻo dai hơn theo thời gian bảo quản (Bách và ctv., 2021). Trong khi đó, lực cắt của khối gel tăng không đáng kể theo thời gian bảo quản đối với khối gel có bổ sung TBBT hay SPC.



Hình 2. Lực nén vỡ (A) và lực cắt (B) của gel thịt cá xay có bổ sung SPC và TBBT sau gia nhiệt theo thời gian bảo quản ở $0^{\circ}\text{C} \pm 1$

Ghi chú: Chữ cái khác nhau chỉ ra sự khác nhau có ý nghĩa ($p < 0,05$)

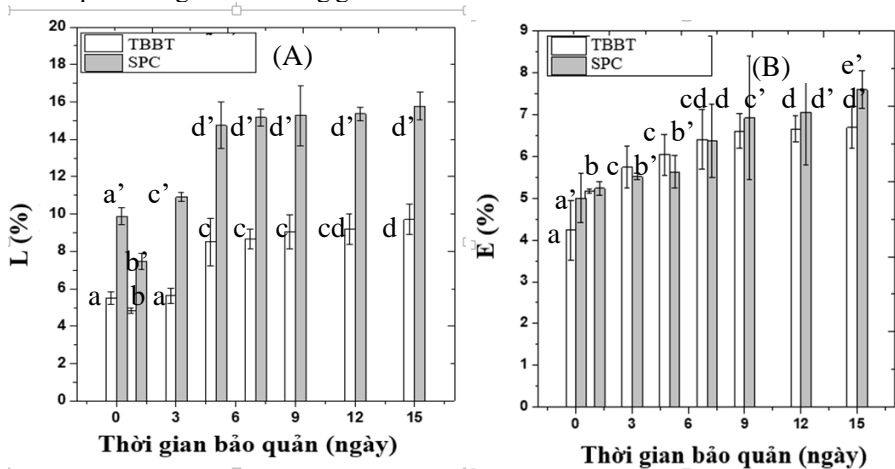
3.1.1. Sự hao hụt trọng lượng và cơ rút kích thước của gel protein thịt cá xay

Kết quả tỷ lệ hao hụt trọng lượng và cơ rút kích thước sau gia nhiệt của gel protein có bổ sung các chất đông tạo gel theo thời gian bảo quản ở $0^{\circ}\text{C}\pm 1$

được trình bày ở Hình 3. Sự kết hợp với chất đông tạo gel đã giúp cho cấu trúc khối gel chặt chẽ hơn. Tỷ lệ hao hụt trọng lượng của khối gel protein có bổ sung TBBT khoảng 5,5% và SPC khoảng 10% khi chưa bảo quản cho thấy ở thời điểm 0 ngày bảo quản các liên kết trong khối gel chưa hoàn thiện nên tỉ lệ

hao hụt trọng lượng lớn hơn sau 1 ngày. Sau 1 ngày bảo quản, tỷ lệ hao hụt trọng lượng tăng đáng kể ($p < 0,05$) đến 6 ngày bảo quản, điều này có thể giải thích là do các liên kết hydro trong khối gel yếu đi theo thời gian bảo quản làm giảm khả năng giữ nước

nên sau khi gia nhiệt tỉ lệ hao hụt tăng (Bách và ctv., 2021). Sau đó tỷ lệ hao hụt trọng lượng của khối gel có sự thay đổi không đáng kể tính đến 15 ngày bảo quản.



Hình 3. Tỷ lệ hao hụt trọng lượng (A) và co rút kích thước (B) của gel thịt cá xay có bổ sung SPC và TBBT sau gia nhiệt theo thời gian bảo quản ở 0°C±1

Ghi chú: Chữ cái khác nhau chỉ ra sự khác nhau có ý nghĩa ($p < 0,05$)

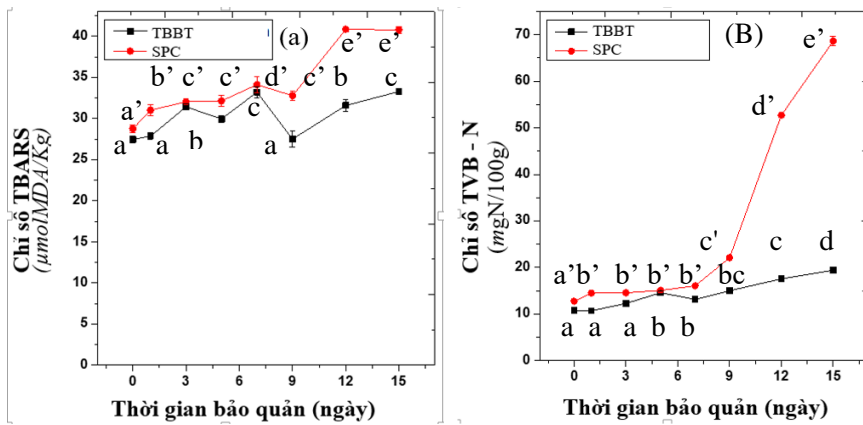
Tỷ lệ co rút kích thước của khối gel bổ sung TBBT và SPC đều tăng theo thời gian bảo quản ở 0°C±1 (Hình 3B). Mặc dù gel protein bổ sung tinh bột biến tính, tỷ lệ hao hụt trọng lượng cao hơn nhiều so với gel protein có bổ sung protein đậu nành nhưng độ co rút kích thước của gel bổ sung TBBT hay SPC tăng tương tự nhau. Do khi bổ sung tinh bột vào khối gel thì tinh bột sẽ nằm trong kết cấu mạng lưới protein thịt cá xay và hình thành liên kết hydro làm tăng khả năng giữ nước đồng thời cũng làm giảm sự co rút của khối gel khi gia nhiệt (Kong et al., 2016). Nguyên nhân có thể được giải thích là do theo thời gian bảo quản thì hiện tượng "modori" xảy ra, cấu trúc của gel lỏng lẻo mềm mại hơn (Hình 2), hiện tượng tách nước (do liên kết hydro yếu đi) diễn ra dễ hơn sau khi gel protein được gia nhiệt biến tính làm giảm khả năng giữ nước nên sự co rút kích thước tăng theo thời gian bảo quản.

3.2. Biến đổi thông số TBARS và TVB-N của gel protein thịt cá xay theo thời gian bảo quản (0°C±1)

Theo thời gian bảo quản lạnh ở nhiệt độ 0°C±1, giá trị TBARS của tất cả các mẫu tăng lên (Hình 4A). Đối với khối gel có bổ sung TBBT, giá trị TBARS ở ngày thứ 9 là 27,5 μmol MDA/kg, giảm nhẹ so với ngày thứ 7 là 33,2 μmol MDA/kg. Khối gel bổ sung SPC cũng có sự giảm nhẹ ở ngày thứ 9 là 32,8 μmol MDA/kg so với ngày thứ 7 là 34,1

μmol MDA/kg. Ở nhiệt độ 0°C±1, mẫu đối chứng bảo quản từ 1 ngày đến 15 ngày không có sự thay đổi giá trị TBARS nhiều, ở ngày 1 giá trị TBARS là 33,2 μmol MDA/kg, đến ngày 15 là 33,4 μmol MDA/kg. Khi bổ sung TBBT và SPC bảo quản sau 1 ngày có giá trị TBARS lần lượt là 27,5 μmol MDA/kg và 28,8 μmol MDA/kg nhỏ hơn mẫu đối chứng nhưng sau khi bảo quản 15 ngày thì giá trị TBARS tăng cao đáng kể so với mẫu mới chuẩn bị chưa bảo quản ($p < 0,05$).

Kết quả xác định tổng hàm lượng nitơ bay hơi của mẫu thịt cá xay có bổ sung TBBT hoặc SPC theo thời gian bảo quản lạnh ở nhiệt độ 0°C±1 được thể hiện trên Hình 4B. Chỉ số TVB-N của gel protein có bổ sung TBBT và SPC đều tăng không đáng kể theo thời gian bảo quản dưới 9 ngày nhưng tăng đáng kể sau thời gian bảo quản này ($p < 0,05$), đặc biệt là mẫu gel có bổ sung SPC. Sau 15 ngày bảo quản, hàm lượng TVB-N của mẫu bổ sung TBBT và SPC lần lượt là 19,4 mgN/100 g và 68,6 mgN/100 g, trong khi đó mẫu đối chứng không sử dụng phụ gia là 15,6 mgN/100 g. Kết quả này chưa thể kết luận được khi bổ sung tinh bột biến tính giữ được độ tươi thịt cá xay tốt hơn mẫu bổ sung protein đậu nành hay không do hàm lượng TVB-N tăng cao đối với mẫu gel có bổ sung SPC cũng có thể từ chính nguồn protein đậu nành tạo ra.



Hình 4. Sự thay đổi chỉ số TBARS (A) và chỉ số TVB-N (B) của gel thịt cá xay có bổ sung SPC và TBBT theo thời gian bảo quản ở 0°C±1

Ghi chú: Chữ cái khác nhau chỉ ra sự khác nhau có ý nghĩa ($p < 0,05$)

4. KẾT LUẬN

Tinh bột biến tính và protein đậu nành làm tăng đáng kể tính ổn định của gel protein thịt sẫm cá ngừ vây vàng sau khi gia nhiệt. Tỷ lệ bổ sung các phụ liệu là 6% giúp gel protein thịt cá xay giữ được cấu trúc tốt; tỷ lệ hao hụt trọng lượng của gel protein sau khi gia nhiệt tăng từ 5 đến 8% (TBBT) và 10-15% (SPC); sự co rút kích thước tăng dao động từ 5 đến 7,5% cho cả gel bổ sung TBBT hay SPC sau 15 ngày bảo quản ở (0°C±1). Bên cạnh đó, chỉ số TBARS và

TVB-N tăng không đáng kể trong thời gian bảo quản dưới 9 ngày cho cả hai loại gel bổ sung TBBT và SPC và tới 15 ngày bảo quản ở 0°C±1 cho gel protein có bổ sung TBBT.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu xin gửi lời cảm ơn tới kỹ sư Phạm Thị Thu Hằng đã giúp đỡ trong việc chuẩn bị mẫu thí nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bách, N. T., Nguyễn, N. T., & Trung, T. S. (2021). Ảnh hưởng của tỷ lệ tinh bột biến tính, protein đậu tương đến độ cứng, hao hụt khối lượng và co rút kích thước của gel protein thịt sẫm cá ngừ vây vàng (*thunnus albacares*) xay. *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, 2, 8-16.

Batista, I. (1999). Recovery of proteins from fish waste products by alkaline extraction. *European Food Research and Technology*, 210(2), 84-89. <https://doi.org/10.1007/s002170050539>

Burgarella, J. C., Lanier, T. C., & Hamann D. D. (1985). Gel strength development during heating of surimi in combination with egg white or whey protein concentrate. *Journal of Food Science*, 50(6), 1595-1597. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1985.tb10541.x>

Bộ Thủy sản. (2004). *Thành phần hoá học và Biến đổi của cá sau khi chết. Cá tươi chất lượng và các biến đổi chất lượng*. Nhà xuất bản Nông nghiệp.

Chaijan, M., Panpipat, W., & Nisoa, M. (2016). Chemical deterioration and discoloration of semi-dried tilapia processed by sun drying and microwave drying. *Drying Technology*, 35(5), 642-649. <https://doi.org/10.1080/07373937.2016.1199565>

Chen, N., Zhao, M., Chassenieux, C., & Nicolai, T. (2016). Thermal aggregation and Gelatin of soy lobulin at neutral pH. *Food Hydrocolloid*, 61, 740-746. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.06.028>

Đức, T. V., & Minh, N. V. (2011). Ảnh hưởng của tinh bột biến tính đến chất lượng của surimi cá hổ bảo quản đông. *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, 3, 130-137.

Phương, N. T. L., Bội, V. N., & Chung, N. V. (2013). Nghiên cứu hoàn thiện công đoạn rửa và phối trộn phụ liệu trong quy trình sản xuất surimi từ cá Sơn Thóc. *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, 4(1), 126-132.

Trúc, T. T. T., Ngân, V. H., & Mười, N. V. (2016). Ảnh hưởng của muối và các phụ gia đến sự tạo gel và đặc tính cấu trúc của chả cá lóc đông lạnh. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 1, 122-130.

- Gerçekaslan, K. E. (2021). Hydration level significantly impacts the freezable-and unfreezable-water contents of native and modified starches. *Food Science and Technology*, 41(2), 426–431. <https://doi.org/10.1590/fst.04520>
- Hasanpour, F., Hoseini, E., Motalebi, A. A., & Darvish, F. (2012). Effects of Soy protein concentrate and Xanthan gum on physicochemical properties of Silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) surimi. *Iranian Journal of Fisheries Science*, 11(3), 518-530.
- Hong, Y. (1997). Effects of starch on rheological, microstructural, and color properties of surimi-starch gels. *Oregon State Univ.*, 1-118.
- Hiện, D. V., Thúy N. T. T., Huyền, T. T., & Bách, N. T. (2019). Ảnh hưởng của CMC, nhiệt độ và nồng độ agar đến độ nhớt của dung dịch, độ cứng gel agar. *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, 1, 22-29.
- Hiệp hội Cá ngừ Việt Nam . https://vinatuna.org.vn/fields_of_activity.php?submenu=102 (truy cập 20/7/2019)
- Kim, B. S., Oh, B. J., Lee, J. H., Yoon, Y. S., & Lee, H. I. (2020). Effects of various drying methods on physicochemical characteristics and textural features of yellow croaker (*Larimichthys polyactis*). *Foods*, 9, 196. <https://doi.10.3390/foods9020196>.
- Kong, W. Z., Feng, X. D., Yong., & Wang, Y., (2016). Effects of modified starches on the gel properties of Alaska Pollock surimi subjected to different temperature treatments. *Food Hydrocolloids*, 56, 20–28. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.11.023>
- Livingston, J. D., & Brown, D. W. (1981). The chemistry of myoglobin and its reactions. *Food Technology*, 35, 244-252.