

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 SẴM CÁ NGỪ VÂU VÀNG (*THUNNUS ALBACARES*) XAY

EFFECT OF MODIFIED STARCH, SOYBEAN PROTEIN ON HARDNESS, WEIGHT LOSS AND SIZE SHRINKAGE OF PROTEIN GEL OF MINCED YELLOWFIN (*THUNNUS ALBACARES*) TUNA DARK MUSCLE

Nguyễn Trọng Bách, Nguyễn Thế Nguyên, Trang Sĩ Trung

Khoa Công nghệ Thực phẩm, Trường Đại học Nha Trang

Tác giả liên hệ: Nguyễn Trọng Bách (Email: ntbachnt@ntu.edu.vn)

Ngày nhận bài: 16/06/2021; Ngày phản biện thông qua: 25/06/2021; Ngày duyệt đăng: 29/06/2021

TÓM TẮT

Dưới tác dụng của nhiệt, cơ thịt sẫm cá ngừ xay rời rạc, sự mất nước tăng cũng như giảm kích thước khối gel protein thịt cá xay. Nghiên cứu này tập trung đánh giá ảnh hưởng của một số chất đồng tạo gel (tinh bột biến tính (MS) và protein đậu tương (SPC)) đến độ cứng, sự hao hụt khối lượng và co rút kích thước của khối gel protein sau khi gia nhiệt. Kết quả nghiên cứu cho thấy có sự ảnh hưởng đáng kể của chất đồng tạo gel đến khả năng giữ nước cũng như sự hao hụt về kích thước khi gia nhiệt khối gel protein thịt cá xay. Ảnh hưởng của MS mạnh hơn của SPC, khả năng giữ nước có thể giảm khoảng 5 hay 6 lần và sự co rút kích thước giảm khoảng 2,6 hay 4,5 lần khi thịt cá xay được bổ sung 6% MS hay SPC. Độ cứng của khối gel protein thịt cá xay tăng khi tăng tỷ lệ chất đồng tạo gel bổ sung. SPC hỗ trợ tăng độ cứng của gel protein tốt hơn MS, độ cứng có thể tăng 4,8 lần hay 1,6 lần khi bổ sung 6% SPC hay MS.

Từ khóa: hao hụt khối lượng, lực nén, protein đậu tương, tinh bột biến tính, thịt sẫm cá ngừ

Abstract:

Under effect of heat, the tuna dark muscle becomes loose, increasing of water-loss as well as reducing the size of protein gel of minced dark muscle. This study evaluated the effect of some co-gelators (modified starch (MS) and soybean protein (SPC)) on hardness, weight-loss and size-shrinkage of protein gel after heating. The research results show that there is a significant influence of the co-gelator on the water holding capacity or the size-loss of heat-induced protein gel. The influence of MS is stronger than that of SPC, the water holding capacity can be reduced by about 5 or 6 times and the size-shrinkage is reduced by about 2.6 or 4.5 times with an added rate of MS or SPC of 6%. The hardness of protein gel increased with increasing of added co-gelator. SPC was better than MS on the hardness of protein gel, the hardness can be increased 4.8 times or 1.6 times when adding 6% SPC or MS.

Keywords: breaking force, modified starch, soy protein, tuna dark muscle, weight-loss

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sản phẩm chế biến thủy sản từ cá ngừ đại dương là một trong số những sản phẩm chủ đạo trong chế biến xuất khẩu thủy sản Việt Nam, theo Hiệp hội chế biến và xuất nhập khẩu thủy sản Việt Nam (VASEP) thì tại Việt Nam chế biến cá ngừ đại dương chỉ đứng sau chế biến tôm và cá da trơn. Ngành khai thác, chế biến thủy sản nói chung và cá ngừ nói riêng ngày càng phát triển kéo theo việc một lượng lớn

phụ phẩm từ nguyên liệu cá ngừ được thải ra từ các nhà máy chế biến. Phụ phẩm này bao gồm đầu, xương, vây, thịt vụn, nội tạng... chiếm 50% nguyên liệu ban đầu, đặc biệt đó là một lượng cơ thịt sẫm bị loại bỏ có thể chiếm đến 20% tổng trọng lượng của nguyên liệu [6]. Tuy nhiên lượng thịt sẫm này chỉ được sử dụng làm thức ăn chăn nuôi hoặc làm phân bón với giá thành thấp đang gây ra sự lãng phí rất lớn.

Thịt cá xay có thể cấu trúc cơ thịt lỏng lẻo,

dễ vỡ toi và mất nước khi gia nhiệt. Nhằm khắc phục nhược điểm đó, việc nghiên cứu bổ sung muối ăn, sorbitol, các muối photphat đã tăng khả năng tạo gel và giữ nước của gel protein thịt cá xay [3]–[5]. Hoặc dùng các phụ liệu như gelatin [4]; lòng trắng trứng [7][15], tinh bột biến tính [1] [10][11] [14]–[16] và protein đậu tương [13] [15] [17][18] cũng được bổ sung để làm tăng tính chất cơ lý, khả năng giữ nước của surimi hay thịt cá xay.

Các nghiên cứu trong nước được tiến hành trên cá nước ngọt (cá rô phi, cá lóc, cá hồng) hay một số loài cá biển (cá hổ, cá sơn thóc, cá nục, cá trích, cá sòng). Kết quả nghiên cứu cho thấy việc sử dụng 1-1,5% NaCl vào thịt cá lóc xay có khả năng giữ nước đến 68% và lực nén có thể đạt hơn 542 gram [5]. Nguyễn Văn Hiếu (2020) đã sử dụng 2% NaCl trong chế biến chả cá nục, cá hồng và cá trích; kết quả sản phẩm chả cá diêu hồng có cường độ gel cao nhất đạt $301,07 \pm 0,22$ (g.cm). Kết hợp việc xử lý rửa dùng NaCl kết hợp với 4% sorbitol, 0,4% gelatin và 2% tinh bột sẽ giúp cho surimi cá rô phi đạt chất lượng cảm quan cao và có độ bền gel đạt tới 806 (g.cm) được nghiên cứu bởi Lê Hoàng Phương và cộng sự (2021) [4]. Trong khi đó các nghiên cứu về surimi ngoài nước, các nhà khoa học tập trung thử nghiệm sử dụng các chất đồng tạo gel như tinh bột biến tính hay protein đậu tương nhằm giúp cho surimi/thịt cá xay tăng độ bền gel, hạn chế sự mất nước,.... Wenjun Kong và cộng sự (2016) đã nghiên cứu ảnh hưởng của tinh bột biến tính đến khả năng giữ nước và lực phá vỡ surimi cá minh thái Alaska, kết quả chỉ ra lực phá vỡ surimi sau gia nhiệt tăng 1,3-1,5 lần so với mẫu không bổ sung tinh bột; khả năng giữ nước của mẫu có tinh bột cũng tốt hơn [16]. Ali Jafarpour và cộng sự (2012) đã nghiên cứu so sánh ảnh hưởng của tinh bột biến tính và protein đậu tương đến tính chất chức năng và khả năng giữ nước của surimi cá chép. Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra tinh bột có khả năng hỗ trợ giữ nước và độ bền gel tốt hơn protein đậu tương. Ảnh hưởng tương tự của protein đậu tương đến khả năng giữ nước và độ vững chắc của gel surimi cá minh thái Alaska và cá chép

được nghiên cứu bởi Yongkang Luo và cộng sự (2004) [17] hay trên đối tượng cá mè trắng của Hasanpour và cộng sự (2012) [13].

Như vậy, ngay cả phần thịt trắng của cá cũng có những hạn chế về độ dai chắc, khả năng giữ nước khi xay nhuyễn làm chả cá hay chế biến thành surimi. So với cơ thịt trắng thì cơ thịt sẫm cá ngừ khi gia nhiệt cơ thịt cũng lỏng lẻo, khả năng mất nước cũng rất cao, ngoài ra màu sắc sẫm xấu, do vậy mà khả năng ứng dụng của nguồn nguyên liệu này rất hạn chế. Trong thực tế, nguồn thịt sẫm này đã được phát triển thành những sản phẩm tẩm sấy ăn liền trực tiếp, tuy nhiên dạng sản phẩm này rất kén người dùng do màu sắc tối sẫm của nó. Trong khi đó hướng nghiên cứu để phát triển thành các sản phẩm khác dòng chả cá hay surimi chưa được quan tâm. Ở nghiên cứu này chúng tôi tập trung xem xét ảnh hưởng của tỷ lệ tinh bột biến tính hoặc protein đậu tương đến tính chất cơ lý, sự hao hụt khối lượng và co rút kích thước của gel protein của thịt cá xay sau khi gia nhiệt.

II. NGUYÊN VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu và hóa chất

2.1.1. Nguyên vật liệu

Thịt sẫm cá ngừ vây vàng được cung cấp bởi Công ty TNHH Hải Vương, Khánh Hòa. Chúng được cấp đông dạng block 5 kg trong bao gói PA hút chân không và luôn giữ bảo quản ở nhiệt độ $-20^{\circ}\text{C} \pm 2$. Tinh bột biến tính được sản xuất từ khoai mì (MS, lô sản xuất No. R002-18) là sản phẩm của công ty TNHH Sangan Wongse Starch (Thái Lan). Protein đậu tương (SPC, Solcon S; Spec No: FP-317) là sản phẩm của công ty CHS Ltd (Trung Quốc) có hàm lượng protein chiếm 88% (Nx6,25).

2.1.2. Hóa chất

Hóa chất axit axetic được dùng để khử mùi cá của hãng Xilong Scientific, Trung Quốc.

2.2. Phương pháp nghiên cứu và xử lý số liệu

2.2.1. Chuẩn bị mẫu

Thịt sẫm cá ngừ vây vàng đang ở nhiệt độ -20°C được xay nhỏ ở mắt sàng 5 mm, sau đó được rửa bằng nước đá lạnh khoảng 4°C (cá/nước = 1/4) trong 3 phút; lọc loại nước rồi rửa

trong 5 phút bằng dung dịch axit axetic 0,03% (cá/dung dịch axit axetic =1/4); cuối cùng rửa lại bằng nước lạnh 4 °C (cá/nước =1/4) trong 3 phút. Thịt cá được vắt ép ráo nước đến độ ẩm khoảng 76%, sau đó được phối trộn với protein đậu tương hoặc tinh bột biến tính với tỷ lệ khối lượng so với khối lượng tổng từ 1-8%. Hỗn hợp phụ liệu và thịt cá xay được quét trong vòng 10 phút bằng máy quét với tốc độ vòng quay của dao quét là 2800 vòng/phút. Hỗn hợp thịt cá và phụ liệu khi quét luôn được duy trì

nhệt độ khoảng 4 °C±0,5 bởi lớp nước đá lạnh trong áo nước làm lạnh quanh cối xay quét. Sau đó mẫu được nặn cục hình trụ tròn bằng ống nhựa có đường kính trong 2,3 cm và cao 2 cm. Mẫu được bọc trong bao PE cột kín và giữ 15 giờ trong ngăn mát tủ lạnh được kiểm soát nhiệt độ 4 °C±0,5 trước khi đi phân tích các chỉ tiêu. Đối với mẫu gia nhiệt được thực hiện bằng cách đựng trong túi PE (đã xả khí) nhúng chìm 10 phút trong nước sôi, sau đó được làm lạnh nhanh bằng nước lạnh.



Hình 1. Thịt sẫm xay trước (trái) và sau khi rửa (phải)

2.2.2. Các phương pháp phân tích

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

Đo độ chắc thông qua "lực đâm xuyên" và "lực cắt" của gel protein của thịt cá xay theo phương pháp mô tả bởi Đinh Văn Hiện và cộng

sự (2019)[2]. Các mẫu gel (trước và sau khi gia nhiệt) hình trụ tròn bằng có đường kính 2,3 cm và cao 2 cm được tiến hành đo lực nén vỡ và lực cắt bằng thiết bị Rheometer CR-500DX tại nhiệt độ phòng.



Hình 2. Đầu đo lực nén vỡ (trái) và lực cắt (phải)

2.2.2.2. *Xác định sự hao hụt khối lượng sau khi gia nhiệt*

Mẫu được chuẩn bị sau khi giữ lạnh 15 giờ được xác định sự hao hụt khối lượng (L,%) sau khi gia nhiệt theo công thức như sau:

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

Trong đó:

m_1 : khối lượng mẫu trước khi gia nhiệt (g)

m_2 : khối lượng mẫu sau khi gia nhiệt (g)

2.2.2.3. *Xác định độ co rút kích thước sau khi gia nhiệt*

Sử dụng thước kẹp điện tử Mitutoyo 500 – 181 – 30 (0 – 150mm và độ chia 0,01mm) để đo đường kính của từng mẫu. Các mẫu được chuẩn bị sau khi giữ lạnh 15 giờ được xác định độ co rút kích thước (E,%) của khối gel sau khi gia nhiệt theo công thức như sau:

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

Trong đó:

d_1 : đường kính mẫu trước gia nhiệt (mm)

d_2 : đường kính mẫu sau khi gia nhiệt (mm)

2.2.3. *Phương pháp xử lý số liệu*

Các thí nghiệm được thực hiện 3 lần, kết quả thu được là giá trị trung bình của các lần đo. Xử lý số liệu phần mềm Microsoft Excel 2013 và vẽ biểu đồ bằng phần mềm Origin 8.0. 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.

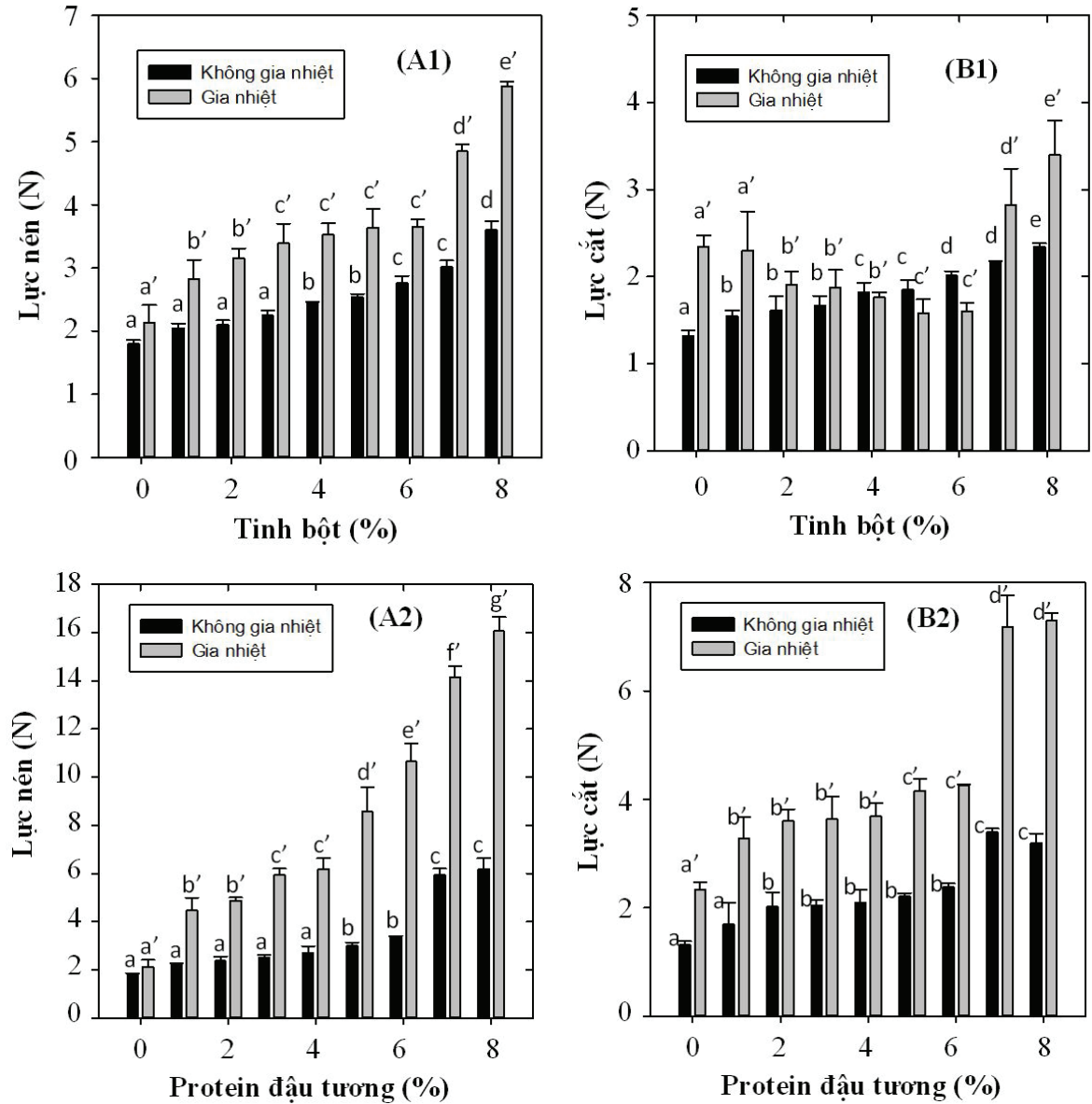
III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của tinh bột biến tính và protein đậu tương đến độ chắc của gel protein cá xay

Kết quả đo độ bền gel protein được trình bày tại hình 3 cho thấy lực nén của gel không gia nhiệt tăng nhẹ theo tỷ lệ phối trộn tinh bột biến tính. Độ bền gel protein cải thiện không đáng kể khi thêm 1-5% tinh bột biến tính, lực nén của mẫu gel protein tăng dần lần lượt là 2,05 N (1%), 2,1 N (2%), 2,25 N (3%), 2,45 N (4%), 2,54 N (5%) (Hình 3A1). Tại 6%, 7% và 8% lực nén tăng cao lần lượt là 2,76 N; 3,02 N; và 3,6 N.

Lực nén tăng dần vì khi bổ sung tinh bột biến tính càng nhiều thì các liên kết tạo gel với chính nó hoặc với protein càng nhiều giúp cho khối gel trở nên cứng hơn, dẻo dai hơn. Điều này chứng tỏ khả năng đồng tạo gel của tinh bột biến tính với protein thịt cá là rất cao. Đồng thời, đối với lực cắt của gel cũng tăng dần theo tỷ lệ phối trộn tinh bột biến tính. Khi tỷ lệ tinh bột phối tăng 8 lần thì lực cắt của gel tăng lên 1,5 lần (Hình 3B1).

Sau khi gia nhiệt, lực nén của khối gel cao hơn trước khi gia nhiệt do sự biến tính protein bởi nhiệt nên bền hơn, khó bị phá vỡ hơn. Độ bền gel protein cải thiện đáng kể khi thêm 1% tinh bột biến tính, trong khoảng tỷ lệ 1 – 8% lực nén của mẫu gel protein tăng dần và ổn định đến mẫu bổ sung 6% tinh bột (Hình 3A1). Nhưng ở tỷ lệ 7% và 8% thì lực nén tăng hơn 1,3 và 1,6 lần so với gel ở tỷ lệ 6% tinh bột bổ sung. Lực nén phá vỡ cấu trúc tăng tỷ lệ thuận với việc tăng tỷ lệ tinh bột biến tính sử dụng, nhưng tới một giới hạn nhất định nếu bổ sung vào quá nhiều thì việc giành các nút mạng lưới gel [16] sẽ cạnh tranh cao làm tăng liên kết chiếm các gốc nước có trong cấu trúc của gel làm cho khối gel trở nên cứng hơn, kết quả nghiên cứu tương tự như ảnh hưởng của tinh bột đối với cả cá lóc [5] hay surimi cá hổ [1]. Mặt khác, lượng tinh bột càng nhiều thì các phân tử amylose mạch ngang hình thành càng nhiều dẫn đến độ đàn hồi kém hơn. Đây cũng là lý do lực cắt của gel protein sau gia nhiệt có khuynh hướng giảm nhẹ so với mẫu đối chứng không sử dụng tinh bột (Hình 3B1), kết quả thu được tương ứng với nghiên cứu ảnh hưởng của tinh bột đối với surimi cá rô phi [4]; nhưng khi tinh bột sử dụng trên 6%, lực cắt tăng đáng kể trở lại so với mẫu đối chứng không dùng tinh bột ($p < 0,05$), lực cắt tương ứng 2,82 N (7%) và 3,4 N (8%) so với mẫu đối chứng là 2,3 N. Các liên kết ngang trong khối gel protein ban đầu giữa protein-protein cá cao hơn so với lúc bổ sung tinh bột biến tính, các liên kết tạo gel do tinh bột tạo ra lúc này ít chưa đủ nhiều để thắng lực liên kết gel của mẫu đối chứng. Tuy nhiên khi tiếp tục tăng như vậy thì sự cạnh tranh nước cho quá trình hydrat hóa càng mạnh và không đủ ở tỷ lệ tinh bột trên 6%. Do vậy trạng thái liên kết không còn bền chắc, dẻo dai mà lực cắt tăng lên do sự cản trở của tinh bột khô trong khối gel.



Hình 3. Ảnh hưởng của tinh bột biến tính/SPC đến lực nén vỡ (A1, A2) và lực cắt (B1, B2) của gel protein trước và sau gia nhiệt

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

Trong tự như ảnh hưởng của tinh bột, độ bền gel của gel protein trước và sau khi gia nhiệt tăng cùng với việc tăng bổ sung protein đậu tương và được trình bày ở hình 3A2 và 3B2. Tuy nhiên trong trường hợp không gia nhiệt việc hỗ trợ tạo gel của protein đậu tương chỉ tăng đáng kể khi bổ sung SPC trên 6%. Lực nén phá vỡ cấu trúc tăng gấp ba lần so với mẫu đối chứng (Hình 3A2). Nhưng dưới tác dụng

của nhiệt độ, sự ảnh hưởng của protein đậu tương thấy rõ ràng hơn. Lực nén cần để phá vỡ cấu trúc tăng mạnh và cao hơn nhiều đối với của gel protein không gia nhiệt. Lực nén của gel mẫu đối chứng (2,13 N) và tăng lên 4,48 N (tại SPC 1%). Trong khoảng tỷ lệ SPC từ 1 – 8%, lực nén tăng dần đều đáng kể (p<0,05), tại tỷ lệ 8% SPC bổ sung thì lực nén tăng 7,54 lần so với mẫu đối chứng. Điều này là do có

các liên kết ngang như liên kết kỵ nước hay hình thành các cầu sunphua [17] giữa protein cơ của cá với protein của đậu tương làm cho độ bền cơ lý tăng lên, ngoài ra lực ép nén tăng còn do lượng protein tổng thể tăng khi bổ sung protein đậu tương do đó thúc đẩy tương tác biến tính nhiệt tạo cấu trúc vững chắc. Tuy nhiên, ở tỷ lệ 7% trở lên sẽ làm tăng các liên kết tạo gel của SPC bên trong khối gel nên sẽ có sự cạnh tranh nước cao dẫn đến hiện tượng khô và khó định hình sau khi quết.

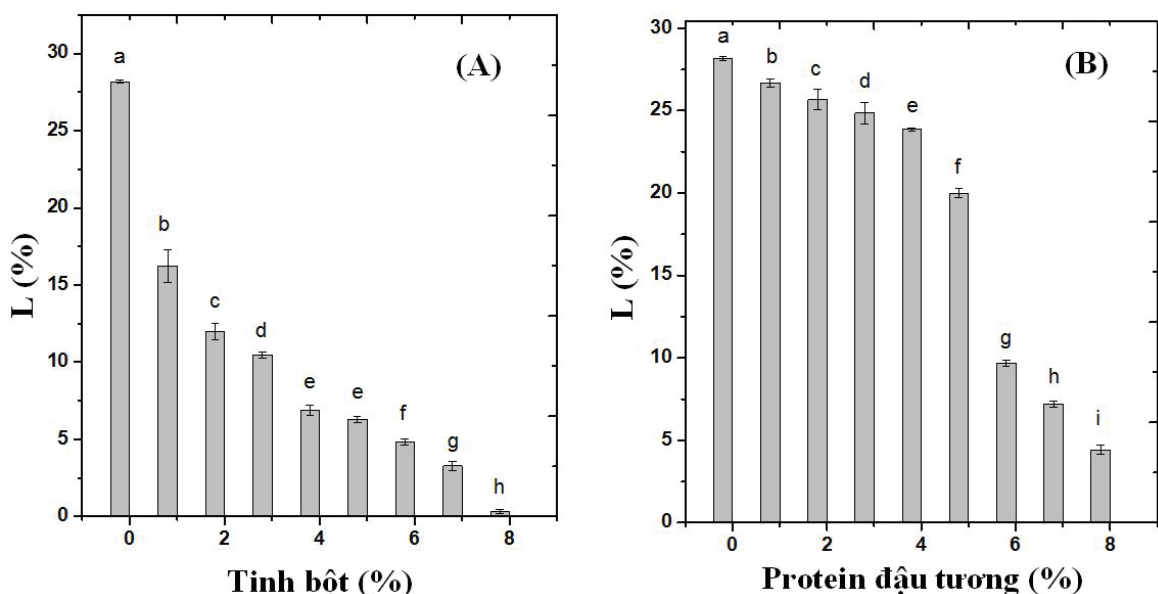
Khác với xu hướng biến đổi giá trị của lực nén phá vỡ cấu trúc gel protein, sau gia nhiệt lực cắt cũng tăng dần lên theo tỷ lệ SPC từ 1-6% nhưng không khác nhau nhiều (Hình 3B2). Điều này là do khi phối trộn với protein đậu tương có kích thước phân tử nhỏ, chúng thường nằm trong cấu trúc không gian của mạng lưới gel protein thịt cá xay (tương tự surimi), mặc dù chúng đồng tạo gel nhưng sự hình thành trạng thái chủ yếu là dạng thẳng (strand) hoặc microgel khi gia nhiệt [8] [9], chúng sẽ liên kết lấp đầy lỗ rỗng nhỏ của khối gel, khi cắt thường có cấu trúc bề mặt mịn do đó nên không thấy sự khác biệt lớn ở giá trị lực cắt. Ở tỷ lệ SPC bổ sung là 7 và 8% lực cắt tăng mạnh tới 7,18 N và 7,3 N, khoảng 1,8 lần so với lực cắt gel ở 6% SPC bổ sung. Nguyên

nhân là khi tăng tỷ lệ SPC thì các liên kết do bản thân SPC liên kết với protein cá tăng lên hoặc các liên kết với chính SPC tăng nhiều hơn so với các liên kết protein – protein của khối gel đối chứng nên giúp tạo nên cấu trúc chặt chẽ lực cắt cũng lớn hơn.

Khi so sánh ảnh hưởng của tinh bột biến tính với protein đậu tương (trong khoảng bổ sung 1-6%) đến độ chắc của gel protein, kết quả chỉ ra rằng ảnh hưởng của SPC cao hơn, lực cắt cũng như lực nén phá vỡ gel có bổ sung protein đậu tương cao hơn của gel protein có bổ sung tinh bột. Đối với gel không gia nhiệt, lực cắt và lực nén phá vỡ gel có SPC cao hơn 1,1-1,6 lần và 1,1-1,9 lần của gel bổ sung MS. Trong khi đó, gel bổ sung SPC biến tính nhiệt có lực cắt và lực phá vỡ cấu trúc cao hơn lần lượt là 1,4-2,7 lần và 1,5-2,9 lần của gel có bổ sung MS.

3.2. Ảnh hưởng của tinh bột biến tính và protein đậu tương đến sự hao hụt khối lượng của gel protein cá xay

Tinh bột biến tính là thành phần quan trọng có ảnh hưởng đến khả năng giữ nước của gel protein, nhiều công trình nghiên cứu đã chỉ ra rằng trong nhóm các polyme sinh học thì tinh bột có khả năng giữ nước rất cao [12]. Do đó so với mẫu đối chứng, tỷ lệ hao hụt khối lượng của gel protein có bổ sung tinh bột biến tính sau khi



Hình 4. Hao hụt khối lượng của gel protein có bổ sung tinh bột biến tính (A) và SPC (B)

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

gia nhiệt giảm mạnh (Hình 4A). Tỷ lệ này giảm khoảng 1,7 lần khi bổ sung 1% tinh bột và giảm gần 6 lần khi bổ sung 6% tinh bột. Điều này cho thấy khả năng giữ nước của tinh bột biến tính rất cao. Ở tỷ lệ 8% tinh bột biến tính được bổ sung, sự hao hụt rất nhỏ chỉ 0,3% do lượng nước trong mẫu không đủ cho quá trình hydrat hóa diễn ra. Do vậy mà mẫu gel protein biến tính tạo ra chưa hoàn thiện, đây là lý do lực cắt và lực phá vỡ khối gel tăng đột ngột ở tỷ lệ 7 và 8% tinh bột bổ sung (Hình 3B1, 3A1). Các kết quả nghiên cứu trong nước trên đối tượng chả cá lóc, surimi cá hổ cũng cho thấy khi tăng tỷ lệ tinh bột biến tính bổ sung thì tăng khả năng giữ nước và giảm hao hụt khối lượng [1], [5].

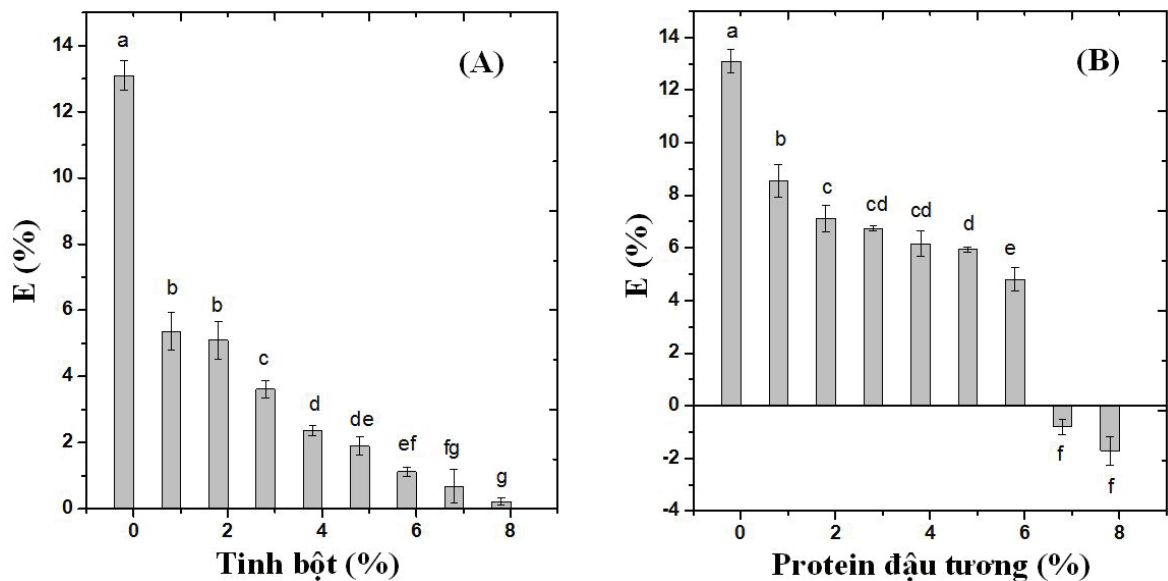
Khi xem xét sự hao hụt khối lượng của khối gel có bổ sung SPC, sự hao hụt khối lượng giảm dần vì SPC sử dụng là dạng bột nên khi phối trộn vào thịt cá xay chúng hút và giữ nước hình thành thể gel và biến tính nhiệt làm tăng độ bền gel (Hình 4B). Khi bổ sung SPC với tỷ lệ từ 1 – 5% vào thịt cá thì sự hao hụt khối lượng có khuynh hướng giảm dần so với mẫu đối chứng. Cụ thể, so với mẫu đối chứng (28,18%) thì hao hụt khối lượng tại tỷ lệ 1% SPC (26,68%) giảm khoảng 1,1 lần, với tỷ lệ 5% (19,99%) giảm 1,4 lần. Sự hao hụt khối lượng tiếp tục giảm khi tăng tỷ lệ SPC phối trộn, ở tỷ lệ 6% là 9,68%

giảm 2,9 lần so với mẫu đối chứng, ở 7% và 8% là 7,21% và 4,42%. Điều này có thể là do SPC hình thành mạng lưới gel kết hợp với bộ khung protein cá bởi các liên kết hóa lý yếu (liên kết hydro) nên khả năng giữ nước tăng dẫn đến hao hụt khối lượng giảm xuống khi tăng lượng SPC bổ sung.

Tinh bột biến tính và protein đậu tương khi bổ sung vào thịt cá xay đều hạn chế được sự mất nước của gel protein, nhưng MS có hiệu quả hỗ trợ chống mất nước tốt hơn SPC. Tỷ lệ hao hụt khối lượng của gel có SPC cao hơn của gel có MS khoảng 1,6 lần và 3,5 lần ở cùng 1% và 4% SPC hay MS bổ sung. Đặc biệt, ở cùng tỷ lệ 8%, thì gel bổ sung SPC có tỷ lệ hao hụt khối lượng cao gấp 13 lần so với mẫu gel thịt cá xay có bổ sung tinh bột biến tính.

3.3. Ảnh hưởng của tinh bột biến tính và protein đậu tương đến sự co rút kích thước của gel protein cá xay

Sự co rút kích thước của khối gel protein giảm khi phối trộn tinh bột biến tính và protin đậu tương được trình bày tại hình 5. Kết quả nghiên cứu cho thấy sự co rút kích thước của khối gel về đường kính giảm so với mẫu đối chứng, độ co rút có khuynh hướng giảm dần theo tỷ lệ tinh bột bổ sung vào (1– 8%), cụ thể ở mẫu đối chứng (13,1%) còn tại 1% (5,37%) thì



Hình 5. Sự co rút kích thước của gel protein có bổ sung tinh bột biến tính (A) và SPC (B) đến

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

độ co rút giảm rất đáng kể khoảng gần 2,5 lần; tại tỷ lệ 6% (1,12%) là giảm khoảng 11,7 lần. Còn ở tỷ lệ 7% và 8% độ co rút kích thước nhỏ tương ứng chỉ 0,68% và 0,21% (Hình 5A). Khi bổ sung tinh bột biến tính vào hỗn hợp thịt cá xay, tinh bột sẽ nằm trong kết cấu mạng lưới protein thịt cá [16], lúc này sẽ hình thành các liên kết hydro giữ nước tăng, đồng thời hiện tượng biến tính protein khi gia nhiệt các liên kết đồng tạo gel được hình thành tạo cấu trúc chặt chẽ với các liên kết gel của thịt cá xay dẫn đến sự co rút bề mặt khối gel giảm.

Việc bổ sung tinh bột khi đạt tới tỷ lệ đủ lớn có khả năng hấp thụ và giữ nước cho quá trình hydrat hóa. Ở những tỷ lệ tinh bột bổ sung thấp, bắt đầu hình thành với lượng nhỏ các liên kết để hấp thụ nước giúp làm giảm sự co rút kích thước khối gel. Dần dần lượng tinh bột bổ sung vào nhiều hơn tạo điều kiện để quá trình hydrat diễn ra mạnh mẽ hơn dẫn đến sự trương nở gia tăng về kích thước làm bề mặt mịn hơn và chắc chắn hơn. Đây chính là lý do làm giảm sự co rút bởi sự hút nước trương nở của tinh bột biến tính đã khắc phục sự co rút kích thước của protein thịt cá xay biến tính bởi nhiệt.

Đối với các gel protein thịt cá xay có phối trộn SPC, sự co rút về đường kính của khối gel giảm so với mẫu đối chứng, giá trị có khuynh hướng giảm dần theo tỷ lệ SPC bổ sung vào trong khoảng từ 1 – 6%. Tỷ lệ co rút giảm gần 1,5 lần khi bổ sung 1% SPC so với mẫu đối chứng (13,1% giảm còn 8,54%), giảm khoảng 1,9 lần và không có sự khác biệt lớn tại các tỷ lệ 2-5% SPC bổ sung, còn ở 6% giảm gần 2,8 lần. Tuy nhiên, có sự tăng kích thước đường kính khối gel ở tỷ lệ 7 và 8% SPC bổ sung. Điều này cho thấy khi bổ sung SPC vào thì việc hình thành các liên kết giữ nước tăng, đồng thời hiện tượng biến tính protein khi gia nhiệt thì các liên kết đồng tạo gel được hình thành tạo cấu trúc chặt chẽ với các liên kết gel của thịt cá xay

dẫn đến sự co rút bề mặt khối gel giảm. Khi tỷ lệ SPC lớn thì có sự ngậm nước tăng lên và hiện tượng hydrat hóa trương nở diễn ra mạnh mẽ dẫn đến việc gia tăng kích thước (Hình 5B).

Cũng tương tự sự hao hụt khối lượng, có sự ảnh hưởng khá lớn của tinh bột biến tính và protein đậu tương đến sự co rút kích thước khối gel protein sau khi gia nhiệt. Sự có mặt của các chất đồng tạo gel này làm giảm mạnh sự co rút kích thước, tác dụng giữ cấu trúc, hạn chế sự co rút khối gel của tinh bột tốt hơn đối với SPC. Ở tỷ lệ bổ sung từ 1-6%, tỷ lệ co rút của khối gel bổ sung SPC cao hơn từ 1,4-4,3 lần so với khối gel có bổ sung tinh bột ở cùng tỷ lệ. Tuy nhiên, khi tỷ lệ SPC hay MS bổ sung trên 6% thì gel protein thịt cá xay có bổ sung tinh bột sau khi gia nhiệt vẫn có hiện tượng co rút đường kính, trong khi đó khối gel bổ sung protein đậu tương lại có hiện tượng trương nở tăng kích thước.

IV. KẾT LUẬN

Tinh bột biến tính và protein đậu tương là những chất đồng tạo gel tiềm năng có tác dụng mạnh mẽ đến sự ổn định cấu trúc, làm tăng độ cứng gel protein thịt cá xay. Độ cứng có thể tăng 4,8 lần hay 1,6 lần khi bổ sung 6% SPC hay MS. SPC hỗ trợ tăng độ cứng của gel protein tốt hơn MS, Độ cứng gel có bổ sung SPC có thể cao hơn của mẫu đối chứng 2,9 lần trong khi đối với mẫu bổ sung MS chỉ là 1,9 lần. Khả năng giữ nước chống sự hao hụt khối lượng cũng như giảm sự co rút kích thước khối gel protein sau gia nhiệt của MS hay SPC khá tốt. Tỷ lệ bổ sung SPC hay MS lên đến 6% cho hiệu quả cao, trong đó MS có hiệu quả chống mất nước và co rút kích thước khối gel thịt cá xay tốt hơn mẫu gel bổ sung SPC.

Lời cảm ơn

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

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Thái Văn Đức và Nguyễn Văn Minh (2011), “Ảnh hưởng của tinh bột biến tính đến chất lượng của surimi cá hồ bảo quản đông” *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, vol. 3, tr. 130–137.

2. Đinh Văn Hiện, Nguyễn Thị Thanh Thúy, Trần Thị Huyền và Nguyễn Trọng Bách (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*, vol. 1, tr. 22–29.
3. Nguyễn Thị Lê Phương, Vũ Ngọc Bội, và Nguyễn Văn Chung (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*, vol. 4, no. 1, tr. 126–132.
4. Lê Hoàng Phương, Trương Thị Thúy Trân và Nguyễn Văn Thành (2021), “Nghiên cứu hoàn thiện quy trình sản xuất Surimi từ cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) tại Kiên Giang,” *Tạp chí Công thương*, tr. 1–13.
5. Trần Thanh Trúc, Võ Hoàng Ngân và Nguyễn Văn Mười (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*, vol. 1, tr. 122–130.

Tiếng Anh

6. Batista I. (1999), “Recovery of proteins from fish waste products by alkaline extraction”, *Eur. Food Res. Technol.*, vol. 210, no. 2, pp. 84–89.
7. Burgarella J. C., Lanier T. C., and Hamann D. D. (1985), “Gel strength development during heating of surimi in combination with egg white or whey protein concentrate”, *J. Food Sci.*, vol. 50, no. 6, pp. 1595–1597.
8. Chen N., Zhao M., Chassenieux C., and Nicolai T. (2016), “Thermal aggregation and gelation of soy globulin at neutral pH”, *Food Hydrocoll.*, vol. 61, pp. 740–746.
9. Chen N., Chassenieux C., and Nicolai T. (2018), “Kinetics of NaCl induced gelation of soy protein aggregates: Effects of temperature, aggregate size, and protein concentration”, *Food Hydrocoll.*, vol. 77, no. September, pp. 66–74.
10. Fan M., Hu T., Zhao S., Xiong S., Xie J., and Huang Q. (2017), “Gel characteristics and microstructure of fish myofibrillar protein/cassava starch composites”, *Food Chem.*, vol. 218, pp. 221–230.
11. Fogaça F. H., Sant’Ana L. S., Lara J. A. F., Mai A. C. G., and Carneiro D. J. (2015), “Restructured products from tilapia industry byproducts: The effects of tapioca starch and washing cycles”, *Food Bioprod. Process.*, vol. 94, no. July, pp. 482–488.
12. Gerçekaslan K. E. (2021), “Hydration level significantly impacts the freezable-and unfreezable-water contents of native and modified starches”, *Food Sci. Technol.*, vol. 41, no. 2, pp. 426–431.
13. Hasanpour F., Hoseini E., Motalebi A. A., and Darvish F. (2012), “Effects of Soy protein concentrate and Xanthan gum on physical properties of Silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) surimi”, *Iran. J. Fish. Sci.*, vol. 11, no. 3, pp. 518–530.
14. Hong Y. (1997), “Effects of starch on rheological, microstructural, and color properties of surimi- starch gels”, *Oregon State Univ.*, pp. 1–118.
15. Jafarpour M. R. aie A., Habib-Allah Hajiduon (2012), “A comparative study on effect of egg white, soy protein isolate and potato starch on functional properties of common carp (*Cyprinus carpio*) surimi gel”, *Food process. Technol.*, vol. 3, no. 11, pp. 1–6.
16. Kong W., Zhang, Feng T., Xue D., Yong and Wang Y., Li Z. (2016), “Effects of modified starches on the gel properties of Alaska Pollock surimi subjected to different temperature treatments”, *Food Hydrocoll.*, vol. 56, pp. 20–28.
17. Luo Y., Kuwahara R., Kaneniwa M., Murata Y., and Yokoyama M. (2004), “Effect of soy protein isolate on gel properties of Alaska pollock and common carp surimi at different setting conditions”, *J. Sci. Food Agric.*, vol. 84, no. 7, pp. 663–671.
18. Yasumatsu K., Misaki M., Tawada T., Sawada K., Toda J., and Ishii K. (1972), “Utilization of soybean products in fish paste products”, *Agric. Biol. Chem.*, vol. 36, no. 5, pp. 737–744.