

# CHIẾT TÁCH COLLAGEN VÀ HYDROXYAPATITE TỪ VẢY CÁ TRẮM CỎ (*CTENOPHARYNGODON IDELLA*) VÀ VẢY CÁ TRÔI (*LABEO ROHITA HAMILTON*)

EXTRACTION OF COLLAGEN AND HYDROXYAPATITE FROM *CTENOPHARYNGODON IDELLA*  
AND *LABEO ROHITA HAMILTON* SCALES

Nguyễn Thị Kim An<sup>1,\*</sup>,  
Phạm Thị Thắm<sup>1</sup>, Ngũ Trường Nhân<sup>2</sup>

DOI: <http://doi.org/10.57001/huih5804.2025.191>

## TÓM TẮT

Collagen và hydroxyapatite (HAp) là hai hợp chất có nhiều ứng dụng quan trọng trong các lĩnh vực như y sinh, công nghệ thực phẩm và vật liệu sinh học. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã khảo sát quá trình chiết tách collagen và HAp từ vảy của hai loài cá nước ngọt: cá trắm cỏ (*Ctenopharyngodon idella*) và cá trôi (*Labeo rohita*). Cả hai loại vảy cá được áp dụng quy trình xử lý hóa học tương tự nhau để loại bỏ protein phi collagen, thu hồi HAp và chiết xuất collagen ở 25°C. Collagen thu được từ hai loại vảy cá được đánh giá bằng các phương pháp FTIR, SEM và EDX. Kết quả cho thấy hai loại collagen có đặc điểm hóa lý tương đồng, mặc dù hiệu suất thu HAp và collagen có một chút khác biệt. Theo đó, vảy cá trắm cỏ cho hiệu suất collagen cao hơn ( $1,80 \pm 0,003\%$ ) so với vảy cá trôi ( $1,55 \pm 0,002\%$ ), trong khi vảy cá trôi cho hiệu suất HAp cao hơn ( $33,5 \pm 1,4\%$  và  $29,2 \pm 0,7\%$ ). Kết quả nghiên cứu cho thấy vảy cá trắm cỏ và vảy cá trôi, vốn là phụ phẩm thường bị bỏ đi khi chế biến cá, là nguồn nguyên liệu tiềm năng để sản xuất collagen và HAp.

**Từ khóa:** Cá trắm cỏ, cá trôi, *Ctenopharyngodon idella*, *Labeo rohita*, collagen, HAp.

## ABSTRACT

Collagen and hydroxyapatite (HAp) are two compounds with numerous important applications in fields such as biomedical science, food technology, and biomaterials. In this study, the extraction of collagen and HAp from the scales of two freshwater fish species: grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) and rohu (*Labeo rohita*) was investigated. Similar chemical treatment procedures were applied to both types of fish scales to remove non-collagenous proteins, recover HAp, and extract collagen. The obtained collagen was analyzed using FTIR, UV-Vis, SEM, and EDX techniques. The results showed that both types of collagen exhibited similar chemical characteristics, although differences were observed in extraction yields. According to the research, grass carp scales produced more collagen ( $1.8 \pm 0.003\%$ ) than rohu scales ( $1.55 \pm 0.002\%$ ), while rohu scales yielded a higher amount of HAp ( $33.5 \pm 1.4\%$  vs.  $29.2 \pm 0.7\%$ ). The research results indicated that grass carp and rohu fish scales, which are commonly discarded as by-products during fish processing, represented promising raw materials for the production of collagen and hydroxyapatite (HAp).

**Keywords:** Grass carp, rohu, *Ctenopharyngodon idella*, *Labeo rohita*, collagen, HAp.

<sup>1</sup>Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

<sup>2</sup>Khoa Hóa học, Trường Đại học Tây Nguyên

\*Email: [annk\\_cnh@hauai.edu.vn](mailto:annk_cnh@hauai.edu.vn)

Ngày nhận bài: 14/02/2025

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 21/5/2025

Ngày chấp nhận đăng: 28/5/2025

## 1. GIỚI THIỆU

Collagen là loại protein chiếm tỷ lệ cao trong các mô liên kết của sinh vật như da, xương, gân và dây chằng [1]. Trong khi đó, hydroxyapatite (HAp) là khoáng chất với công thức  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , có cấu trúc giống với xương và răng người, được ứng dụng rộng rãi trong y sinh, đặc biệt trong lĩnh vực cấy ghép xương và nha khoa. Việc tối ưu hóa khai thác các nguồn nguyên liệu thay thế từ phế phẩm thủy sản là xu hướng nghiên cứu tiên tiến nhằm giảm chi phí nguyên liệu, tăng hiệu quả sử dụng tài nguyên.

Vây cá là nguồn collagen loại I tự nhiên kết hợp với HAp, tạo nên một vật liệu sinh học bền chắc. Khi được thủy phân thành collagen peptide, các phân tử trở nên siêu nhỏ, dễ thẩm thấu sâu vào da và mang theo hàm lượng cao các acid amin thiết yếu như glycine, proline và hydroxyproline. Nhờ đó, collagen peptide từ vây cá không chỉ giúp cải thiện độ ẩm, độ đàn hồi mà còn làm chậm quá trình hình thành nếp nhăn, mang lại làn da săn chắc và tươi trẻ. Mặc dù khó chiết xuất hơn collagen từ da cá, nhưng với nhiệt độ biến tính gần bằng nhiệt độ cơ thể ( $40,1^\circ\text{C}$ ), collagen vây cá thể hiện hoạt tính sinh học vượt trội và tiềm năng ứng dụng cao trong lĩnh vực chăm sóc da và y sinh [2].

Cá trắm cỏ *Ctenopharyngodon idella* (*C. idella*) là loài cá bản địa vùng Đông Á, được nuôi phổ biến tại Trung Quốc, Việt Nam, Ấn Độ và nhiều quốc gia Đông Nam Á [3-5]. Chúng có tốc độ sinh trưởng nhanh, dễ nuôi và thức ăn chủ yếu là thực vật thủy sinh [6]. Cá trôi *Labeo rohita* Hamilton (*L. rohita*), còn gọi là cá trôi Ấn Độ, là loài cá nuôi nước ngọt quan trọng tại Ấn Độ, có giá trị kinh tế cao [7-9]. Cá trắm cỏ và cá trôi được ưa chuộng ở thị trường Việt Nam do thịt cá trắng, thơm ngon, ít xương dăm, giá thành hợp lý, phù hợp với khẩu vị đa số người tiêu dùng [10]. Ngoài ra, hai loài cá này có khả năng thích nghi tốt với nhiều điều kiện ao hồ, dễ nuôi, ít dịch bệnh và thời gian sinh trưởng nhanh, giúp nông dân tối ưu chi phí và tăng hiệu quả kinh tế trong mô hình nuôi trồng thủy sản [11].

Theo một số mô hình thực tế, năng suất nuôi cá trắm cỏ dao động khoảng 10 - 20 tấn/ha [12], trong khi cá trôi thường được nuôi xen canh với sản lượng thấp hơn, trung bình từ 0,5 - 1 tấn/ha tùy điều kiện chăm sóc [13]. Hiện nay chưa có thống kê toàn quốc chính thức, tuy nhiên lượng vây cá được ước tính chiếm khoảng 1 - 2% trọng lượng cơ thể cá [14]. Như vậy, với mỗi tấn cá thu hoạch, có thể thu được từ 10 đến 20kg vây cá, tạo nguồn nguyên liệu tiềm năng cho các nghiên cứu tái chế và sản xuất sản phẩm giá trị gia tăng như collagen, gelatin, hoặc HAp [14-16]. Việc tận dụng phế phẩm này không chỉ giúp nâng

cao giá trị của các loài cá mà còn góp phần làm giảm ô nhiễm môi trường.

## 2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Nguyên liệu vây cá

Vây cá trắm cỏ (*C. idella*) và vây cá trôi (*L. rohita*) được thu thập từ các chợ trong khu vực quận Bắc Từ Liêm. Sau khi thu gom, vây cá được rửa bằng nước sạch, sau đó rửa lại bằng nước cất, để ráo và bảo quản trong ngăn đá tủ lạnh. Mẫu tiêu bản vây cá trắm cỏ và cá trôi được lưu trữ tại Nhà B5 - Khoa Công nghệ Hóa - Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.

### 2.2. Xử lý vây cá thu HAp và collagen

Vây cá được xử lý theo các bước cải tiến dựa trên quy trình đã được công bố bởi các nhóm nghiên cứu của Akkasit Jongjareonrak [16] và Nguyễn Thúy Chinh [17].

#### 2.2.1. Xử lý kiềm loại protein phi collagen

Thành phần phi collagen trong phụ phẩm cá bao gồm lipid, khoáng, sắc tố và protein không phải là collagen. Tùy theo thành phần hóa học của từng loại nguyên liệu mà áp dụng các phương pháp xử lý khác nhau. Cơ sở để lựa chọn dung dịch NaOH xử lý phi collagen trên vây cá trắm cỏ/vây cá trôi là dung dịch NaOH có khả năng loại bỏ các protein không phải là collagen, lipid và khoáng trên vây cá. Trong nghiên cứu này, 20g vây cá mỗi loại được ngâm trong dung dịch NaOH nồng độ 0,5M, tỉ lệ thể tích dung dịch/ khối lượng vây cá (v/w) là 15/1, thời gian ngâm là 24h ở nhiệt độ phòng ( $25^\circ\text{C}$ ).

#### 2.2.2. Xử lý acid thu hydroxyapatite (HAp)

Vây cá trắm cỏ/ vây cá trôi sau khi đã loại bỏ protein phi collagen, chất béo, tạp chất được rửa sạch với nước cất tới pH = 7. Ngâm vây cá trong dung dịch acid HCl 1M với tỉ lệ dung dịch/nguyên liệu là 10:1 (v/w) trong 30 phút ở nhiệt độ phòng  $25^\circ\text{C}$  để loại bỏ HAp. Lọc tách vây thu được dung dịch acid chứa HAp.

Cho từ từ NaOH khan vào dịch lọc đến pH = 10 - 11 để kết tủa HAp dưới dạng bột màu trắng. HAp thu được bằng cách lọc trên phễu lọc gắn với bơm hút chân không, sau đó được rửa bằng nước cất đến pH trung tính. Sau đó, lọc HAp trên giấy lọc, sấy khô ở  $150^\circ\text{C}$  trong 12 giờ thu được bột HAp khô. Hiệu suất thu HAp được tính theo công thức dưới đây:

$$\text{Hiệu suất thu HAp (\%)} = \frac{m_{\text{HAp}} \text{ (g)}}{m_{\text{vây cá}} \text{ (g)}} \times 100$$

#### 2.2.3. Chiết tách collagen bằng dung dịch acid

Vây cá thu được sau khi loại HAp được đem đi rửa sạch với nước cất lạnh đến pH = 7. Ngâm vây trong dung dịch

acid CH<sub>3</sub>COOH 0,5M với tỉ lệ dung dịch/ nguyên liệu là 10:1 (v/w), khuấy liên tục trong 24 giờ ở nhiệt độ phòng 25°C, tốc độ khuấy 500 vòng/phút để chiết collagen. Lọc tách vảy cá thu được dịch chiết acid của collagen.

#### 2.2.4. Kết tủa và tinh chế collagen

Ngâm dịch chiết trong nước đá cho đến khi đạt nhiệt độ 4°C. Cho từ từ lượng muối ăn NaCl vào dịch chiết collagen đã được làm lạnh tới khi nồng độ muối đạt khoảng 2M để collagen kết tủa bông trắng và nổi lên trên mặt dung dịch. Để yên khoảng 30 phút cho collagen kết tủa hết, sau đó lấy phần kết tủa bông cho vào ly tâm, loại bỏ phần dung dịch để thu collagen thô. Collagen thô được tinh chế bằng cách hòa tan vào dung dịch CH<sub>3</sub>COOH 1M cho đến khi tan hoàn toàn, tiếp tục làm lạnh dung dịch collagen, sau đó cho muối vào để kết tủa, ly tâm kết tủa để thu collagen. Quá trình tinh chế được lặp lại 3 lần, kết quả thu được collagen tinh chế.

#### 2.2.5. Thẩm tích collagen tinh chế

Collagen tinh chế được cho vào túi thẩm tích (cut off 10 kDa), ngâm trong dung dịch CH<sub>3</sub>COOH 0,1M có khuấy từ trong 24h ở nhiệt độ phòng, sau đó tiếp tục ngâm trong nước để ion có khuấy từ trong 24h ở nhiệt độ phòng, thay dung dịch ngâm sau mỗi 2 - 3h. Collagen sau khi thẩm tích được cho vào đĩa petri và đông khô trên máy đông khô Eyla freeze dryer FD550P (Tokyo Rikakikai Co., Ltd., Japan) để thu collagen khô. Hiệu suất thu collagen được tính theo công thức dưới đây:

$$\text{Hiệu suất thu collagen (\%)} = \frac{m_{\text{collagen tinh chế (g)}}}{m_{\text{vây cá (g)}}} \times 100$$

#### 2.2.6. Xử lý số liệu

Mỗi quá trình thí nghiệm đối với một loại vảy được lặp lại 5 lần. Các số liệu nghiên cứu được biểu diễn dưới dạng  $\bar{X} \pm SD$ , xử lý thống kê theo thuật toán thống kê thích hợp bằng phần mềm Microsoft Excel 2010 và SPSS 22.0. Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với  $p < 0,05$ .

### 2.3. Nghiên cứu hình thái cấu trúc và một số tính chất hóa lý của collagen

#### 2.3.1. Phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR)

Phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR) được thực hiện bằng máy quang phổ Tensor 27 (Bruker, Đức) tại Viện Hóa học - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Độ hấp thụ được phân tích trong khoảng số sóng từ 4000 - 400cm<sup>-1</sup> với độ phân giải 2cm<sup>-1</sup>. Mỗi phổ được thu nhận bằng cách trung bình 32 lần quét ở chế độ hấp thụ.

#### 2.3.2. Kính hiển vi điện tử quét (SEM)

Phân tích SEM giúp đánh giá cấu trúc vi mô, độ xốp và hình thái sợi collagen sau khi chiết tách, từ đó cung cấp

thông tin quan trọng về cấu trúc hình thái và sự liên kết giữa các sợi collagen. Hình thái bề mặt của các mẫu collagen được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường (FESEM, S-4800, Hitachi, Nhật Bản) tại Viện Khoa học Vật liệu - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

#### 2.3.3. Phổ tán xạ năng lượng tia X (EDX)

Kỹ thuật EDX thường được tích hợp trong kính hiển vi điện tử SEM, cho phép phân tích đồng thời hình thái và thành phần hóa học của mẫu collagen. Phổ EDX giúp xác định sự có mặt và hàm lượng của các nguyên tố như C, N, O, P, Ca,..., qua đó đánh giá mức độ tinh khiết hoặc khoáng hóa của collagen chiết tách. Phổ EDX được thực hiện bằng đầu dò Horiba 7593-H (Kyoto, Nhật Bản) tích hợp trong hệ thống kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường (FESEM) thực hiện tại Viện Khoa học Vật liệu - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

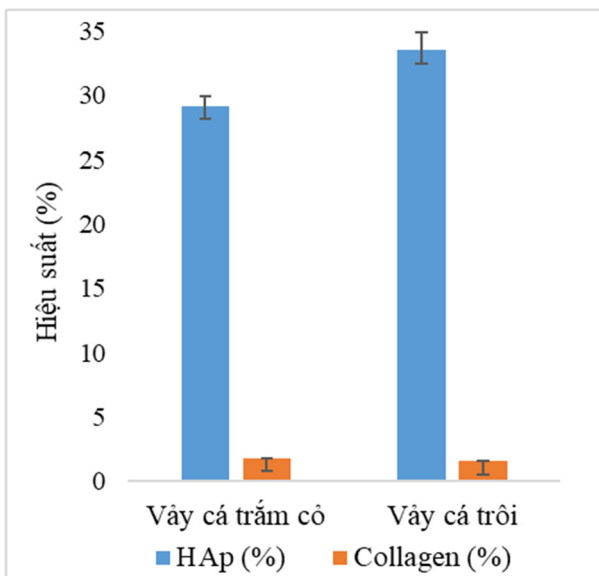
### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Hiệu suất thu collagen và HAp

Vây cá trắm cỏ (*C. idella*) và cá trôi (*L. rohita*) được xử lý theo cùng một quy trình hóa học, bao gồm các bước làm sạch, loại protein phi collagen, khử khoáng thu hồi HAp, chiết xuất collagen. Collagen từ cá là nguồn nguyên liệu có giá trị cao trong thực phẩm, mỹ phẩm và y dược, nhưng lại dễ bị biến tính do cấu trúc không ổn định dưới tác động của nhiệt. Collagen từ cá nhiệt đới có nhiệt độ biến tính cao hơn cá nước lạnh, chủ yếu nhờ vào hàm lượng hydroxyproline cao hơn, giúp củng cố cấu trúc xoắn ba [2, 18].

Quy trình chiết xuất truyền thống ở 4 - 8°C giúp giữ nguyên cấu trúc collagen, nhưng đi kèm là chi phí năng lượng và thiết bị làm lạnh cao [2, 19]. Đối với vảy cá - một cấu trúc bao gồm keratin và collagen được bao bọc trong nền hydroxyapatite - quá trình chiết xuất collagen đòi hỏi bước khử khoáng bằng acid để phá vỡ liên kết keratin và giải phóng collagen. Việc xử lý acid cần được thực hiện đủ lâu để đảm bảo hiệu quả mà vẫn duy trì được cấu trúc phân tử collagen. Đặc biệt, các báo cáo gần đây chỉ ra rằng việc chiết xuất ở nhiệt độ phòng (20 - 30°C) là khả thi và không làm suy giảm chất lượng collagen. Hiệu suất chiết xuất tăng rõ rệt khi nhiệt độ tăng từ 5°C đến 20°C, tuy nhiên bắt đầu giảm khi nhiệt độ vượt ngưỡng này [2, 19].

Trong nghiên cứu này, collagen từ hai loại vảy cá đã được chiết tách thành công ở nhiệt độ phòng 25°C. Hiệu suất thu collagen và HAp từ mỗi loại vảy cá được trình bày trong hình 1 dưới đây:



Hình 1. Hiệu suất thu HAp và collagen từ vây cá trắm cỏ/ cá trôi

Theo kết quả khảo sát, hiệu suất thu collagen từ vây cá trắm cỏ đạt  $1,80 \pm 0,003\%$  và từ cá trôi là  $1,55 \pm 0,002\%$ , phù hợp với khoảng giá trị thu nhận collagen từ vây cá nước ngọt được công bố trong các nghiên cứu trước [16, 18]. Hiệu suất thu HAp từ vây cá trắm cỏ và cá trôi đạt các giá trị lần lượt  $29,2 \pm 0,7\%$  và  $33,5 \pm 1,4\%$ . Như vậy, hiệu suất thu collagen từ vây cá trắm cỏ cao hơn, trong khi vây cá trôi cho hiệu suất HAp lớn hơn. Kết quả nghiên cứu cho thấy vây cá trôi và vây cá trắm cỏ là nguồn nguyên liệu tự nhiên tiềm năng để thu HAp và collagen.

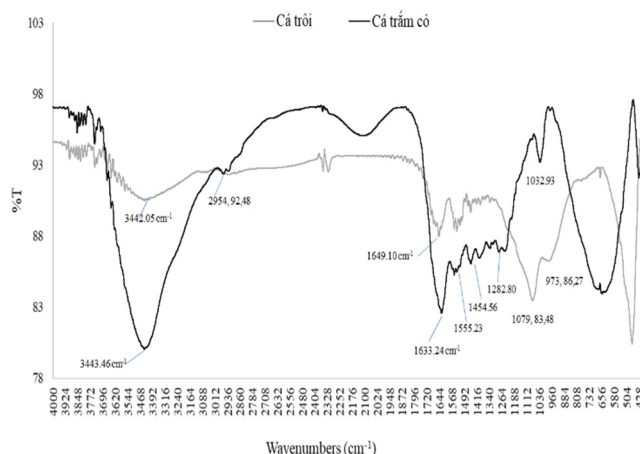
### 3.2. Hình thái cấu trúc và một số đặc trưng hóa lý của collagen chiết tách từ vây cá

Phổ FTIR của hai loại collagen chiết tách từ vây cá trắm cỏ và vây cá trôi đều thể hiện các đỉnh hấp thụ đặc trưng của các nhóm chức trong cấu trúc protein, đặc biệt là các nhóm chức liên quan đến chuỗi peptide. Với mẫu collagen từ cá trắm cỏ, đỉnh hấp thụ mạnh tại  $3443,46\text{cm}^{-1}$  được gán cho dao động kéo giãn N-H (amide A), trong khi đỉnh hấp thụ tại  $1633,24\text{cm}^{-1}$  đặc trưng cho dao động kéo giãn của nhóm C=O (amide I) - một tín hiệu quan trọng của cấu trúc xoắn ba đặc trưng trong collagen. Các đỉnh hấp thụ tại  $1555,23\text{cm}^{-1}$  (amide II) và  $1248,82\text{cm}^{-1}$  (amide III) lần lượt thể hiện dao động uốn N-H và kéo giãn C-N, phản ánh liên kết nội phân tử trong chuỗi polypeptide. Kết quả này khá tương đồng với phổ IR của collagen được báo cáo bởi nhóm nghiên cứu của Nomura [2] và Muyonga [20].

Amide I của chuỗi xoắn ba collagen thường xuất hiện ở khoảng  $1650\text{cm}^{-1}$  (đối với  $\alpha$ -helix thường ở  $1650 - 1660\text{cm}^{-1}$ ), nhưng trong collagen dạng chuỗi xoắn ba, do liên kết hydro ổn định hơn, nên đỉnh amide I dịch chuyển

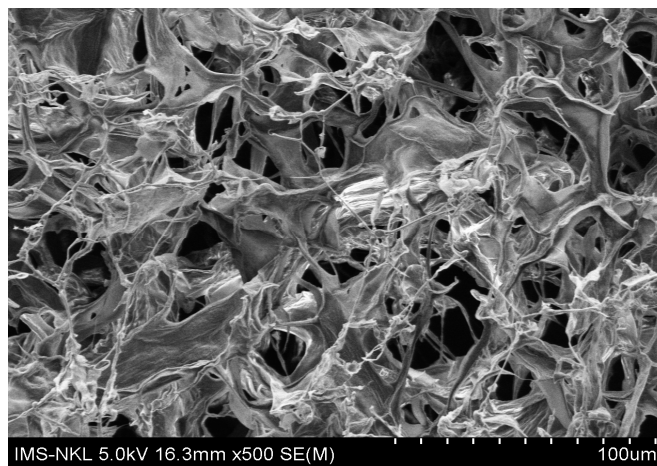
xuống vùng thấp hơn, khoảng  $1635 - 1640\text{cm}^{-1}$  [1]. Tỷ lệ giữa cường độ hấp thụ của amide III ( $1240\text{cm}^{-1}$ ) và dao động uốn của nhóm  $\text{CH}_2$  (tại số sóng  $1450\text{cm}^{-1}$ ) thường được sử dụng để đánh giá tính toàn vẹn của chuỗi xoắn ba [21, 22]. Trên phổ IR của collagen cá trắm cỏ, tỷ lệ (Cường độ hấp thụ của Amide III) / (Cường độ hấp thụ của nhóm  $\text{CH}_2$  tại  $1450\text{cm}^{-1}$ ) > 1,0 cho thấy cấu trúc chuỗi xoắn ba được bảo tồn tốt.

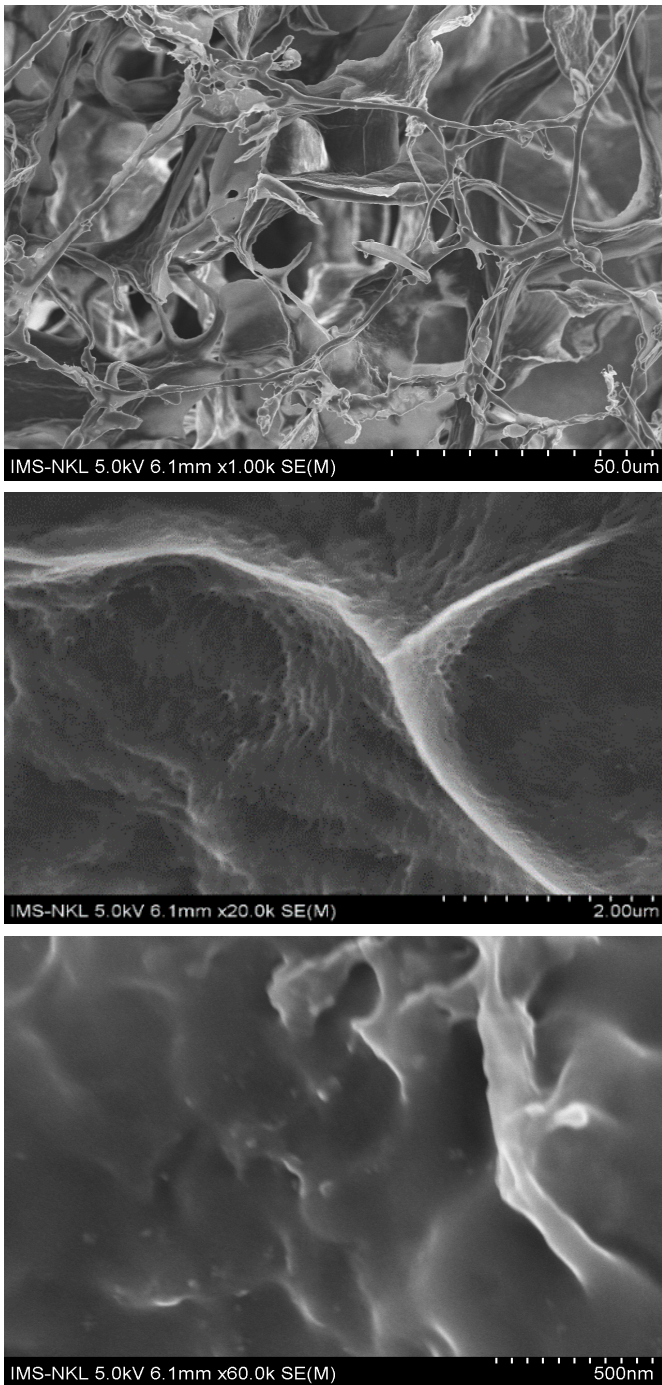
Trong khi đó, phổ FTIR của collagen từ cá trôi cũng cho thấy các đỉnh hấp thụ tương tự:  $3442,05\text{cm}^{-1}$  (amide A);  $1649,10\text{cm}^{-1}$  (amide I);  $1539,17\text{cm}^{-1}$  (amide II) và  $1222,56\text{cm}^{-1}$  (amide III). Tuy nhiên, cường độ và độ sắc nét của các đỉnh hấp thụ này có xu hướng thấp hơn so với mẫu collagen cá trắm cỏ. Như vậy, dựa vào phổ FTIR có thể thấy collagen từ cá trắm cỏ có hàm lượng collagen cao hơn và ít lẫn tạp hơn so với mẫu collagen từ cá trôi.



Hình 2. Phổ IR của collagen từ cá trắm cỏ và cá trôi

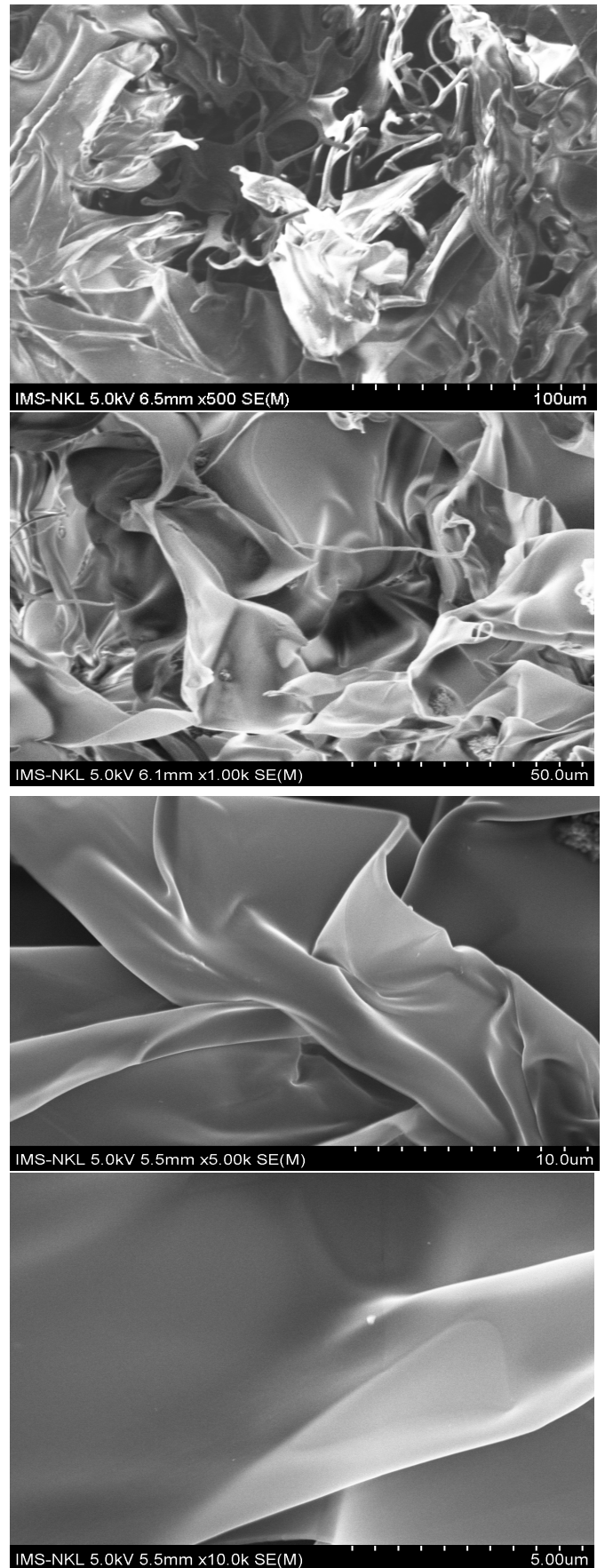
Kết quả SEM của collagen chiết tách từ vây cá trắm cỏ cho thấy collagen có cấu trúc dạng sợi nhỏ, khá mịn và đồng nhất, kích thước sợi mảnh, được xếp theo chiều dọc tạo thành bó sợi.





Hình 3. Ảnh SEM của collagen cá trắm cỏ

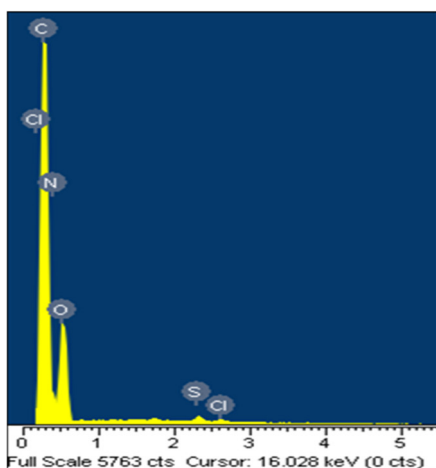
Ở độ phóng đại thấp (500 lần, thang đo 100 $\mu$ m), collagen thể hiện một mạng lưới xoắn, liên kết cao với các khoảng trống có kích thước khác nhau. Ở độ phóng đại cao hơn (1000 lần, thang đo 50 $\mu$ m), các sợi collagen riêng lẻ trở nên rõ ràng, hình thành một mạng lưới sợi có tổ chức với bề mặt nhẵn và các liên kết chặt chẽ, thể hiện độ bền cơ học và tính linh hoạt. Ở độ phóng đại cao (20.000 lần và 60.000 lần, thang đo 2 $\mu$ m và 500nm) cho thấy sự sắp xếp chặt chẽ và bề mặt mịn, chứng tỏ độ tinh khiết cao.



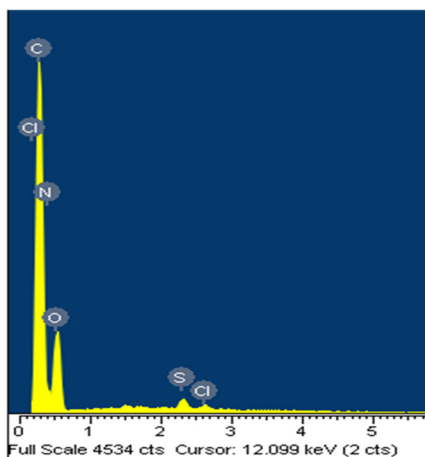
Hình 4. Ảnh SEM của collagen cá trôi

Ảnh SEM của collagen cá trôi cũng cho thấy cấu trúc dạng mạng lưới 3D, xốp lớn đặc trưng của collagen đông khô. Ở độ phóng đại thấp (500 lần, thang đo 100µm và 1.000 lần, thang đo 50µm), bề mặt mẫu thể hiện cấu trúc xốp, dạng mạng lưới ba chiều với các khoảng rỗng lớn không đồng đều. Cấu trúc này giúp duy trì độ xốp cao, thuận lợi cho sự khuếch tán chất. Ở độ phóng đại cao (5.000 lần, thang đo 10µm và 10.000 lần, thang đo 5µm), bề mặt mẫu cho thấy cấu trúc màng mỏng, liên tục, có các nếp gấp nhẹ và không xuất hiện lỗ xốp rõ ràng.

Kết quả đo phổ EDX xác định thành phần nguyên tố cho thấy sự tương đồng về thành phần nguyên tố của collagen thu được từ vảy hai loại cá. Theo đó, phần trăm khối lượng các nguyên tố C, O, N, S theo trật tự như sau: C > O > N > S và khối lượng ba nguyên tố C, O, N chiếm tới hơn 99% tổng khối lượng collagen (bảng 1). Kết quả nghiên cứu thể hiện sự tương đồng về thành phần nguyên tố của collagen từ các nguồn cá nước ngọt khác [16, 23].



(a)



(b)

Hình 5. Phổ EDX của (a) Collagen cá trắm cỏ, (b) Collagen cá trôi

Bảng 1. Thành phần nguyên tố của collagen cá trắm cỏ và collagen cá trôi

Nguyên tố	Cá trắm cỏ		Cá trôi	
	% Khối lượng	% Nguyên tử	% Khối lượng	% Nguyên tử
C	53,04	59,45	55,49	61,91
N	9,68	9,31	9,28	8,87
O	36,98	31,12	34,56	28,95
S	0,22	0,09	0,48	0,20
Cl	0,08	0,03	0,19	0,07
Tổng	100,00	100,00	100,00	100,00

Trong cả hai loại collagen, nguyên tố C chiếm tỉ lệ lớn nhất với phần trăm khối lượng trong collagen cá trắm cỏ và collagen cá trôi lần lượt là 53,04 và 55,49%. Trong collagen cá trôi, phần trăm khối lượng nguyên tố S là 0,48% cao hơn một chút so với collagen cá trắm cỏ (0,22%). Hàm lượng S dao động từ 0,22% đến 0,48%, cũng tương tự với nghiên cứu của Chuaychan và cộng sự [24]. Sự tồn tại của nguyên tố S ở cả hai loại collagen cho thấy sự tồn tại của cysteine - một protein chứa lưu huỳnh nằm trong gốc C-SH, đây là một gốc acid có tác dụng khử hóa, tiêu diệt các gốc tự do.

#### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này thành công chiết tách collagen và HAP từ vảy cá trắm cỏ và vảy cá trôi ở điều kiện nhiệt độ phòng 25°C với hiệu suất thu collagen lần lượt là 1,80 ± 0,003%; 1,55 ± 0,002% và hiệu suất thu HAP lần lượt là 29,2 ± 0,7%; 33,5 ± 1,4%. Từ kết quả nghiên cứu có thể thấy vảy cá trắm cỏ và vảy cá trôi là những nguồn nguyên liệu tiềm năng để chiết tách collagen và HAP, đồng thời cũng giúp so sánh tiềm năng thu hồi collagen và HAP giữa hai nguồn vảy cá. Cả hai loại collagen được đánh giá một số tính chất hóa lý dựa trên các phương pháp FTIR, kính hiển vi điện tử quét SEM và EDX, kết quả cho thấy thành phần nguyên tố của hai loại collagen khá tương đồng. Tuy nhiên phổ IR của collagen cá trắm cỏ cho thấy các dao động đặc trưng của các nhóm chức amide có cường độ lớn hơn và độ sắc nét hơn so với collagen cá trôi, cho thấy chất lượng collagen tốt hơn. Đây là cơ sở quan trọng trong việc chọn lựa nguyên liệu phục vụ các nghiên cứu tiếp theo.

#### LỜI CẢM ƠN

Công trình này được sự hỗ trợ kinh phí của đề tài nghiên cứu khoa học cấp Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội: “Nghiên cứu chiết tách, tinh chế collagen và collagen thủy phân từ vảy cá trắm cỏ/cá trôi định hướng ứng dụng trong mỹ phẩm”, mã số 31-2023-RD/HĐ-ĐHCN.

---

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Shoulders M. D., Raines R. T., "Collagen structure and stability," *Annu Rev Biochem*, 78, 929-958, 2009.
- [2]. Nomura Y., Sakai H., Ishii Y., Shirai K., "Preparation and some properties of type I collagen from fish scales," *Biosci. Biotech. Biochem.*, 60(12), 2092-2094, 1996.
- [3]. FAO, *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844) [Internet]. Rome: FAO Fisheries and Aquaculture Division. 2020. Available from: <http://www.fao.org/fishery/species/2916/en>
- [4]. Nguyễn Văn Tình, *Báo cáo hiện trạng nuôi cá trắm cỏ tại Việt Nam*. Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I, 2021.
- [5]. Liu J., Cao L., "Grass carp farming in China: Status and challenges," *Aquac Asia Mag.*, 15(3), 10-12, 2010.
- [6]. Ramezani H., Sayyad Bourani M., "Feeding behavior and plant-based diet in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*)," *Iran J Fish Sci.*, 18(4), 879-890, 2019.
- [7]. FAO, *Labeo rohita* (Hamilton, 1822) [Internet]. Rome: FAO Fisheries and Aquaculture Division. 2021. Available from: <http://www.fao.org/fishery/species/2945/en>
- [8]. Khan M. A., Jafri A. K., "Growth performance and feed conversion efficiency of rohu (*Labeo rohita*) fed on formulated diets," *Aquaculture*, 87(3-4), 299-308, 1990.
- [9]. Sarkar U. K., Pandeym A. K., Singh R. K., "Labeo rohita: Biology, fisheries, and aquaculture," In: *Indian Major Carps: Biology and Aquaculture*, Springer, 35-67, 2019.
- [10]. Nguyễn Thị Thanh Xuân, "Nghiên cứu đặc điểm cảm quan và thành phần dinh dưỡng của một số loài cá nước ngọt phổ biến ở Việt Nam," *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy sản*, 4, 45-52, 2020.
- [11]. Nguyễn Văn Lợi, "Hiệu quả kinh tế từ mô hình nuôi cá nước ngọt tại miền Bắc Việt Nam," *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 9, 33-37, 2021.
- [12]. Tạp chí Thủy sản Việt Nam, *Năng suất nuôi cá trắm cỏ - góc nhìn từ thực tiễn các địa phương*. 2021. [Internet]. Available from: <https://thuysanvietnam.com.vn>
- [13]. Sở Khoa học và Công nghệ Hải Dương, *Báo cáo tổng kết đề tài: Nghiên cứu nuôi ghép cá trôi trong hệ thống ao hồ nhỏ tại Hải Dương*. Hải Dương, 2022.
- [14]. Mohanty B., Nayak B., "Fish scale as a potential biomaterial for biomedical applications: A review," *J. Environ. Chem. Eng.*, 7(5), 103258, 2019.
- [15]. Pal G. K., Suresh P. V., Sachindra N. M., "Development of collagen hydrolysate from fish scales and its application in functional foods," *LWT - Food Sci Technol.*, 61(1), 28-33, 2015.
- [16]. Jongjareonrak A., Benjakul S., Visessanguan W., Nagai T., Tanaka M., "Isolation and characterization of collagens from Brownstripe red snapper (*Lutjanus vitta*)," *Food Chem.*, 93(3), 475-484, 2005.
- [17]. Nguyen Thuy Chinh, Vu Quoc Manh, Vu Quoc Trung, Tran Do Mai Trang, Thai Hoang, "Extraction of hydroxyapatite and collagen from the Vietnamese tilapia scales," *Vietnam J. Chem.*, 57(2), 225-228, 2019.
- [18]. Duan R., Zhang J., Du X., Yao X., Konno K., "Properties of collagen from skin, scale and bone of carp (*Cyprinus carpio*)," *Food Chem.*, 112(3), 702-706, 2009.
- [19]. Wang L., Yang B., Du X., "Extraction of acid-soluble collagen from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) skin," *Journal of Food Process Engineering*, 32(5), 743-751, 2009.
- [20]. Muyonga J. H., Cole C. G. B., Duodu K. G., "Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopic study of acid soluble collagen and gelatin from skins and bones of young and adult Nile perch (*Lates niloticus*)," *Food Chemistry*, 86(3), 325-332, 2004.
- [21]. Kittiphattanabawon P., Benjakul S., Visessanguan W., Shahidi F., "Comparative study on characteristics of gelatin from the skins of brownbanded bamboo shark and blacktip shark as affected by extraction conditions," *Food Hydrocolloids*, 24(2-3), 164-171, 2010.
- [22]. Liu D., Liang L., Regenstein J. M., Zhou P., "Extraction and characterization of pepsin-solubilized collagen from fins, scales, skins, bones and swim bladders of bighead carp (*Hypophthalmichthys nobilis*)," *Food Hydrocolloids*, 39, 41-48, 2015.
- [23]. Wu J., Kong L., Zhang J., Chen W., "Extraction and properties of collagen from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) scales," *Pol. J. Environ. Stud.*, 28, 2923-2930, 2019.
- [24]. Chuaychan S., Benjakul S., Kishimura H., "Characteristics of acid-and pepsin-soluble collagens from scale of seabass (*Lates calcarifer*)," *LWT Food Sci. Technol.*, 63, 71-76, 2015.

---

**AUTHORS INFORMATION****Nguyen Thi Kim An<sup>1</sup>, Pham Thi Tham<sup>1</sup>, Ngu Truong Nhan<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Faculty of Chemical Technology, Hanoi University of Industry, Vietnam<sup>2</sup>Faculty of Natural Science and Technology, Tay Nguyen University, Vietnam