

Omega-3, 6, 9 từ phế phẩm cá basa: Kỹ thuật chiết xuất xanh

Vũ Đức Cảnh¹, Hoàng Thuý Nguyễn², Nguyễn Thị Hoài³, Lê Trọng Nhân³, Trần Thị Thuý Linh^{3,*}

(1) Cục Quản lý Dược, Bộ Y tế

(2) Trường Trung học Phổ thông Hai Bà Trưng, thành phố Huế

(3) Khoa Dược, Trường Đại học Y - Dược, Đại học Huế

Tóm tắt

Đặt vấn đề: Hiện nay, các phế phẩm sau chế biến cá Basa khá lớn và đây cũng là nguồn nguyên liệu với nhiều thành phần dinh dưỡng. Nghiên cứu xây dựng quy trình chiết tách dầu cá từ phế phẩm cá Basa bằng kỹ thuật chiết xuất xanh với hệ dung môi DES và phân tích hàm lượng Omega-3,6,9 từ dầu cá thu được, nhằm tận dụng nguồn nguyên liệu dư thừa này. **Đối tượng và phương pháp nghiên cứu:** Phụ phẩm cá Basa bao gồm mỡ, da, đầu, nội tạng được xử lý và tách mỡ. Sử dụng phương pháp chiết phân bố lỏng-lỏng với cồn và hệ dung môi DES (cholin chlorid:ure tỉ lệ 1:1) để chiết tách dầu cá từ mỡ. Dầu cá được xử lý, tinh chế và phân tích thành phần hóa học bằng hệ thống GC-MS. **Kết quả:** Dầu cá chứa 84,5% Omega-3,6,9 được tách từ phụ phẩm cá Basa, trong đó hàm lượng EPA và DHA lần lượt là 40,5% và 18,9%. Hiệu suất chiết tách dầu cá từ nguyên liệu và từ lớp mỡ lần lượt là 5,4% và 25,0%. **Kết luận:** Quy trình chiết tách dầu cá chứa Omega-3,6,9 từ phụ phẩm cá Basa khá đơn giản, rẻ tiền và an toàn, cho hiệu suất cao hứa hẹn nhiều tiềm năng nâng cấp quy mô lớn nhằm áp dụng vào thực tiễn sản xuất.

Từ khóa: Omega-3,6,9, chiết xuất xanh, dung môi eutectic sâu (DES), phụ phẩm, cá Basa.

Enrichment of omega-3, -6 and 9 in oil from basa fish by-products utilizing green extraction

Vu Duc Canh¹, Hoang Thuy Nguyen², Nguyen Thi Hoai³, Le Trong Nhan³, Tran Thi Thuy Linh^{3,*}

(1) Drug Administration of Vietnam, Ministry of Health

(2) Hai Ba Trung High School, Hue City

(3) Faculty of Pharmacy, Hue University of Medicine and Pharmacy, Hue University

Abstract

Background: Currently, the by-products after processing Basa fish are quite large, and this is also a source of raw materials with many nutritional components. Research and develop a process to extract fish oil from Basa fish by-products by green extraction technique with DES solvent system and analyze the omega-3, 6, and 9 content of the obtained fish oil in order to take advantage of this excess material. **Materials and methods:** Basa fish by-products, including fat, skin, head, and viscera were processed and defatted. Separation of fish oil from fat obtained by liquid-liquid extraction with alcohol and DES solvent systems was choline chloride:urea (1:1). Fish oil after separation was processed, purified, and analyzed for chemical composition by a GC-MS system. **Results:** Fish oil containing 84.5% Omega-3, 6, and 9 was isolated from Basa fish by-products, in which EPA and DHA content were 40.5 and 18.9%, respectively. The separation efficiency of fish oil from the raw material and from the fat layer were 5.4 and 25.0%, respectively. **Conclusions:** The process of extracting fish oil containing Omega-3, 6, and 9 from Basa fish by-products is quite simple, cheap, and safe, with high efficiency, promising a lot of potential for large-scale upgrading to be applied in production practice.

Keywords: Omega-3,-6, and 9, green extraction, deep eutectic solvents, by-products, Basa fish.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo báo cáo của Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên Hiệp Quốc - FAO - năm 2022, Việt Nam là nước xuất khẩu thủy sản đứng hàng thứ ba trên thế giới, với kim ngạch xuất khẩu lên đến 8,5 tỉ USD trong năm 2020. Đáng chú ý, chế biến và xuất khẩu cá Tra, cá Basa của nước ta ở vị trí dẫn đầu từ năm 2014 [1]. Cá Basa (*Pangasius bocourti*) là cá da trơn có giá trị

kinh tế cao, một trong những mặt hàng chủ lực của ngành thủy sản nước ta. Trong đó, phần chính để chế biến và xuất khẩu là thịt phile. Các phần còn lại như mỡ, đầu, xương, da (phụ phẩm) vẫn chưa được sử dụng đúng mức để đưa lại hiệu quả kinh tế. Đáng chú ý, một lượng lớn các acid béo chưa bão hòa như các Omega-3, 6, 9 có trong mỡ cá chưa được tận dụng tối đa. Omega-3, 6, 9 đóng vai trò quan trọng

Tác giả liên hệ: Trần Thị Thuý Linh; Email: ttlinh@huemed-univ.edu.vn

Ngày nhận bài: 11/7/2023; Ngày đồng ý đăng: 10/9/2024; Ngày xuất bản: 25/9/2024

DOI: 10.34071/jmp.2024.5.8

trong cơ thể con người, như ngăn ngừa các bệnh tim mạch, ung thư, giảm huyết áp, giảm cholesterol và mỡ máu, bổ não, điều hòa tim mạch và ngăn ngừa huyết khối. Cơ thể con người không thể tự tổng hợp những Omega này mà phải được bổ sung từ thức ăn [2]. Theo báo cáo của các nhà khoa học, mỗi năm có khoảng 300.000 - 335.000 tấn Omega-3,6,9 đã bị loại bỏ từ phế phẩm cá [2].

Đã có một số phương pháp chiết tách và làm giàu Omega-3, 6, 9 như: thủy phân nguyên liệu trong môi trường kiềm sau đó kết tinh lại trong acetone [3]; kết tinh dầu Đậu nành biến tính ở nhiệt độ thấp bằng dung môi hữu cơ [4]; sử dụng CO₂ siêu tới hạn để chiết xuất dầu cá từ cá Thu Ấn Độ [5]; sử dụng CO₂ siêu tới hạn sau đó kết tinh lại bằng ure từ vi tảo [6]. Tuy nhiên, các phương pháp này cần có thiết bị hiện đại như máy chiết CO₂ siêu tới hạn khá đắt tiền và kỹ thuật phức tạp hoặc phải sử dụng dung môi hữu cơ. Trong xu thế phát triển bền vững, chiết xuất xanh với dung môi eutectic sâu (DES) ra đời đã tạo nên bước chuyển đổi trong chiết xuất hợp chất tự nhiên. Dung môi DES là sự kết hợp của chất nhận liên kết hidro (hydrogen bond acceptor-HBA) và chất cho liên kết hidro không tích điện (hydrogen bond donor-HBD). Nguyên tắc chiết xuất dựa trên liên kết hidro hoặc tương tác π - π giữa hoạt chất và phức hợp được tạo thành [7]. Là thể hệ dung môi xanh thân thiện môi trường với những ưu điểm dễ kiếm và giá thành rẻ, có thể tái sử dụng nhiều lần cùng hiệu suất chiết cao, các hệ DES ngày càng được chú ý và nghiên cứu áp dụng [8]. Nghiên cứu này thực hiện việc xây dựng quy trình chiết tách dầu cá từ phụ phẩm cá Basa

bằng hệ DES và phân tích hàm lượng Omega-3, 6, 9 từ dầu cá thu được.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Hóa chất và thiết bị

Hóa chất được sử dụng bao gồm: cholin chlorid $\geq 99\%$ (Acros organics, Mỹ), ure $\geq 99\%$ (Shanghai Zhanyun, Trung Quốc), ethanol 96° (Công ty Thiết bị và vật tư y tế Thừa Thiên Huế), NaCl (Xilong- Trung Quốc).

Thiết bị được sử dụng bao gồm: máy xay sinh tố (Philips HR3573/9, Trung Quốc), máy khuấy từ gia nhiệt (Labnet, Mỹ), máy cô quay chân không (Buchi, Thụy Sĩ).

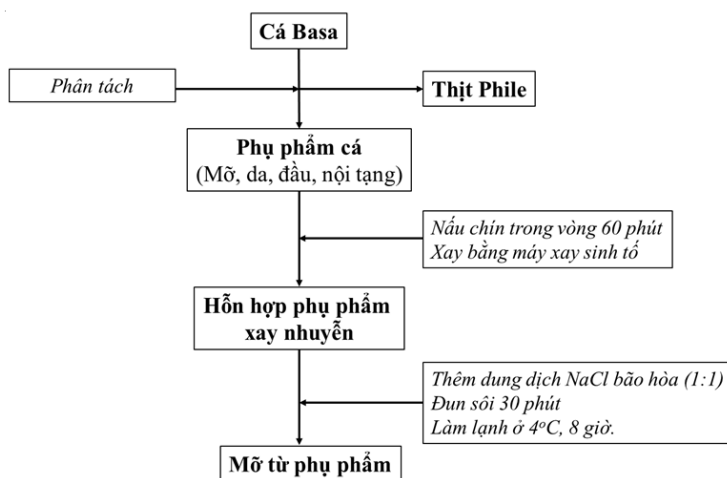
2.2. Chuẩn bị dung môi eutectic sâu (DES)

DES được chuẩn bị bằng cách trộn cholin chlorid và ure theo tỉ lệ mol 1:1, đun nóng ở nhiệt độ 60°C, kết hợp khuấy từ trong khoảng 2 giờ để thu được chất lỏng đồng nhất ổn định. Sau đó để nguội DES ở nhiệt độ phòng trong vòng 24 giờ.

2.3. Tách mỡ cá từ cá Basa

Nguyên liệu cá Basa được thu mua tại chợ Bến Ngự, thành phố Huế. Cá được rửa sạch và để ráo nước, sau đó tiến hành tách riêng 2 phần: phần thịt và phần phụ phẩm bao gồm mỡ, da, đầu, nội tạng được gộp chung với nhau.

Toàn bộ phụ phẩm được nấu chín trong vòng 60 phút, sau đó xay nhỏ bằng máy xay sinh tố đến nhuyễn. Thêm dung dịch NaCl bão hòa vào hỗn hợp theo tỉ lệ thể tích 1:1. Tiếp tục đun nóng hỗn hợp ở 80°C trong vòng 30 phút. Để nguội và làm lạnh sản phẩm ở 4°C trong vòng 8 giờ. Phần mỡ màu trắng nằm phía trên được tách ra [2]. Quy trình được mô tả như trong **Hình 1**.



Hình 1. Sơ đồ tách mỡ từ phụ phẩm cá Basa

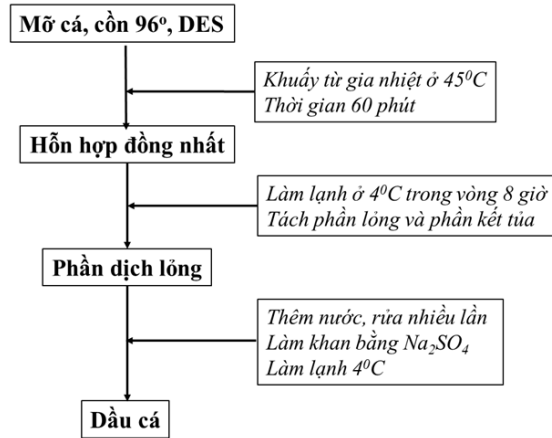
2.4. Tách dầu cá từ mỡ cá

Mỡ cá (20 gam), cồn 96° (100 mL) và DES (20 gam) được cho vào bình cầu thủy tinh 500 mL có

gắn sinh hàn, đặt lên máy khuấy từ gia nhiệt ở tốc độ 300 vòng/phút. Hỗn hợp được khuấy đều liên tục ở 45°C trong vòng 60 phút. Sau đó, để nguội

hỗn hợp tại nhiệt độ phòng và tiếp tục làm lạnh ở 4°C trong vòng 8 giờ. Hỗn hợp thu được tách thành hai lớp: lớp phía trên là chất lỏng, lớp phía dưới là kết tủa. Phần chất lỏng chứa các acid béo không no như Omega-3, 6, 9 tan trong cồn và phần kết tủa chứa các chất béo no cùng dung môi DES. Lọc hỗn hợp qua bông để thu được phần chất lỏng. Bay hơi toàn bộ ethanol trong phần chất lỏng bằng thiết bị

cô quay chân không, thu dầu cá. Rửa dầu cá 3 lần bằng nước cất trong bình gạn, nước không làm tan dầu cá nhưng hòa tan hết các dung môi chiết xuất còn sót lại. Gạn bỏ phần nước, sau đó làm khan dầu cá bằng Na_2SO_4 khan. Tiếp tục làm lạnh hỗn hợp thu được ở 4°C trong vòng 8 giờ. Tách lấy lớp dầu cá ở phía trên [2]. Quá trình thực hiện được mô tả như trong **Hình 2**.



Hình 2. Tách dầu cá từ mỡ cá Basa

2.5. Phân tích thành phần của dầu cá phân tách được

Dầu cá sau khi phân tách được methyl hóa bằng MeOH theo tỉ lệ thể tích 1:3. Hỗn hợp được đun nóng ở 60°C, kết hợp khuấy từ ở tốc độ 300 vòng/phút trong 3 giờ. Tiếp theo, hỗn hợp được làm nguội xuống nhiệt độ phòng. Sau đó, sản phẩm được tách và rửa 3 lần bằng nước cất. Cuối cùng loại nước ra khỏi hỗn hợp bằng Na_2SO_4 khan [2]. Thành phần hóa học của dầu cá (dạng methyl esters) được phân tích bằng sắc ký khí ghép khối phổ (GC-MS) trên hệ thống thiết bị GCMS-QP2010 Plus của hãng Shimadzu, Nhật Bản tại trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế. Điều kiện phân tích: cột Equity-5 (dài 30m, đường kính 0,25 mm, phim dày 0,25), khí mang heli (1,78 mL/phút), nhiệt độ injector: 250°C, nhiệt độ detector: 250°C, chương trình nhiệt độ: 40°C (giữ 1 phút) đến 285°C (giữ 5 phút), tăng 3°C/phút. Việc xác định các thành phần hóa học của dầu cá được thực hiện bằng cách

so sánh thời gian lưu, mô hình phân mảnh khối lượng với những dữ liệu của mẫu tham khảo có sẵn và cơ sở dữ liệu phổ khối của chúng với phổ chuẩn đã được công bố ở thư viện NIST (National Institute of Standards and Technology, phiên bản 11) và thư viện WILEY (tích hợp trên thiết bị GC/MS, phiên bản 7) [9]. Hàm lượng phần trăm của các thành phần hóa học trong dầu cá được tính bằng phần trăm diện tích peak của một chất trên tổng diện tích peak của tất cả các chất trong sắc ký đồ.

3. KẾT QUẢ

3.1. Thành phần nguyên liệu và hàm lượng mỡ cá

Từ cá Basa nặng 1800g, thu được 1200g phụ phẩm với tỉ lệ 66,7%. Theo phương pháp nghiên cứu đã trình bày ở mục 2.3, từ 1200 g phụ phẩm cá Basa thu được 256,8 gam gam mỡ cá, chiếm 21,4% tổng phụ phẩm. Trong khi đó, lượng mỡ trong thịt phile chỉ chiếm 4,2%. Kết quả được mô tả ở **Bảng 1**.

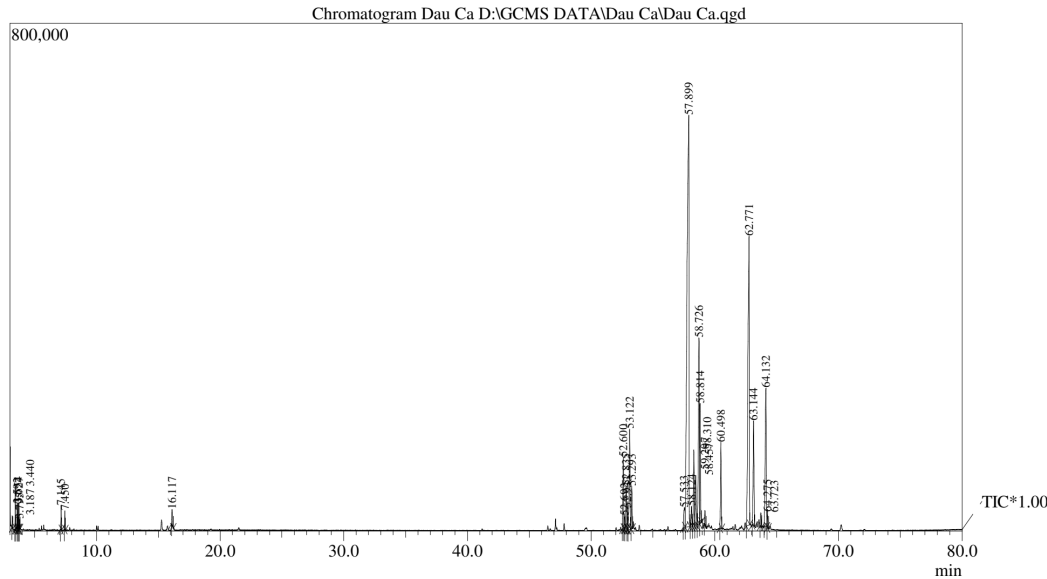
Bảng 1. Lượng mỡ chiết được từ phụ phẩm và thịt phile

STT	Thành phần	Khối lượng (g)	Tỉ lệ (%)	Khối lượng mỡ (g)	Tỉ lệ (%)
1	Phụ phẩm	1200	66,7	256,8	21,4
2	Thịt phile	600	33,3	25,2	4,2

3.2. Xác định hàm lượng Omega-3, 6, 9 từ dầu cá

Phần mỡ cá tách ra có màu trắng. Bằng phương pháp đã nêu ở mục 2.4, dầu cá được tách ra từ phần mỡ có màu vàng cam và chiếm 25% tổng lượng mỡ.

Sử dụng phương pháp sắc ký khí ghép khối phổ (GC-MS) phân tích thành phần của dầu cá thu được kết quả thể hiện ở **Hình 3**.



Hình 3. Sắc ký đồ GC-MS của mẫu dầu cá phân tách

Ngoài ra, kết quả phân tích ở **Bảng 2** cho thấy, hàm lượng các Omega-3, 6, 9 từ dầu cá là 84,5%. Trong đó, Omega-3 chiếm hàm lượng cao nhất với các thành phần có giá trị cao như 40,5% EPA và 18,9% DHA.

Bảng 2. Thành phần Omega-3,6,9 trong dầu cá phân tách được

STT	Thành phần	Tên chất	Hàm lượng
1	Omega-3	Octadecatetraenoic acid (OTA) 18:4 (<i>n</i> -3)	2,6
2		Eicosapentaenoic acid (EPA) 20:5 (<i>n</i> -3)	40,5
3		Eicosatetraenoic acid (ETA) 20:4 (<i>n</i> -3)	2,9
4		Docosahexaenoic acid (DHA) 22:6 (<i>n</i> -3)	18,9
5		Docosapentaenoic acid (DPA) 22:5 (<i>n</i> -3)	5,2
6	Omega-6	Linoleic acid (LA) 18:2 (<i>n</i> -6)	0,7
7		Arachidonic acid (AA) 20:4 (<i>n</i> -6)	1,2
8	Omega-9	Oleic acid 18:1 (<i>n</i> -9)	4,0
9		Elaidic acid (EA) 18:1 (<i>n</i> -9)	1,4
10		13-docosenoic acid 22:1 (<i>n</i> -9)	7,2
Tổng cộng			84,6

4. BÀN LUẬN

Sự lớn mạnh của ngành công nghiệp chế biến thủy sản ở nước ta đi kèm với khối lượng khổng lồ các phụ phẩm phát sinh từ sản xuất. Riêng với cá Basa xuất khẩu, lượng phụ phẩm này lên đến 60-65%, đồng nghĩa với hàng chục nghìn tấn phế thải hằng năm [2]. Phần lớn các phụ phẩm này được sử dụng làm thức ăn chăn nuôi hoặc loại thải, đưa đến những tác động không tốt lên môi trường [10, 11]. Trong khi đó, đây là một nguồn nguyên liệu có giá trị dinh dưỡng cao, với nhiều thành phần có giá trị như protein, lipid, enzym, khoáng chất và các chất có

hoạt tính như chondroitin sulfate, có tiềm năng ứng dụng cao trong Y Dược [2, 10-12]. Có thể thấy, việc tối ưu hóa nguồn phụ phẩm từ quá trình chế biến cá Basa cũng như các sản phẩm thủy sản nói chung vừa là giải pháp cho vấn đề về môi trường, vừa đem lại giá trị gia tăng về kinh tế. Đây cũng là một trong những quan điểm và định hướng trong Đề án Phát triển ngành Chế biến thủy sản giai đoạn 2021-2030 của Thủ tướng Chính phủ [13].

Cho đến nay, đã có một số nghiên cứu nhằm chiết tách dầu từ phụ phẩm cá Basa. Tuy nhiên, các quy trình này vẫn còn một số hạn chế vì khá phức

tạp và tốn kém hoặc phải sử dụng dung môi độc như chloroform, methanol, *n*-hexan [2, 11]. Các dung môi này phần lớn dễ bay hơi, có thể thu hồi tái chế, nhưng độc tính cao và khả năng phân hủy sinh học kém, gây ảnh hưởng tiêu cực lên môi trường xung quanh [8] cũng như khả năng tồn dư dung môi độc hại trong sản phẩm [14]. Sự kết hợp giữa các công nghệ chiết xuất hiện đại cùng các dung môi xanh như ionic liquid (IL), dung môi eutectic sâu (Deep eutectic solvents-DES), chất hoạt động bề mặt hay các chất lỏng siêu tới hạn là những đột phá trong kỹ thuật chiết xuất [15]. Đây là thế hệ dung môi mới với các đặc tính tuyệt vời, an toàn, thân thiện đối với hệ sinh thái, có thể tái sử dụng, rẻ tiền, được kỳ vọng sẽ là giải pháp bền vững cho chiết xuất các hợp chất tự nhiên cũng như trong nhiều lĩnh vực [8, 14-16]. Do đó, sử dụng hệ DES để chiết tách dầu cá giàu Omega-3,6,9 từ phụ phẩm cá Basa là hướng đi triển vọng, nhằm xây dựng quy trình chiết xuất có tính ứng dụng cao trong công nghiệp và hứa hẹn sẽ là giải pháp xanh để gia tăng giá trị kinh tế của nguồn cá Basa nguyên liệu.

Với những ưu điểm của Omega-3, 6, 9 như ngăn ngừa các bệnh tim mạch, ung thư, giảm huyết áp, giảm cholesterol và mỡ máu, bổ não, điều hòa tim mạch và ngăn ngừa huyết khối [2], đã có nhiều nghiên cứu về sự phân tách các acid béo không no này từ nhiều nguồn nguyên liệu khác nhau, được liệt kê tại Bảng 3. Trong công bố của Dipak và cộng sự, dầu được chiết xuất từ phụ phẩm cá Trích Ấn Độ với hàm lượng EPA-DHA 78,2%. Tuy nhiên, quy trình chiết xuất rất phức tạp, gồm 19 bước và sử dụng nhiều hóa chất dung môi độc như hexan, ether [3]. Trong nghiên cứu sử dụng CO₂ siêu tới hạn để phân tách dầu từ vi tảo đã thu được dầu với hàm lượng 29,7 - 60,6% DHA. Mặc dù là kỹ thuật chiết xuất hiện đại nhưng nhược điểm chi phí cao dẫn đến khó khăn khi áp dụng quy mô lớn [6]. Nghiên cứu của Nguyễn Thị Thanh Xuân và cộng sự trên phụ phẩm cá Basa, dầu cá được chiết tách với dung môi hexan, methanol, cholin chlorid và ure chứa hàm lượng Omega-3,6,9 khá cao với 91% [2]. Tuy nhiên, các thành phần có giá trị dinh dưỡng cao như EPA hay DHA đều nhỏ hơn 1% và các dung môi methanol, hexan khá độc, khó áp dụng trong công nghiệp. Sự khác biệt này có thể là do sự khác biệt về dung môi sử dụng trong quá trình tách chiết Omega-3, 6, 9. Trong nghiên cứu này, nghiên cứu đã tập trung phần chất lỏng thu được chứa chủ yếu acid béo không no như Omega-3,6,9, đây là các acid béo có lợi cho sức khỏe. Phần kết tủa chứa chủ yếu acid béo no và một

phần ít acid không no. Các nghiên cứu tiếp theo sẽ được tiến hành để phân tích toàn diện hơn đối với cả phần chất lỏng và kết tủa thu được. Tuy nhiên, việc xử lý phần kết tủa theo dự đoán sẽ không thu được nhiều Omega-3,6,9 và việc xử lý này không thu được hiệu quả về mặt kinh tế. Ngoài ra, DES có vai trò làm tăng khả năng tách của acid béo no và acid béo không no.

Nhiệt độ ảnh hưởng đáng kể đến độ ổn định của các acid béo omega-3, omega-6 và omega-9. Các acid béo thuộc omega-3 như eicosapentaenoic acid (EPA) và docosahexaenoic acid (DHA) dễ bị oxy hóa và phân hủy khi tiếp xúc với nhiệt độ cao trong thời gian lâu. Khi nhiệt độ tăng, quá trình oxy hóa các liên kết C=C diễn ra nhanh hơn, dẫn đến sự hình thành các sản phẩm phụ có hại như hydroperoxide và aldehyde. Các acid béo thuộc nhóm omega-6 và omega-9 ổn định hơn và ít bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ hơn. Để bảo vệ giá trị dinh dưỡng và chất lượng của các acid béo này, cần bảo quản chúng ở nhiệt độ thấp, tránh ánh sáng và hạn chế sử dụng ở nhiệt độ cao. Sử dụng các chất chống oxy hóa cũng có thể giúp kéo dài tuổi thọ của các sản phẩm chứa các acid béo này [17].

Các thành phần của DES được sử dụng trong nghiên cứu này, bao gồm ure và choline chloride, đây là các chất an toàn và đã được sử dụng rộng rãi trong nhiều công bố trước đó về dung môi xanh [18]. Ure được sử dụng rộng rãi trong nông nghiệp làm phân bón, trong công nghiệp hóa chất và trong y học. Urea tương đối an toàn khi được sử dụng đúng cách. Nó không gây ra các vấn đề sức khỏe nghiêm trọng khi tiếp xúc qua da hoặc hít phải trong điều kiện sử dụng thông thường [19]. Choline chloride là một muối amoni bậc bốn, thường được sử dụng như một chất bổ sung dinh dưỡng trong thức ăn gia súc và gia cầm, và có vai trò quan trọng trong dinh dưỡng con người [20].

So sánh kết quả từ các công bố trên và dầu cá từ quy trình đã được xây dựng trong nghiên cứu này, nhận thấy, với hệ dung môi xanh DES, dầu cá từ phụ phẩm cá Basa chứa 84,5% Omega-3, 6, 9, mặt khác, hiệu suất phân tách dầu cá từ nguyên liệu và từ lớp mỡ lần lượt là 5,4 và 25,0%. Đáng chú ý, các thành phần có hoạt tính với hàm lượng khá cao như EPA (40,5%) và DHA (18,9%). Như vậy, kết quả khả quan thu được khi ứng dụng hệ DES để phân tách dầu cá giàu Omega-3,6,9 từ phụ phẩm cá Basa là hướng đi triển vọng, hướng đến xây dựng quy trình chiết xuất quy mô lớn hơn để có thể áp dụng vào sản xuất.

Bảng 3. Dầu được tách ra từ các nguồn nguyên liệu khác nhau

STT	Nguyên liệu	Kỹ thuật, dung môi	Hàm lượng Omega/acid béo không no trong dầu (%)	Hàm lượng DHA, EPA trong dầu (%)	Hiệu suất	TLTK
1	Cá Trích Ấn độ	NaOH, HCl, urea, ethanol, hexane, ether	91,3	78,2	11 ^a	[3]
2	Vi tảo	CO ₂ siêu tới hạn, urea	–	29,7 - 60,6	33,9 [*]	[6]
3	Phụ phẩm cá Basa	Hexan, methanol, cholin chlorid, ure	91,03	< 1	12-19,5 ^b	[2]
4	Phụ phẩm cá Basa	Cholin chlorid, ure, ethanol	84,5	59,4	5,4 ^a và 25 ^b	Trong nghiên cứu này

^a Hiệu suất phân tách Omega/acid béo không no tính trên nguyên liệu ban đầu.

^b Hiệu suất phân tách Omega/acid béo không no tính trên lớp mỡ.

^{*} Hiệu suất của lớp lipid tách được trên nguyên liệu ban đầu.

– Không xác định được.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xây dựng quy trình chiết tách dầu cá từ phụ phẩm cá Basa bằng cồn và hệ dung môi DES với cholin chlorid:ure tỉ lệ 1:1. Dầu cá thu được chứa 84,5% Omega-3, 6, 9 có hàm lượng EPA và DHA

lần lượt là 40,5 và 18,9%. Quy trình chiết tách đơn giản, rẻ tiền, an toàn và thân thiện môi trường, hứa hẹn nhiều tiềm năng nâng cấp quy mô lớn nhằm áp dụng vào thực tiễn sản xuất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Report. 2022.
2. Le Thi TX, Tran HL, Cu TS, Ho SL. Separation and Enrichment of Omega 3, 6, and 9 Fatty Acids from the By-Products of Vietnamese Basa Fish Processing using Deep Eutectic Solvent. Journal of Chemistry. 2018;2018:6276832.
3. Patil D, Nag A. Production of PUFA Concentrates from Poultry and Fish Processing Waste. Journal of the American Oil Chemists' Society. 2011;88(4):589-93.
4. Vázquez L, Akoh CC. Enrichment of stearidonic acid in modified soybean oil by low temperature crystallisation. Food Chemistry. 2012;130:147-55.
5. Sahena F, Zaidul ISM, Jinap S, Yazid AMM, Khatib A, Norulaini NAN. Fatty acid compositions of fish oil extracted from different parts of Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) using various techniques of supercritical CO₂ extraction. Food Chemistry. 2010;120:879-85.
6. Tang S, Qin C, Wang H, Li S, Tian S. Study on supercritical extraction of lipids and enrichment of DHA from oil-rich microalgae. The Journal of Supercritical Fluids. 2011;57(1):44-9.
7. Chen J, Li Y, Wang X, Liu W. Application of Deep Eutectic Solvents in Food Analysis: A Review. Molecules. 2019;24(24).
8. Ling JKU, Hadinoto K. Deep Eutectic Solvent as Green Solvent in Extraction of Biological Macromolecules: A Review. International journal of molecular sciences. 2022;23(6).
9. Sparkman OD. Identification of essential oil components by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy Robert P. Adams. Journal of the American Society for Mass Spectrometry. 2005;16(11):1902-3.
10. Benjakul S, Sae-leaw T, Simpson BK. Byproducts from Fish Harvesting and Processing. Byproducts from Agriculture and Fisheries 2019. p. 179-217.
11. Debbarma A, Kumar V, Mishra PK, Kakatkar AS, Gautam RK, Umra F, et al. Valorisation of Basa fish (*Pangasius bocourti*) waste: Oil extraction and encapsulation. International Journal of Food Science & Technology. 2023;58(5):2764-71.
12. Nghia ND. Seafood By-Products in Applications of Biomedicine and Cosmetics. Food Processing By-Products and their Utilization 2017. p. 437-70.
13. Quyết định 1408/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ: Phê duyệt Đề án phát triển ngành chế biến thủy sản giai đoạn 2021 - 2030. 16/08/2021.
14. Chemat F, Abert-Vian M, Fabiano-Tixier AS, Strube J, Uhlenbrock L, Gunjevic V, et al. Green extraction of natural products. Origins, current status, and future challenges. TrAC Trends in Analytical Chemistry. 2019;118:248-63.
15. Picot-Allain C, Mahomoodally MF, Ak G, Zengin G. Conventional versus green extraction techniques — a comparative perspective. Current Opinion in Food Science.

2021;40:144-56.

16. Chemat F, Vian MA, Cravotto G. Green extraction of natural products: concept and principles. International journal of molecular sciences. 2012;13(7):8615-27.

17. Jagtap AA, Badhe YS, Farde PD, Hegde MV, Zangwar AA. Long-term Storage Stability Assessment of Omega-3-Fatty Acid Emulsified Formulation Containing Micronutrients. Journal of Pharmaceutical Innovation. 2022;17(4):1126-35.

18. Smith EL, Abbott AP, Ryder KS. Deep Eutectic Solvents (DESs) and Their Applications. Chemical Reviews. 2014;114(21):11060-82.

19. Pan M, Heinecke G, Bernardo S, Tsui C, Levitt J. Urea: a comprehensive review of the clinical literature. Dermatol Online J. 2013;19(11):20392.

20. Zeisel SH, da Costa KA. Choline: an essential nutrient for public health. Nutr Rev. 2009;67(11):615-23.