

## TÁCH CHIẾT OMEGA-3 TỪ PHỤ PHẨM CHẾ BIẾN CÁ

ĐINH THỊ THU TRANG, NGUYỄN TRỌNG DÂN, ĐỖ THỊ THÚY

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hơn hai thập kỷ qua nhiều nghiên cứu lâm sàng đã chứng minh việc tiêu thụ lượng thấp các axit béo không bão hòa chứa nhiều nối đôi thuộc nhóm Omega-3 làm gia tăng tỷ lệ mắc các bệnh tim mạch, ung thư, đột quỵ, tiểu đường, bệnh thần kinh... Tổ chức Y tế thế giới đã khuyến cáo việc bổ sung các axit béo này vào sữa cho trẻ nhỏ cũng như đưa ra mức yêu cầu tiêu thụ đối với người trưởng thành [5, 7]; Omega-3 có nhiều trong mỡ cá, đặc biệt là các loại cá biển đã trở thành đối tượng của nhiều nghiên cứu tách chiết.

Thủy sản là một trong những ngành kinh tế quan trọng của nước ta. Cùng với sự phát triển mạnh mẽ của ngành nuôi trồng và chế biến thủy sản xuất khẩu ở nước ta, một lượng lớn các phế phụ phẩm bị thải ra như đầu, da, xương... chứa Omega-3 chưa được xử lý thích hợp dẫn đến ô nhiễm môi trường và gây lãng phí [2]. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu tách chiết Omega-3 từ phụ phẩm của ngành chế biến thủy sản nhằm tận dụng có hiệu quả nguồn nguyên liệu này cũng như tham gia bảo vệ môi trường.

### 2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 2.1. Nguyên liệu

Tiến hành thu gom phụ phẩm trong quá trình chế biến cá (đầu, xương, vây, lườn, ruột, da...) từ các chợ và siêu thị trên địa bàn Hà Nội.

#### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

##### \* Quy trình thu nhận Omega-3 từ mỡ nguồn phụ phẩm

- *Phương pháp thu nhận mỡ lỏng từ nguồn phụ phẩm*: Tách mỡ lỏng sử dụng phương pháp gia nhiệt gián tiếp  $80 \div 85^{\circ}\text{C}$  (để mỡ không bị biến đổi về màu và mùi), mỡ nổi lên bề mặt, tách ra bằng ly tâm [4], rửa 3 lần bằng cồn 70% để thu mỡ lỏng sạch.

- *Phương pháp chuyển hóa mỡ lỏng thành axit béo tự do*: Cho 25g mỡ cá lỏng vào bình cầu 500ml, thêm 50ml NaOH 7N (pha trong cồn 70%), đun nóng trên thiết bị khuấy hồi lưu có gia nhiệt trong khoảng thời gian và nhiệt độ thích hợp. Thêm dung dịch muối NaCl 3% vào hỗn hợp, các chất không xà phòng hóa được tách ra khỏi hỗn hợp bằng ly tâm. Phần xà phòng hóa được axit hóa bằng dung dịch  $\text{H}_2\text{SO}_4$  3M đến  $\text{pH} = 1$ . Thêm dung môi n-hexan để hòa tan axit béo tự do và tách axit béo ra khỏi dung dịch. Cô quay chân không ở  $70^{\circ}\text{C}$  để loại bỏ hexane thu hỗn hợp axit béo tự do.

##### - Phương pháp tủa ure làm giàu Omega-3 [10]

Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất làm giàu Omega-3: Tỷ lệ axit béo/urê, EtOH/urê, nhiệt độ kết tinh.

**\* Các phương pháp, phân tích, đánh giá**

- Phương pháp xác định chỉ số axit bằng phương pháp chuẩn độ theo TCVN 6127-2010. Hàm lượng axit béo tự do biểu thị theo phần trăm khối lượng theo công thức:

Axit béo tự do (%) =  $AV \times 0,5$  (Tính theo axit oleic);

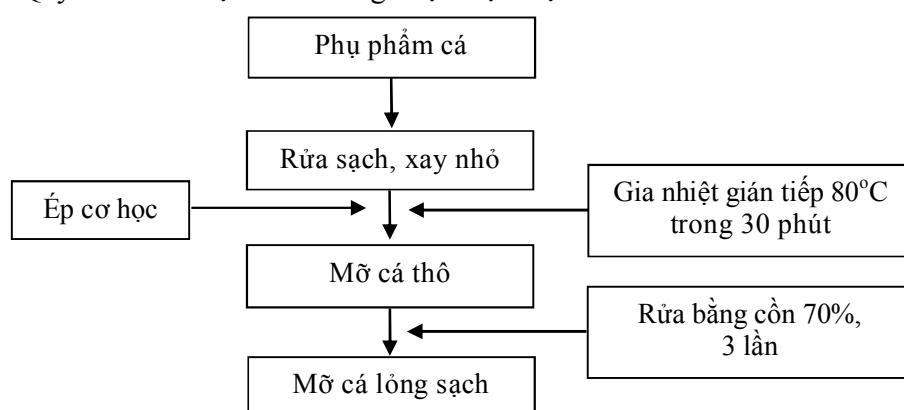
trong đó: AV là chỉ số axit.

- Phương pháp xác định chỉ số iot bằng phương pháp chuẩn độ theo TCVN 6122-2010.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Thu nhận mỡ cá lỏng từ phụ phẩm

Quy trình thu nhận mỡ cá lỏng được thực hiện theo sơ đồ:



**Sơ đồ 1.** Quy trình thu nhận mỡ cá lỏng từ phụ phẩm

Từ 10 kg phụ phẩm, tiến hành theo quy trình chúng tôi thu nhận được 563,75 g mỡ lỏng sạch với các chỉ số: Chỉ số axit 0,4 mg KOH/g; chỉ số xà phòng 198,6 mg KOH/g; chỉ số este 198,2 mg KOH/g; chỉ số iot 98,7 g I<sub>2</sub>/100g, có màu vàng cam, trong, có mùi tanh đặc trưng của cá.

Các tác giả trước đây chủ yếu nghiên cứu thu nhận Omega-3 trên một đối tượng cụ thể như cá hồi [10], cá basa, cá trích [1], cá tra [3]. Nguồn vật liệu được sử dụng là phần phụ phẩm của quá trình chế biến cá bao gồm cả xương, vây, đuôi... Vì vậy tỷ lệ mỡ lỏng thu nhận được thấp. Tuy nhiên, dựa trên các chỉ số và đánh giá cảm quan, mỡ lỏng này đủ điều kiện cho các nghiên cứu tiếp theo. Để xây dựng quy trình tách chiết Omega-3 từ nguồn phụ phẩm, đã tiến hành nghiên cứu các thông số ảnh hưởng tới quá trình thủy phân mỡ cá lỏng và làm giàu Omega-3 bằng phương pháp tủa ure.

#### 3.2. Nghiên cứu các thông số ảnh hưởng tới quá trình chuyển hóa mỡ cá lỏng thành axit béo tự do

##### *Lựa chọn thời gian cho quá trình thủy phân mỡ cá lỏng*

Quá trình thủy phân mỡ cá lỏng được thực hiện ở 70°C với các thời gian thủy phân khác nhau: 30; 60; 90; 120; 150 phút. Kết quả thu được bảng 1.

**Bảng 1.** Ảnh hưởng của thời gian đến quá trình thủy phân mỡ cá lỏng

| TT       | Thời gian (phút) | Chỉ số axit (mg KOH/g) | Axit béo tự do (%) |
|----------|------------------|------------------------|--------------------|
| 1        | Ban đầu          | 0,4                    | 0,2                |
| 2        | 30               | 110,4                  | 55,2               |
| 3        | 60               | 156,6                  | 78,3               |
| 4        | 90               | 180,7                  | 90,3               |
| <b>5</b> | <b>120</b>       | <b>191,1</b>           | <b>95,6</b>        |
| 6        | 150              | 191,5                  | 95,8               |

Kết quả ở bảng 1, cho thấy thời gian thủy phân mỡ cá lỏng càng lớn thì hiệu suất thủy phân càng cao. Thời gian thủy phân tăng từ 30 phút đến 150 phút thì hiệu suất thủy phân tăng gấp 1,7 lần thông qua chỉ số axit. Kết quả thủy phân mỡ cá trong thời gian 150 phút cho hiệu suất khá cao 95,8%. Mặc dù thời gian hơn kém nhau 30 phút nhưng hiệu suất chênh lệch giữa hai khoảng thời gian chỉ đạt 0,02%. Vì vậy, để tiết kiệm thời gian cho quy trình đã chọn thời gian thủy phân mỡ cá lỏng là 120 phút với hiệu suất 95,6%.

**Lựa chọn nhiệt độ cho quá trình thủy phân mỡ cá lỏng**

Nhiệt độ là thông số ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình thủy phân mỡ cá và chất lượng sản phẩm của hỗn hợp axit béo tự do. Tiến hành thủy phân mỡ cá lỏng tại các nhiệt độ: 50; 60; 70; 80 và 90°C. Kết quả thu được trình bày dưới bảng 2.

**Bảng 2.** Ảnh hưởng của nhiệt độ tới quá trình thủy phân mỡ cá lỏng

| TT       | Nhiệt độ (°C) | Chỉ số axit (mg KOH/g) | Axit béo tự do (%) |
|----------|---------------|------------------------|--------------------|
| 1        | 50            | 170,8                  | 85,4%              |
| 2        | 60            | 176,2                  | 88,1%              |
| 3        | 70            | 185,1                  | 92,6%              |
| <b>4</b> | <b>80</b>     | <b>196,1</b>           | <b>98,1%</b>       |
| 5        | 90            | 194,6                  | 97,3%              |

Ở nhiệt độ 80°C, hàm lượng axit béo tự do của mỡ cá lỏng đạt tỷ lệ cao nhất 98,1%. Hàm lượng này có xu hướng giảm khi tăng nhiệt độ lên 90°C, có thể do việc tác động nhiệt trong thời gian dài một số axit béo chưa bão hòa bị chuyển hóa, do vậy phần trăm axit béo tự do thu được bị giảm xuống. Với kết quả thí nghiệm trên, lựa chọn nhiệt độ cho quá trình thủy phân là 80°C.

Từ kết quả của 2 thí nghiệm, đã tiến hành thủy phân mỡ cá bằng phương pháp xà phòng hóa theo các thông số như sau: Mỡ cá được tiến hành thủy phân ở nhiệt độ 80°C trong khoảng thời gian 120 phút. Hỗn hợp axit béo thu được sau quá trình thủy phân được xác định chất lượng theo các chỉ tiêu:

- Cảm quan: hỗn hợp có màu vàng sáng, trong.
- Chỉ số axit: 196,3 mg KOH/g.
- Hàm lượng axit béo tự do: 98,2%
- Chỉ số iot: 108,45 g I<sub>2</sub>/100g.

### 3.3. Nghiên cứu các thông số ảnh hưởng tới quá trình làm giàu Omega-3 bằng phương pháp rửa urê

Hỗn hợp axit béo tự do thu được sau quá trình thủy phân bao gồm các axit béo no, axit béo không no một nối đôi và axit béo không no đa nối đôi. Để tăng hàm lượng Omega-3 trong sản phẩm cần phải tiến hành làm giàu. Đã lựa chọn phương pháp rửa urê để làm giàu vì công nghệ đơn giản, phù hợp với điều kiện nghiên cứu thực tế của phòng thí nghiệm. Tiến hành thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng các yếu tố đến hiệu suất làm giàu. Đánh giá kết quả thông qua chỉ số iod do chỉ số iod biểu thị mức độ không no của dầu mỡ, chỉ số iod càng cao thì mức độ không no càng lớn và ngược lại. Đây là một điểm mới trong nghiên cứu vì việc đánh giá thông qua chỉ số iod có thể được thực hiện dễ dàng trong phòng thí nghiệm, kết quả có độ chính xác cao, ít phụ thuộc và yếu tố khách quan như sự hao hụt dầu do thao tác trong quá trình thí nghiệm khi đánh giá bằng việc xác định khối lượng sản phẩm thu được.

#### **Lựa chọn tỷ lệ urê/axit béo cho quá trình làm giàu**

Tỷ lệ urê/ axit béo là yếu tố ảnh hưởng tới độ tinh sạch và hiệu suất thu hồi của Omega-3. Nếu tỷ lệ này quá nhỏ thì urê sẽ không đủ khả năng tạo phức với tất cả các axit béo no và axit béo không no một nối đôi dẫn đến độ tinh sạch sẽ không cao và ngược lại [5], do đó sẽ làm cho hiệu suất thu hồi các axit béo không no nhiều nối đôi thấp và gây lãng phí đối với urê dư thừa. Thí nghiệm này, đã tiến hành khảo sát với các tỷ lệ urê/axit béo là 1/1; 2/1; 3/1; 4/1; 5/1 trong điều kiện tỷ lệ cồn/hỗn hợp axit béo là 8/1; nhiệt độ kết tinh tạo phức là 4°C. Kết quả thu được ở bảng 3.

**Bảng 3.** Tỷ lệ urê/axit béo thích hợp cho quá trình rửa urê

| TT       | Urê/axit béo (w/w) | Chỉ số iod (g I <sub>2</sub> /100g) |
|----------|--------------------|-------------------------------------|
| 1        | 0/1 (chưa xử lý)   | 108,45                              |
| 2        | 1/1                | 111,46                              |
| 3        | 2/1                | 129,20                              |
| 4        | 3/1                | 134,55                              |
| <b>5</b> | <b>4/1</b>         | <b>148,11</b>                       |
| 6        | 5/1                | 148,80                              |

Kết quả cho thấy với tỷ lệ urê/axit béo 4/1 và 5/1 cho hiệu quả kết tinh cao nhất với chỉ số iod lần lượt là 148,11 và 148,80. Tuy nhiên, sự khác biệt về hiệu suất giữa hai tỷ lệ này là không đáng kể. Đã lựa chọn tỷ lệ urê/hỗn hợp axit béo 4/1 để phù hợp nhất với thực tế, tỷ lệ này được lựa chọn cho các nghiên cứu tiếp theo.

#### **Lựa chọn tỷ lệ EtOH/ure cho quá trình làm giàu**

EtOH 96% là dung môi để hòa tan urê và axit béo tạo điều kiện tiếp xúc giữa urê với các axit béo tốt hơn. Tỷ lệ EtOH/urê cũng ảnh hưởng tới khả năng làm giàu Omega-3 của phương pháp sử dụng. Trong thí nghiệm này, đã khảo sát tỷ lệ EtOH/urê là 7/1; 8/1; 9/1; 10/1 với các thông số khác tỷ lệ urê/axit béo là 4/1, nhiệt độ kết tinh 4°C. Kết quả thu được ở bảng 4.

**Bảng 4.** Tỷ lệ EtOH/hỗn hợp axit béo thích hợp cho quá trình rửa urê

| TT       | Tỷ lệ EtOH/Urê   | Chỉ số iod (g I <sub>2</sub> /100g) |
|----------|------------------|-------------------------------------|
| 1        | 0/1 (chưa xử lý) | 108,45                              |
| 2        | 6/1              | 129,20                              |
| 3        | 7/1              | 141,40                              |
| 4        | 8/1              | 144,71                              |
| <b>5</b> | <b>9/1</b>       | <b>151,53</b>                       |
| 6        | 10/1             | 146,70                              |

Kết quả cho thấy chỉ số iod tăng khi tăng lượng EtOH sử dụng. Thành phần và hiệu suất làm giàu đạt cực đại ở tại tỷ lệ 9/1 và bắt đầu có xu hướng giảm ở tỷ lệ 10/1, chứng tỏ, nếu tăng thêm hàm lượng EtOH thì các axit béo chưa bão hòa đa nối đôi nối chung và Omega-3 nối riêng có khuynh hướng tạo phức với urê làm cho thành phần và hiệu suất tách của nó giảm. Để thu được hàm lượng Omega-3 cao nhất đã chọn tỷ lệ EtOH và hỗn hợp axit béo là 9/1.

**Lựa chọn nhiệt độ cho quá trình rửa urê**

Nhiệt độ có ảnh hưởng đến độ tinh sạch và hiệu suất thu hồi Omega-3, trong quá trình kết tinh. Nhiệt độ quá cao hoặc quá thấp đều làm cho việc hình thành mạng tinh thể gắn các axit béo no và axit béo không no một nối đôi với urê sẽ kém, dẫn tới hiệu suất tạo phức thấp. Hayes và cộng sự, 1998 cho rằng nhiệt độ tạo phức của urê không được quá 25°C [6]. Tham khảo kết quả nghiên cứu của các công bố trên thế giới và điều kiện ở Việt Nam, trong nghiên cứu này đã lựa chọn nhiệt độ kết tinh là 20°C; 4°C; 0°C và -25°C với các thông số còn lại tỷ lệ EtOH/urê là 9/1; tỷ lệ urê/axit béo là 4/1.

**Bảng 5.** Nhiệt độ thích hợp cho quá trình rửa urê làm giàu Omega-3

| TT       | Nhiệt độ kết tinh (°C) | Chỉ số iod (g I <sub>2</sub> /100g) |
|----------|------------------------|-------------------------------------|
| 1        | Chưa rửa urê           | 108,45                              |
| 2        | 20                     | 110,71                              |
| <b>3</b> | <b>4</b>               | <b>157,95</b>                       |
| 4        | 0                      | 153,34                              |
| 5        | -25                    | 137,50                              |

Qua bảng 5 thấy chỉ số iod của sản phẩm kết tinh ở nhiệt độ 4°C là cao nhất. Điều này cũng phù hợp với một số nghiên cứu trước đây của Medina và cộng sự, 1995 khảo sát nhiệt độ kết tinh từ -36°C đến 36°C và nhận thấy rằng 4°C là nhiệt độ kết tinh tối ưu cho quá trình thu nhận EPA và DHA từ dầu cá tuyết [8]. Đã lựa chọn nhiệt độ thích hợp nhất cho quá trình kết tinh tạo phức với urê là 4°C.

### 3.4. Phân tích kết quả hàm lượng Omega-3 của sản phẩm thu được

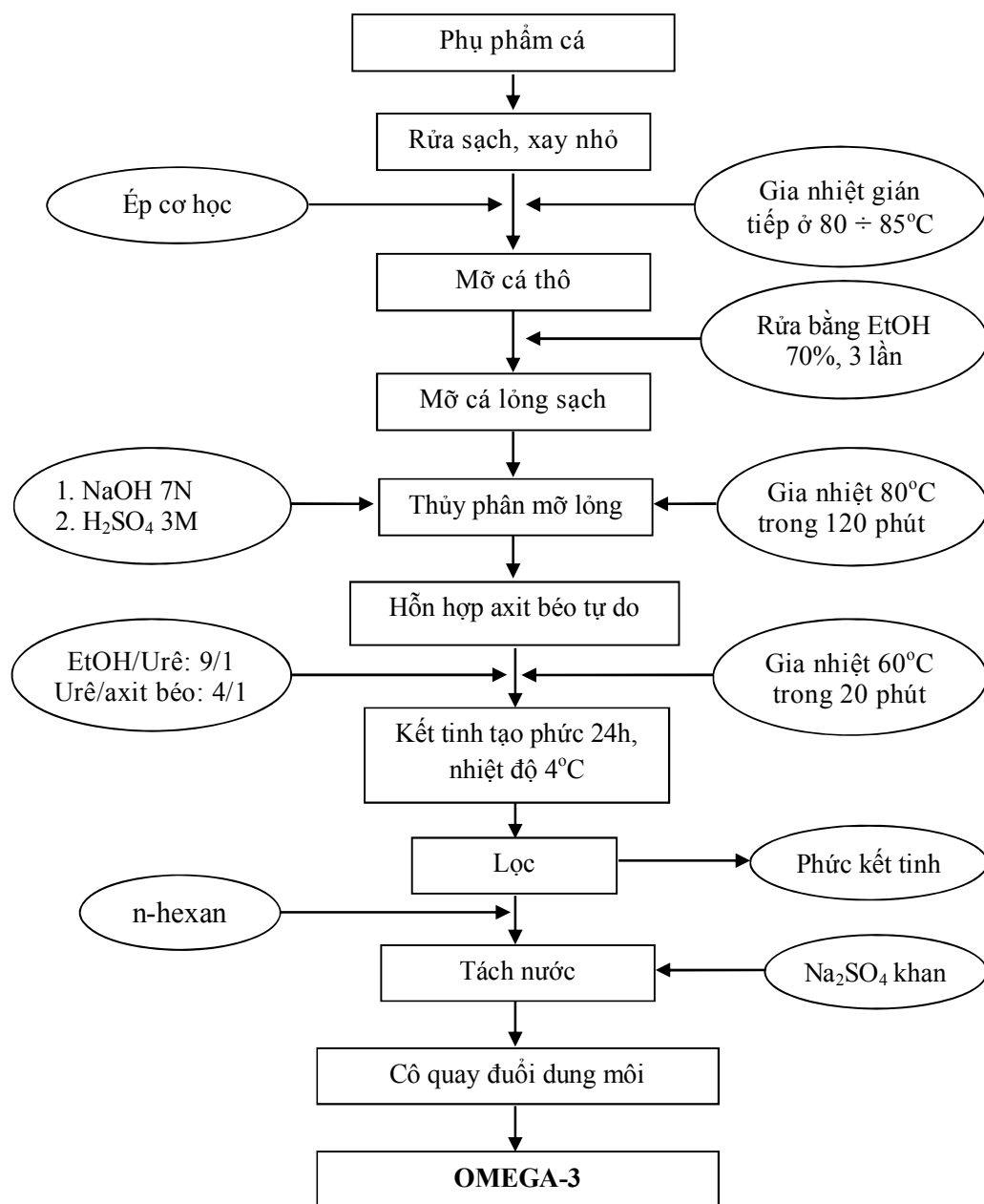
Sau khi nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng, đã tiến hành làm giàu theo các thông số đã được tối ưu. Từ 100g hỗn hợp axit béo ban đầu có chỉ số iot 108,45 g I<sub>2</sub>/100g thu nhận được 32 g dầu có chỉ số iot đạt 157,05 g I<sub>2</sub>/100g. Chỉ số iot tăng lên chứng tỏ chứa nhiều axit béo không no đa nối đôi, các axit béo no và axit béo không no 1 nối đôi đã tách ra qua quá trình làm giàu. Để khẳng định điều này, mẫu thí nghiệm được phân tích bằng sắc ký khí tại Tổng cục Cảnh sát phòng chống tội phạm, Viện Khoa học hình sự. Kết quả phân tích được trình bày ở bảng 6.

**Bảng 6.** Hàm lượng Omega-3 trước và sau làm giàu bằng phương pháp tua urê

| STT                                        | Axit béo    | Tên khoa học                   | Hàm lượng    |
|--------------------------------------------|-------------|--------------------------------|--------------|
| <b>I. Hàm lượng Omega-3 trước làm giàu</b> |             |                                | <b>6,1%</b>  |
| 1.                                         | C18:3 (n-3) | Axit $\alpha$ -linolenic (ALA) | 0,3%         |
| 2.                                         | C20:5 (n-3) | Axit eicosapentaenoic (EPA)    | 1,7%         |
| 3.                                         | C22:6 (n-3) | Axit docosahexaenoic (DHA)     | 4,1%         |
| <b>II. Hàm lượng Omega-3 sau làm giàu</b>  |             |                                | <b>24,5%</b> |
| 1.                                         | C18:3 (n-3) | Axit $\alpha$ -linolenic (ALA) | 1,3%         |
| 2.                                         | C20:5 (n-3) | Axit eicosapentaenoic (EPA)    | 7,2%         |
| 3.                                         | C22:6 (n-3) | Axit docosahexaenoic (DHA)     | 16,1%        |

Dựa vào kết quả phân tích ở bảng 6, nhận thấy rằng, phương pháp làm giàu đạt kết quả khá tốt. Sau quá trình tua urê hàm lượng Omega-3 tăng từ 6,1% lên 24,5%. Hàm lượng EPA + DHA tăng từ 5,8% lên 23,3% sau khi tua. So sánh với một số công trình đã được công bố trước đây, hàm lượng Omega-3 thu được tốt hơn của kết quả Phạm Thị Lan Phương với hàm lượng Omega-3 là 19,523% khi thực hiện phản ứng thủy phân bằng siêu âm hóa [3]; Mai Thị Diệu Thảo đạt 24,05% và Lại Mai Hương với hàm lượng EPA + DHA đạt 22,8% khi sử dụng phương pháp làm giàu bằng kết tinh phân đoạn sử dụng nhiệt độ thấp từ -20°C đến -70°C. Kết quả này cho thấy, phương pháp sử dụng là phù hợp với điều kiện nghiên cứu và cho kết quả tương đối tốt so với một số nghiên cứu đã được công bố trong nước.

Từ những kết quả trên, quy trình tổng quát quá tách chiết Omega-3 trong phòng thí nghiệm được xây dựng như sau:



**Sơ đồ 2.** Quy trình tách chiết Omega-3 từ phụ phẩm trong quá trình chế biến cá ở quy mô phòng thí nghiệm

Sản phẩm Omega-3 đã được phân tích chất lượng thông qua các chỉ số như màu sắc cảm quan, chỉ số axit và chỉ số iot. Kết quả cho thấy Omega-3 thu được có màu vàng sáng, trong; chỉ số axit đạt 195,01 mg KOH/g, và chỉ số iot 157,05g I<sub>2</sub>/100g.

#### 4. KẾT LUẬN

- Chuyển hóa mỡ cá lỏng từ dạng triglycerit thành dạng axit béo tự do bao gồm các axit béo bão hòa và không bão hòa bằng phương pháp thủy phân trong thời gian 120 phút ở nhiệt độ 80°C cho hàm lượng axit béo tự do 98,2%.

- Điều kiện tối ưu cho quá trình làm giàu Omega-3 từ hỗn hợp axit béo bằng phương pháp tủa urê gồm: Tỷ lệ urê/axit béo là 4/1; tỷ lệ EtOH/urê là 9/1, nhiệt độ kết tinh 4°C, thời gian 24h.

- Đã xây dựng quy trình tách Omega-3 từ phụ phẩm cá với hàm lượng Omega-3 sau quá trình làm giàu tăng từ 6,1% lên 24,5% trong đó hàm lượng DHA và EPA chiếm đến 23,2%.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lại Mai Hương, *Kết tinh phân đoạn axit béo không no nhiều nối đôi từ dầu cá trích và cá basa*, Tạp chí hóa học, 2007, **45**(5):559-564.
2. Lê Thị Mỹ Hương. *Sản xuất sản phẩm thủy phân protein từ dầu cá vảy vàng bằng protease thương mại*, Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản, 2012, **2**:25-30.
3. Phạm Thị Lệ Thu, Phạm Thị Lan Phương, *Bước đầu thử nghiệm trích ly Omega-3 từ mỡ cá tra*, Tuyển tập Hội nghị khoa học trẻ ngành thủy sản Toàn quốc lần thứ IV, 2013, **1**:64-69.
4. Lê Ngọc Tú, La Văn Chữ, Đặng Thị Thu, Nguyễn Thị Thịnh, Bùi Đức Hợi, Lê Doãn Diên, *Hóa sinh công nghiệp*, Nxb. Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội, 2004, tr.175-180.
5. Darren J Holub, Bruce J. Holub. *Omega-3 fatty acids from fish oils and cardiovascular disease*, Molecular and Cellular Biochemistry, 2004, **263**:217-225.
6. Hayes D.G., Bengtsson Y.C., Alstine J.M.V., Setterwall F., *Urea complexation for the rapid, ecologically responsible fractionation of fatty acids from seed oil*, J. Am. Oil Chem. Soc, 1998, **75**:1403-1409.
7. Innis, S.M., *Fatty acids and early human development*. Early Human development, 2007, **83**(12):761-766.
8. Medina A.R., Giménez A.G., Camacho F.G., Pérez J.A.S., Grima E.M., Gómez A.C., *Concentration and purification of stearidonic, eicosapentaenoic, and docosahexaenoic acids from cod liver oil and the marine microalga *Isochrysis galbana**, J. Am. Oil Chem. Soc, 1995, **22**:575-583.
9. Shannon E. Ethier, *Producing Omega -3 polysaturated fatty acid from biotiesel waste glycerol by microalgae fermentation*, Biological Systems Engineering, 2010, **65**:7-21.



10. Shucheng Liu, Chaohua Zhang, Pengzhi Hong, Hongwu Ji, *Concentration of docosahexanoic acid (DHA) and eicosapentaenoic acid (EPA) of tuna oil by urea complexation: optimazation of process parameters*, Journal of food engineering, 2006, **73**:203-209.

## SUMMARY

### EXTRACTION OF OMEGA-3 FROM BY-PRODUCT OF FISH PROCESSING

In this paper, extraction of Omega-3 fatty acid from by-product of fish processing is studied. The by-product of fish processing is cleaned and heated at 80°C for collecting liquid fat. It is then transfered to free fatty acid by chemical reaction at temperature 80°C for 120 minutes. The enrichment process of Omega-3 fatty acid from free fatty acid by urea complexation is studied. The optimum conditions are: the urea/fatty acid ratio is 4/1; the ethanol/urea ratio is 9/1; the crystallization time is 24h and the crystallization temperature is 4°C. The content of Omega-3 fatty acid is 24,5% of total polyunsaturated fatty acids, DHA and EPA account for 16,1% and 7,2%, respectively.

*Từ khóa: Omega-3, DHA, EPA, fish waste.*

*Nhận bài ngày 08 tháng 6 năm 2015*

*Hoàn thiện ngày 12 tháng 9 năm 2015*

*Phân viện Công nghệ Sinh học, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga*