

# Phân tích nhóm hợp chất peflo hóa trong các loại mẫu môi trường: nước, trầm tích, cá bằng phương pháp sắc ký lỏng khối phổ hai lần

Nguyễn Thúy Ngọc, Phan Đình Quang, Lê Hữu Tuyển, Trương Thị Kim, Phùng Thị Vĩ, Phạm Hùng Việt, Dương Hồng Anh\*

*Phòng thí nghiệm Trọng điểm Công nghệ Phân tích phục vụ kiểm định môi trường và an toàn thực phẩm, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 06 tháng 9 năm 2017

Chỉnh sửa ngày 15 tháng 9 năm 2017; Chấp nhận đăng ngày 20 tháng 9 năm 2017

**Tóm tắt:** 12 hợp chất PFCs thuộc nhóm axit peflocacboxylic và muối pefloankyl sunfonat (chứa 4 đến 12 nguyên tử C trong phân tử) trong các mẫu môi trường nước, trầm tích và cá đã được phân tích bằng sắc ký lỏng ghép nối khối phổ 2 lần (LC-MS/MS) kết hợp với xử lý mẫu bằng kỹ thuật chiết pha rắn sử dụng cột trao đổi anion yếu (WAX). Kết quả thẩm định phương pháp cho thấy, đối với mẫu nước và mẫu cá, cả 12 PFCs được phân tích cho hiệu suất thu hồi tốt từ 87 tới 112% (4-17% CV) và 81-125% (3-12% CV), tương ứng. Đối với mẫu trầm tích, qui trình phân tích đáng tin cậy cho 10 hợp chất PFCs với hiệu suất thu hồi trong khoảng 80-121% (3-16% CV) ngoại trừ PFUDA và PFDa. Giới hạn định lượng đối với 12 PFCs dao động từ 0,06 đến 0,6 ng/L cho mẫu nước và từ 0,01 đến 0,06 ng/g cho mẫu trầm tích và mẫu cá.

*Từ khóa:* PFCs, LC-MS/MS, nước, trầm tích, cá.

## 1. Giới thiệu

Các hợp chất peflo hóa (PFCs) là những chất hữu cơ mà trong phân tử tất cả các liên kết C-H được thay thế bằng liên kết C-F. PFC có nguồn gốc từ công nghiệp thuộc nhóm chất hoạt động bề mặt dạng anion và trung tính được sử dụng rộng rãi trong các ngành dệt may, xi mạ, khai thác mỏ, hóa dầu và được sử dụng làm lớp phủ, bọt chống cháy, chất lỏng thủy lực và chất diệt côn trùng từ những năm 1950 [1,4]. Các PFC được chia thành một số nhóm chính như:

axit peflocacboxylic (PFCAs), pefloankyl sunfonat (PFASs), peflosunfoamit (PFSAAs) và flotelome ancol (FTOHs). Trong đó hai chất đặc trưng là PFOA (axit peflooctanoic) và PFOS (muối peflooctansunfonat) thuộc nhóm chất PFCAs và PFASs được tìm thấy trong hầu hết mẫu môi trường.

Sự tích lũy của các PFCs trong cơ thể không tuân theo quy luật chung như các hợp chất ô nhiễm hữu cơ bền vững (POPs) khác, chúng không tích lũy trong mô mỡ mà chủ yếu liên kết với protein trong máu và gan. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra tác hại của các PFCs tới sức khỏe sinh sản của con người như làm suy giảm số lượng tinh trùng [5] và làm giảm khả

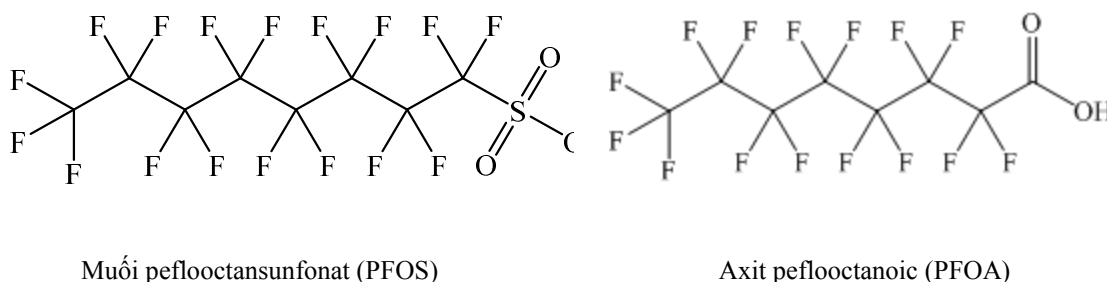
\* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-912380373.

Email: hoanggianga0@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1140/vnunst.4656>

năng mang thai [6]. Các nghiên cứu khác đã chỉ ra sự phơi nhiễm PFOS và PFOA trước khi sinh sẽ làm giảm sự tăng trưởng của thai nhi như giảm trọng lượng và kích thước khi sinh [7,8]. Đối với trẻ em bị phơi nhiễm PFCs thì cũng quan sát được các biểu hiện của chứng rối loạn tăng động giảm chú ý [9]. Xem xét sự có mặt trong môi trường trên diện rộng và tiềm năng gây ảnh hưởng sức khỏe con người, EPA đã ban hành các khuyến cáo y tế ngắn hạn tạm thời cho PFOS (200 ng/L) và PFOA (400 ng/L)

trong nước uống và đang phát triển chuẩn tiếp xúc mãn tính đối với con người [10]. Nhóm PFCs có đặc tính tương tự như các POPs nên hai trong số các PFCs này (muối peflooctansunfonat (PFOS) và peflooctansunfonyl florua (PFOSF)) đã được bổ sung vào Phụ lục B của Công ước Stockholm năm 2009. Điều này đặt ra nhu cầu quan trắc thường xuyên các hợp chất PFCs - những chất POPs mới trong môi trường, đặc biệt là các quốc gia tham gia Công ước như Việt Nam.



Hình 1. Công thức hóa học của PFOS và PFOA.

Bài báo này trình bày việc thẩm định quy trình phân tích 12 hợp chất PFCs thuộc nhóm axit peflocacboxylic và pefloankyl sunfonat trong các loại mẫu môi trường: nước, trầm tích, cá bằng phương pháp sắc ký lỏng (LC) ghép nối với khối phổ hai lần (MS/MS) kết hợp với quá trình xử lý mẫu bằng chiết siêu âm và chiết pha rắn. Quy trình phân tích mẫu được áp dụng theo qui trình chuẩn quốc tế ISO 25101:2009 [2] và hướng dẫn của dự án hợp tác với Trường đại học liên hợp quốc (UNU Nhật Bản) về phân tích các hợp chất PFCs [3].

## 2. Thục nghiệm

### 2.1. Hóa chất

Hỗn hợp chất chuẩn và chất nội chuẩn gốc được sử dụng là: hỗn hợp PFAC-MXB 2ppm (Wellington Lab) gồm 13 hợp chất axit peflocacboxylic (từ C4-C14, C16 và C18) và 4 hợp chất pefloankyl sunfonat (C4, C6, C8 và C10) và hỗn hợp MPFAC-MXA 2 ppm

(Wellington Lab) gồm 7 hợp chất  $^{13}\text{C}$  axit peflocacboxylic (C4, C6, C8, C9, C10, C11 và C12) và 2 hợp chất  $^{18}\text{O}$ ,  $^{13}\text{C}$  pefloankyl sunfonat (C6 và C8). Cột chiết pha rắn là loại trao đổi anion yếu WAX (225 mg) Oasis, Water, Mỹ. Các hóa chất, dung môi sử dụng đều là loại tinh khiết phân tích.

### 2.2. Quy trình xử lý mẫu

*Quy trình xử lý mẫu nước:* Trước khi chiết, mẫu nước được lọc qua màng lọc thủy tinh để loại cặn lơ lửng. Phần metanol sau khi ngâm cặn lơ lửng được gộp với phần mẫu đã lọc. Mẫu sau đó được thêm 50  $\mu\text{L}$  dung dịch nội chuẩn (IS) nồng độ 100 ppb và được cho chảy qua cột WAX. Sau khi kết thúc, cột được làm khô bằng chân không và dùng 4 mL hỗn hợp amoniac 0,1% trong metanol để rửa giải các PFC. Dịch rửa giải được cô về 1 mL bằng thiết bị thổi nitơ, lọc qua màng lọc nylon 0,2  $\mu\text{m}$  x d.10 mm cho vào lọ bơm mẫu 1,5 mL.

*Quy trình xử lý mẫu trầm tích:* Mẫu trầm tích được cân ướt với khối lượng 5 g cho vào

ống nghiệm PP 50 mL, thêm 50 µL chất nội chuẩn nồng độ 100 ppb vào ống nghiệm và 10 mL dung dịch 20% metanol trong nước. Ống nghiệm chứa mẫu được lắc bằng máy Vortex trong 2 phút và đem chiết siêu âm trong 10 phút. Mẫu được ly tâm ở 5000 vòng/phút trong 10 phút. Dịch chiết phía trên được chuyển sang ống nghiệm PP mới, phần mẫu được cho thêm 10 mL dung dịch 20% metanol trong nước và lặp lại bước chiết như trên. Hút phần dịch chiết trong vào ống nghiệm 50 mL có chứa dịch chiết lần 1. Định mức ống nghiệm chứa dịch chiết tới 25 mL bằng dung dịch 20% MeOH trong nước. Dịch chiết mẫu trầm tích được cho qua cột WAX đã được hoạt hóa. Cột chiết sau đó được rửa với 4 mL metanol để loại bỏ chất bẩn và các PFCs được rửa giải ở phân đoạn tiếp theo với 4 mL 0,1% amoniac/metanol. Mẫu được cô về 1 mL bằng khí N<sub>2</sub> và lọc qua màng lọc nylon 0,2 µm x d.10 mm cho vào lọ bơm mẫu 1,5 mL. Đối với qui trình xử lý mẫu trầm tích, độ ẩm của mỗi mẫu được xác định để tính toán hàm lượng PFCs trên khối lượng trầm tích khô.

*Qui trình xử lý mẫu cá:* Mẫu cá mang về phòng thí nghiệm được rửa sạch. Phần thịt cá được thái lát mỏng và xay nhuyễn. Cân 5 g mẫu cá cho vào ống nghiệm PP 50 mL, thêm 50µL chất nội chuẩn nồng độ 100 ppb vào ống

nghiệm và 10 mL dung dịch metanol. Ống nghiệm chứa mẫu được lắc bằng máy Vortex trong 2 phút và đem chiết siêu âm trong 10 phút. Mẫu được ly tâm ở 5000 vòng/phút trong 10 phút. Dịch chiết phía trên được chuyển sang bình cầu 250 mL, phần mẫu được cho thêm 10 mL dung dịch metanol và lặp lại bước chiết như trên. Gộp phần dịch chiết của 2 lần và được cô cất chân không về khoảng 1-2 mL. Dịch cô được hút sang ống nghiệm PP, tổng thể tích tráng bình cầu và dịch chiết đúng 5 mL. 20 mL nước được thêm vào 5 mL dịch chiết mẫu cá để được tổng thể tích đạt 25 mL với 20% metanol trong nước. Dịch chiết được cho qua cột WAX tương tự với xử lý mẫu trầm tích ở phần trên.

### 2.3. Điều kiện phân tích trên LC/MS-MS

Các hợp chất PFCs trong nghiên cứu này được phân tích trên thiết bị sắc ký lỏng ghép nối 2 lần khối phổ LC-MS/MS 8040 của Shimadzu Nhật Bản sử dụng cột tách: Poroshell 120, EC-C18 (2.1 mm I.D. × 150 mm L, 2,7 µm) và cột bảo vệ EC-C18, Agilent, Mỹ. Chương trình dung môi được sử dụng với pha động A: 2 mmol/L ammoni axetat/metanol (9:1/v:v) và pha động B: metanol. Các thông số MS/MS được sử dụng cho phân tích PFCs được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Các thông số MS/MS cho phân tích PFCs

TT	Tên chất	Ký hiệu	Ion mẹ (m/z)	Ion thứ cấp (m/z)	Thế Q1 (V)	Thế CE (V)	Thế Q3 (V)
1	Muối peflohexansunfonat- <sup>13</sup> C, <sup>18</sup> O	MPFHxS	403	73,9/102,9	19/19	49/39	28/15
2	Muối peflooctansunfonat- <sup>13</sup> C, <sup>18</sup> O	MPFOS	503	79,9/99,1	24/24	55/48	29/15
3	Axit peflobutanoic- <sup>13</sup> C	MPFBA	217	172,05	22	8	29
4	Axit peflohexanoic- <sup>13</sup> C	MPFHxA	314,95	270,15/119,15	15/15	8/20	25/20
5	Axit peflooctanoic- <sup>13</sup> C	MPFOA	416,95	372,05/172,2	20/20	10/19	23/30
6	Axit peflononanoic- <sup>13</sup> C	MPFNA	467,95	423,1/219,15	22/22	10/16	26/20
7	Axit peflodecanoic- <sup>13</sup> C	MPFDA	514,9	469,95/219,10	24/24	11/19	30/19
8	Axit peflundecanoic- <sup>13</sup> C	MPFUdA	564,9	519,95/169,1	28/28	11/26	34/28
9	Axit peflododecanoic- <sup>13</sup> C	MPFDoA	614,9	569,9/169,1	30/30	12/30	36/28
1	Axit peflobutanoic	PFBA	212,85	169,05/18,90	22/22	10/42	28/16
2	Axit peflopentanoic	PFPeA	262,85	219/19,2	27/27	8/45	19/18
3	Axit peflohexanoic	PFHxA	312,8	269/118,95	22/22	9/21	25/18
4	Axit pefloheptanoic	PFHpA	362,8	319/169,15	25/25	9/18	30/29
5	Axit peflooctanoic	PFOA	412,8	368,95/169,05	20/20	10/19	22/28
6	Axit peflononanoic	PFNA	462,8	418,95/219,05	22/22	10/17	26/20

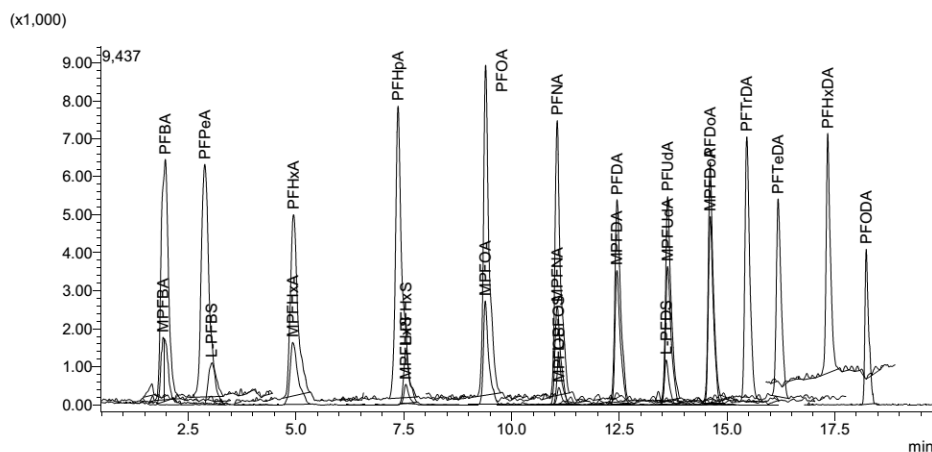
7	Axit peflodecanoic	PFDA	512,85	469,2/219,1	24/24	11/19	30/12
8	Axit peflundecanoic	PFUdA	562,8	518,95/269,1	40/40	12/17	34/26
9	Axit peflododecanoic	PFDoA	612,8	568,95/318,75	22/22	12/20	38,29
10	Muối peflobutansunfonat	L-PFBS	298,85	80,05/99,05	20/20	40/35	29/15
11	Muối peflohexansunfonat	L-PFHxS	398,8	79,95/98,95	27/27	46/35	28/16
12	Muối peflooctansunfonat	L-PFOS	498,85	80,15/99,05	24/24	50/43	28/15

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Đường chuẩn

12 hợp chất PFCs được phân tích định lượng trong nghiên cứu này bao gồm 9 axit peflocacboxylic từ C<sub>4</sub> đến C<sub>12</sub> và 3 muối pefloankyl sunfonat C<sub>4</sub>, C<sub>6</sub> và C<sub>8</sub> sử dụng 9 chất

nội chuẩn như đã trình bày trong bảng 1. Đường chuẩn 6 điểm được lập trong khoảng nồng độ từ 0,5 ng/mL tới 20 ng/mL của từng PFCs và nồng độ từng IS là 5 ng/mL, hệ số tương quan (R<sup>2</sup>) đạt được của các đường chuẩn đều lớn hơn 0,99.



Hình 2. Sắc ký đồ dung dịch chuẩn chứa 12 hợp chất PFCs và 9 IS ở nồng độ 5 ppb.

#### 3.2. Giới hạn phát hiện và định lượng

Giới hạn phát hiện (LOD) và giới hạn định lượng (LOQ) của thiết bị đối với 12 PFCs được xác định bằng cách bơm lặp lại 5 lần dung dịch chuẩn có nồng độ PFCs 0,5 ng/mL và dựa trên giá trị độ lệch chuẩn (SD) của các lần bơm. Giá trị LOD được xác định bằng 3 lần SD và giá trị LOQ bằng 10 lần SD. Giới hạn phát hiện của phương pháp (MDL) đối với từng PFC sẽ được tính trên cơ sở giá trị LOD và hệ số làm giàu trong quá trình xử lý đối với mỗi loại mẫu. Các giá trị MDL của từng PFC thu được trong khoảng 0,06 – 0,56 ng/L đối với mẫu nước,

0,01 – 0,06 ng/g đối với mẫu cá và 0,01 – 0,06 ng/g đối với mẫu trầm tích.

#### 3.3. Hiệu suất thu hồi, độ đúng, độ lặp của phương pháp

Chất chuẩn PFCs được thêm vào 4 mẫu nước deion với nồng độ 10 ng/L mẫu. Các mẫu được phân tích theo qui trình xử lý đã mô tả mục 2.2 và định lượng bằng thiết bị LC-MS/MS. Hiệu suất thu hồi của các PFCs trong mẫu nước nằm trong khoảng 87-112% với phần trăm sai số CV (%) dao động từ 4-17%.

Bảng 2. Giá trị giới hạn phát hiện của phương pháp phân tích PFCs trong mẫu nước, cá, trầm tích

TT	Tên chất	LOD (ng/mL)	LOQ (ng/mL)	MDL (ng/L)	MDL (ng/g)	MDL (ng/g)	TT	Tên chất	LOD (ng/mL)	LOQ (ng/mL)	MDL (ng/L)	MDL (ng/g)	MDL (ng/g)
				Mẫu nước	Mẫu cá	Mẫu trầm tích					Mẫu nước	Mẫu cá	Mẫu trầm tích
1,	PFBA	0,05	0,17	0,34	0,03	0,03	7,	PFDA	0,05	0,16	0,32	0,03	0,03
2,	PFPeA	0,02	0,06	0,11	0,01	0,01	8,	PFUdA	0,06	0,19	0,39	0,04	0,04
3,	PFHxA	0,02	0,07	0,14	0,01	0,01	9,	PFDoA	0,03	0,10	0,20	0,02	0,02
4,	PFHpA	0,01	0,03	0,06	0,01	0,01	10,	L-PFBS	0,08	0,26	0,52	0,05	0,05
5,	PFOA	0,02	0,06	0,13	0,01	0,01	11,	L-PFHxS	0,09	0,28	0,56	0,06	0,06
6,	PFNA	0,03	0,11	0,22	0,02	0,02	12,	L-PFOS	0,03	0,09	0,19	0,02	0,02
Khối lượng mẫu:				500 mL	5g	5g	Khối lượng mẫu:				500mL	5g	5g

Việc khảo sát hiệu suất thu hồi khi phân tích mẫu trầm tích được thực hiện trên nền mẫu trầm tích lấy tại hồ Yên Sở và hồ Tây. 5 mẫu trầm tích được thêm chuẩn PFCs 50µL nồng độ 100 ppb. Các mẫu trầm tích nền và mẫu thêm chuẩn được xử lý và phân tích theo quy trình mô tả mục 2.2. Hiệu suất thu hồi của các chất phân tích trong nền mẫu trầm tích được tính dựa trên kết quả phân tích mẫu thêm chuẩn, mẫu nền và lượng thêm chuẩn. Trong số các PFC phân tích, chỉ ngoại trừ PFUdA và

PFDoA, hiệu suất thu hồi trung bình của từng PFCs trên nền trầm tích thu được từ 80% đến 121% với phần trăm sai số CV (%) là 3-16%. Riêng đối với PFUdA và PFDoA không xác định được hiệu suất thu hồi vì bị mất trong quá trình xử lý mẫu. Đặc biệt, hai nội chuẩn tương ứng là MPFUdA và MPFDoA chỉ thu được từ 10-20% lượng thêm vào làm việc định lượng hai chất PFUdA và PFDoA không chính xác. Do vậy, qui trình phân tích không định lượng được hai chất này.

Bảng 3. Hiệu suất thu hồi của mẫu nước, mẫu trầm tích và mẫu cá

STT	Tên chất	Mẫu nước			Mẫu trầm tích			Mẫu cá		
		Nồng độ thêm	H% (n=4)	CV (%)	Nồng độ thêm	H% (n=5)	CV (%)	Nồng độ thêm	H% (n=4)	CV (%)
1	PFBA	10 ng/L	87	11	1 ng/g	80	8	1 ng/g	88	8
2	PFPeA	10 ng/L	98	7	1 ng/g	105	7	1 ng/g	104	11
3	PFHxA	10 ng/L	106	5	1 ng/g	112	8	1 ng/g	117	9
4	PFHpA	10 ng/L	102	5	1 ng/g	121	8	1 ng/g	109	6
5	PFOA	10 ng/L	105	4	1 ng/g	115	6	1 ng/g	114	3
6	PFNA	10 ng/L	112	9	1 ng/g	120	14	1 ng/g	117	9
7	PFDA	10 ng/L	108	8	1 ng/g	119	6	1 ng/g	112	6
8	PFUdA	10 ng/L	109	12	1 ng/g	-	-	1 ng/g	125	4
9	PFDoA	10 ng/L	107	11	1 ng/g	-	-	1 ng/g	110	8
10	L-PFBS	10 ng/L	95	7	1 ng/g	86	14	1 ng/g	96	3
11	L-PFHxS	10 ng/L	99	7	1 ng/g	93	7	1 ng/g	101	12
12	L-PFOS	10 ng/L	87	17	1 ng/g	112	3	1 ng/g	81	12

(-): không xác định được

Hiệu suất thu hồi của các PFC trong mẫu cá được xác định bằng cách thêm chuẩn PFCs với nồng độ 1 ng/g vào mẫu thịt cá ướp. Bốn loại nền thịt cá bao gồm: cá chép, cá trê, cá trôi, cá mè được sử dụng để thêm chuẩn. Hiệu suất thu hồi của cả 12 PFC trên nền mẫu cá thu được từ 81% đến 125% với phần trăm sai số dao động từ 3-12%.

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu đã thẩm định phương pháp phân tích 12 hợp chất PFC thuộc nhóm axit peflocacboxylic và muối pefloankyl sunfonat trong các loại mẫu nước, cá, trầm tích. Trong quy trình xử lý mẫu, PFCs được chiết, làm sạch và làm giàu từ mẫu nước bằng phương pháp chiết pha rắn sử dụng cột trao đổi anion yếu (WAX), mẫu cá và trầm tích PFCs được chiết bằng siêu âm với metanol, tiếp theo được làm sạch, làm giàu trên cột WAX. Sau khi xử lý mẫu, các PFC được định lượng bằng LC-MS/MS. Các giá trị đánh giá phương pháp như hiệu suất thu hồi, độ lặp lại trên nền mẫu thực, giới hạn phát hiện đã cho thấy các phương pháp trên đủ khả năng để sử dụng cho việc phân tích mẫu môi trường thực tế. Phương pháp cũng đã được đánh giá qua đợt kiểm tra liên phòng thí nghiệm quốc tế lần thứ 3 (IL2016-POPs) do UNEP tổ chức cho kết quả đáng tin cậy của các phép phân tích PFCs với chỉ số z-score nằm trong khoảng  $\pm 2$ .

#### Lời cảm ơn

Nghiên cứu thực hiện trong khuôn khổ dự án “*Quan trắc và quản lý các hợp chất POPs ở Châu Á*” được điều phối bởi trường Đại học Liên hiệp Quốc UNU và được tài trợ một phần kinh phí từ tập đoàn Shimadzu, Nhật Bản,

#### Tài liệu tham khảo

- [1] Phùng Thị Vĩ, Lê Hữu Tuyền, Nguyễn Thúy Ngọc, Phan Đình Quang, Phạm Thị Chung, Nguyễn Thị Thu Hương, Dương Hồng Anh, Phạm Hùng Việt, Khảo sát sơ bộ hàm lượng của các hợp chất peflo hóa (PFCs) trong nước mặt tại một số làng nghề dệt nhuộm phía Bắc Việt Nam, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 31(4), (2015) 90-97
- [2] Water quality - Determination of perfluorooctanesulfonate (PFOS) and perfluorooctanoate (PFOA) - method for unfiltered sample using solid phase extraction and liquid chromatography/mass spectrometry, International standard – ISO-25101, (2009)
- [3] UNU Training workshop: Analysis of PFCs in water, sediment and fish by LC/MS/MS method, in the frame of project “Monitoring and Management of POPs in Asia”, (2013) and (2016)
- [4] Kristen J.Hansen, Lisa A. Clemen, Mark E. Ellefson and Harold O. Johnson, Compound-Specific, Quantitative characterization of Organic Fluorochemicals in Biological matrices, Environ. Sci. Technol. 35 (2001) 766-770[5].
- [5] Joensen, U. N., Bossi, R., Leffers, H., Jensen, A. A., Skakkebaek, N. E., Jorgensen, N, Do perfluoroalkyl compounds impair human semen quality?”, Environ. Health Perspect 117(6), (2009) 923–927
- [6] Fei, C. et al. , Maternal levels of perfluorinated chemicals and subfecundity, Human Reproduction Update 24, (2009)1200-1205
- [7] Apelberg, B. J., Witter, F. R., Herbstman, J. B., Calafat, A. M., Halden, R. U., Needham, L. L., Goldman, L. R, Cord serum concentrations of perfluorooctane sulfonate (PFOS) and perfluorooctanoate (PFOA) in relation to weight and size at birth, Environ. Health Perspect 115(11), (2007) 1670–1676
- [8] Washino N et al., Correlations between prenatal exposure to perfluorinated chemicals and reduced fetal growth”, Environmental Health Perspective 117, (2009) 660-667
- [9] Hoffman K. et al., Exposure to polyfluoroalkyl chemicals and attention deficit hyperactivity disorder in U.S. Children aged 12-15 years, Environmental Health Perspective 118(12), (2010)1762-1767
- [10] C.T.A. Moermond, E.M.J. Verbruggen, C.E. Smit, Environmental risk limits for PFOS, Report 601714013/(2010), National Institute for the Public Health and the Environment, the Netherlands

## Analytical Method Applied for Perfluorinated Chemicals in Water, Sediment and Fish by Liquid Chromatography with Tandem Mass Spectrometry

Nguyen Thuy Ngoc, Phan Dinh Quang, Lê Huu Tuyen, Truong Thi Kim, Phung Thi Vi, Pham Hung Viet, Duong Hong Anh

*VNU Key Laboratory of Analytical Technology for Environmental Quality and Food Safety Control, VNU University of Science, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội*

**Abstract:** 12 perfluorinated chemicals including perfluorocarboxylic acids and perfluoroalkyl sulfonates (containing C4 to C12) in environmental media such as water, sediment, and fish were determined by liquid chromatography with tandem mass spectrometric detector (LC-MS/MS) using weak anion exchange cartridge (WAX) in solid phase extraction for sample preparation. The result of method validation showed that the recoveries of 12 PFCs for water and fish samples were in a range from 87 to 112% (4-17% CV) and a range from 81 to 125% (3-12% CV), respectively. The method was a reliable analysis for 10 PFCs compounds of sediment sample which received the recoveries in a range from 80 to 121% (3-16% CV), except PFUDA and PFDOA. The detection limits of 12 PFCs were from 0.06 to 0.6 ng/L for water and from 0.01 to 0.06 ng/g for sediment and fish samples.

*Keywords:* PFCs, LC-MS/MS, water, sediment, fish.