

ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG VÀ RỦI RO MÔI TRƯỜNG DO TÍCH TỤ HYDROCARBON THƠM ĐA VÒNG (PAH) TRONG TRẦM TÍCH LƯU VỰC HẠ LƯU SÔNG MÊ KÔNG

NGUYỄN TRỌNG HIỆP ⁽¹⁾, VŨ THỊ MINH CHÂU ⁽¹⁾, LÊ ĐỨC MẠNH ⁽¹⁾,
MAI QUANG TUYẾN ⁽¹⁾, NGUYỄN ĐỨC THỊNH ⁽¹⁾, TRẦN THỊ LỆ THU ⁽¹⁾,
LÊ MINH TUẤN ⁽²⁾, NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG ⁽²⁾, NGUYỄN LÊ KIM PHỤNG ⁽²⁾

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hydrocarbon thơm đa vòng (PAH) là những hợp chất hóa học bao gồm các vòng thơm hợp nhất và không chứa dị nguyên tử hoặc nhóm thế. Hiện nay, PAH là mối quan tâm đặc biệt bởi vì chúng được phân bố rộng rãi trong môi trường và nhiều hợp chất trong nhóm hợp chất PAH có tính độc hại và gây ung thư. Cho đến nay, hơn 100 PAH trong tự nhiên đã được xác định, nhưng trong đó có 16 PAH được Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (USEPA) ưu tiên coi là chất gây ô nhiễm, bao gồm: naphthalen (NAP), acenaphthylene (ACY), acenaphthen (ACE), fluorene (FLU), phenanthrene (PHE), anthracene (ANT), fluoranthene (FLT), pyrene (PYR), benzo[a]anthracene (BaA), chrysene (CRY), benzo[b]fluoranthene (BbF), benzo[k]fluoranthene (BkF), benzo[a]pyrene (BaP), indeno[1,2,3-c,d]pyrene (IND), dibenzo[a,h]anthracene (DBA), benzo[g,h,i]perylene (BgP), đặc biệt, BaP được Cơ quan Nghiên cứu Ung thư Quốc tế (IARC, 1983) xếp vào nhóm đầu tiên, là chất gây ung thư cho con người [1]. PAH được tạo ra bởi quá trình đốt cháy không hoàn toàn chất hữu cơ, chúng cũng được hình thành trong quá trình xử lý nhiệt của thực phẩm, chẳng hạn như nướng, chiên và hun khói. Do đó, một số các quốc gia đã quy định các giới hạn cho hàm lượng PAH có trong những thực phẩm khác nhau. Liên minh Châu Âu (EU) đã thiết lập mức tối đa đối với BaP và PAH4 (tổng của BaP, BaA, CRY và BbF). Mức tối đa của BaP và PAH4 được cho phép là 1 µg/kg trong thực phẩm cho trẻ sơ sinh và trẻ nhỏ.

Theo Ủy Ban sông Mê Kông Việt Nam, hạ lưu sông Mê Kông vào lãnh thổ Việt Nam chia thành hai nhánh theo dòng chảy từ Tây Bắc xuống Đông Nam: bên phải là sông Hậu và bên trái sông Tiền, mỗi sông dài khoảng 225 - 230 km. Sông Tiền và sông Hậu chảy qua địa phận các tỉnh, thành: Đồng Tháp, Tiền Giang, Bến Tre, An Giang, Cần Thơ, Vĩnh Long, Hậu Giang, Trà Vinh và Sóc Trăng. Sông Mê Kông chảy vào lãnh thổ Việt Nam đem lại nhiều lợi ích cho trồng trọt và thủy sản, nhất là trong mùa lũ, vừa cung cấp nước tưới, phù sa, rửa phèn cho đất nông nghiệp, vừa là mạng lưới giao thông và có tiềm năng rất lớn về du lịch.

Tuy nhiên, cùng với sự phát triển kinh tế - xã hội cũng như công nghiệp hóa, hiện đại hóa nông nghiệp, du lịch, dịch vụ trong những năm gần đây kéo theo nhiều vấn đề về ô nhiễm môi trường, nhất là môi trường nước sông. Các nguồn ô nhiễm có thể có nguồn gốc từ các hoạt động nhân sinh tại chỗ, sự xâm nhập từ biển và cũng có thể là các nguồn ô nhiễm xuyên biên giới. Các chất ô nhiễm có thể lan truyền theo dòng chảy và tích tụ trong trầm tích sông và nguy cơ tác động tới hệ sinh thái là rất lớn, trong đó ô nhiễm gây ra bởi các hợp chất hydrocarbon thơm đa vòng (PAH) là

một trong những vấn đề được quan tâm do chúng thường là sản phẩm của các hoạt động công nghiệp, giao thông và đốt cháy nhiên liệu, PAH có thể tích tụ trong trầm tích và gây ô nhiễm nguồn nước, ảnh hưởng đến hệ sinh thái thủy sinh. Hiện nay, nghiên cứu về PAH trong trầm tích vùng hạ lưu sông Mê Kông trong lãnh thổ Việt Nam cũng như phía trên thượng nguồn còn hạn chế. Do đó, nghiên cứu PAH trong trầm tích giúp đánh giá mức độ ô nhiễm và chất lượng môi trường, điều này rất quan trọng để góp phần đưa ra các biện pháp quản lý và bảo vệ môi trường hiệu quả [2].

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

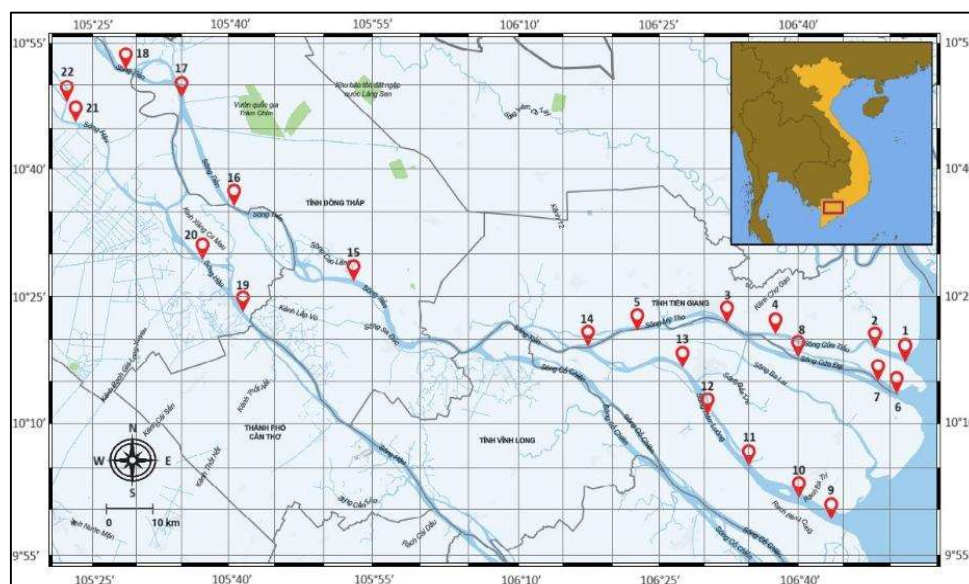
2.1. Phương pháp thu mẫu và phân tích PAH trong mẫu trầm tích

2.1.1. Thu mẫu trầm tích

Mẫu trầm tích được lấy bằng gầu lấy mẫu trầm tích Petite Ponar Wildco, Model: 3-1728-G30. Nghiên cứu đã tiến hành thu tổng cộng 61 mẫu trầm tích tại 22 vị trí dọc theo lưu vực sông Mê Kông trên địa bàn các tỉnh Tiền Giang, Bến Tre, Đồng Tháp và An Giang. Lựa chọn phương pháp lấy mẫu theo mặt cắt ngang sông, mỗi vị trí lấy mẫu tại 2 điểm hai bên bờ và 1 điểm giữa sông.

Khu vực lấy mẫu số một là vùng trung và hạ lưu sông Tiền và các nhánh của nó đổ ra cửa Tiểu và cửa Đại, nhánh sông Hàm Luông đổ ra cửa Hàm Luông, thuộc địa bàn các tỉnh Tiền Giang, Bến Tre, khu vực này chịu ảnh hưởng của chế độ nước từ thượng nguồn và thủy triều.

Khu vực lấy mẫu số hai là vùng thượng lưu sông Tiền và sông Hậu, thuộc địa bàn các tỉnh Đồng Tháp và An Giang, khu vực này chủ yếu chịu ảnh hưởng bởi chế độ nước từ thượng nguồn. Sơ đồ vị trí lấy mẫu được trình bày trong Hình 1.



Hình 4. Sơ đồ vị trí lấy mẫu

2.1.2. Phân tích PAH trong mẫu trầm tích [3]

Tại phòng thí nghiệm, mẫu được xử lý và phân tích bằng phương pháp sắc kí khí ghép nối với khối phổ (GC/MSMS), quy trình phân tích được xây dựng dựa theo US EPA Method 8270E và AOAC 2007.01.

- Thiết bị chính: Sắc kí khí (TRACE 1310 Gas Chromatograph, Thermo) ghép nối khối phổ (TSQ 9000 Mass Spectrometer, Thermo).

- Hóa chất; chất chuẩn sử dụng: acetonitril, acid actic, acetone, hexan (Merck), hỗn hợp muối QuEChERS (Thermo); chuẩn đồng hành 2-fluorobiphenyl, nội chuẩn acenaphthen-d10, chất chuẩn PAH (Chemservie).

- Thông số thiết bị và tóm tắt quy trình phân tích được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Thông số thiết bị và tóm tắt quy trình phân tích PAH trong mẫu trầm tích

Thông số thiết bị GC và MS		Tóm tắt quy trình phân tích PAH
Buồng tiêm mẫu		Mẫu Cho 5 g mẫu đã đồng nhất vào ống ly tâm 50 ml Chiết mẫu - Thêm 10 µl chuẩn đồng hành 2-fluorobiphenyl (10 ppm). - Thêm 10 ml 1% acid acetic trong acetonitril. - Thêm hỗn hợp muối QuEChERS (4 g MgSO ₄ + 1 g NaCl + 1 g Na ₃ C ₆ H ₅ O ₇ + 0,5 g C ₁₂ H ₁₈ Na ₄ O ₁₇). - Xoáy trộn trong 2 phút.
Kiểu tiêm	Không chia dòng	
Nhiệt độ	275 °C	
Buồng cột		Làm sạch dịch chiết - Chuyển 8 ml dịch chiết vào ống ly tâm chứa hỗn hợp làm sạch (25 mg PSA, 25 mg C18EC, 150 mg MgSO ₄). - Xoáy trộn trong 2 phút. - Ly tâm 10 phút tại 4.000 vòng/phút.
Nhiệt độ đầu	60 °C (giữ 5 phút)	
Tốc độ gia nhiệt giữa	8 °C/phút	
Nhiệt độ giữa	300 °C (giữ 10 phút)	Phân tích mẫu - Chuyển 990 µl dịch chiết sau làm sạch vào vial, thêm 10 µl nội chuẩn (acenaphthen-d10 10 ppm). - Phân tích trên thiết bị GC/MSMS.
Tốc độ gia nhiệt cuối	2 °C/phút	
Nhiệt độ cuối	330 °C (giữ 1 phút)	
Cột		
30 m x 0,25 mm x 0,25 µm	TG-5 MS	
MS (TSQ 9000)		
Chế độ quét	SRM	
Nhiệt độ của nguồn ion hóa	225 °C	
Nhiệt chuyển tiếp đến nguồn ion hóa	300 °C	
Chế độ Ion hoá	EI	
Khí va chạm	Helium	

Quy trình phân tích PAH trong các mẫu trầm tích có đường chuẩn tuyến tính với hệ số tương quan R² của từng PAH đến lớn hơn 0,995 độ lặp lại từ 5,7% đến 12,5%, độ tái lặp từ 9,4% đến 12,8% và hiệu suất thu hồi của quy trình đạt từ 82,8% đến 114,6%. Ngoài ra, giới hạn phát hiện của từng PAH dao động từ 3,05 µg/kg đến 37,8 µg/kg.

Các PAH được chia thành hai nhóm là NCPAH (non-carcinogenic - không gây ung thư) gồm 9 loại PAH (ACY, ACE, ANT, BgP, FLU, FLT, NAP, PHE và PYR) và CPAH (carcinogenic - có thể gây ung thư) gồm 7 loại PAH (BaA, BbF, BkF, BaP, CRY, DBA và IND).

2.2. Phương pháp tính hệ số rủi ro môi trường [4, 5]

Đối với hệ sinh thái, hệ số rủi ro RQ được tính như sau:

$$RQ = \frac{MEC}{PNEC} \quad (1)$$

Trong đó RQ (Risk Quotient) là hệ số rủi ro; MEC (Monitored Environmental Concentration) là nồng độ đo đặc/phân tích mẫu; PNEC (Predicted No-effect Environmental Concentration) là nồng độ ngưỡng cho phép, trong nghiên cứu này PNEC là giá trị giới hạn của các PAH theo QCVN 43:2017/BTNMT. Theo hướng dẫn đánh giá hệ số rủi ro của Canada, hệ số RQ có các mức giới hạn sau [5]:

Nếu $RQ < 0,25$: rất an toàn về mặt môi trường

Nếu $0,25 < RQ < 0,75$: an toàn về mặt môi trường

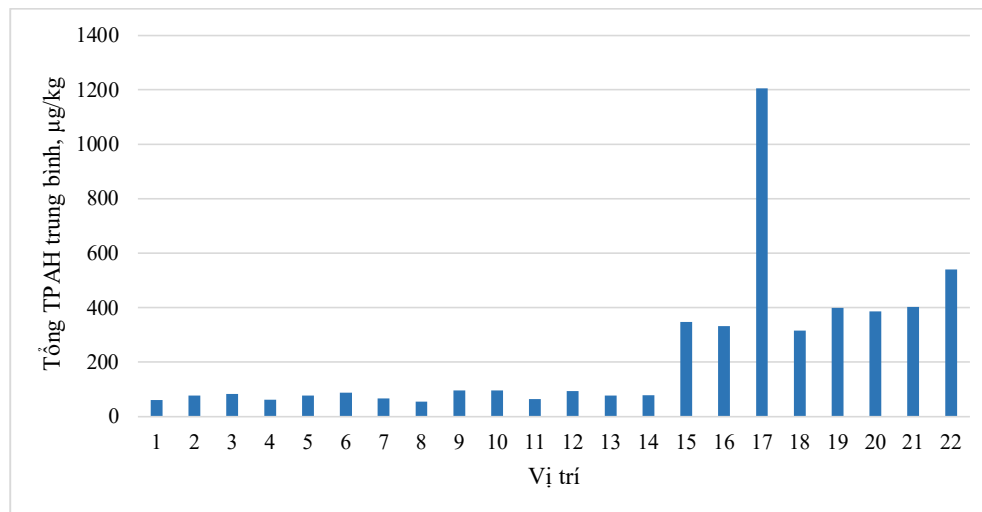
Nếu $0,75 < RQ < 1$: có nguy cơ rủi ro môi trường

Nếu $RQ > 1$: ảnh hưởng tai biến môi trường

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hàm lượng PAH trong mẫu trầm tích

Kết quả phân tích tổng hàm lượng 16 PAH (TPAH) trong 61 mẫu (điểm) dao động trong khoảng 23,9 $\mu\text{g/kg}$ đến 1999 $\mu\text{g/kg}$, TPAH trung bình cho từng vị trí trình bày trên đồ thị Hình 2, dao động trong khoảng 54 $\mu\text{g/kg}$ đến 1205 $\mu\text{g/kg}$.



Hình 2. Tổng hàm lượng PAH trung bình theo từng vị trí

Hàm lượng PAH phân loại theo cấu tử trong các mẫu trầm tích tính theo trung bình từng vị trí lấy mẫu được trình bày trong Bảng 2 và Hình 3 cho thấy chiếm đa số là các NCPAH (trên 30%) với hàm lượng dao động từ 54 µg/kg đến dưới 622 µg/kg, các CPAH chiếm tỷ lệ khoảng 12% với hàm lượng dao động từ không phát hiện đến 572 µg/kg. Nhóm PAH4 có hàm lượng dao động từ không phát hiện đến 560 µg/kg.

Ngoài ra, thành phần của PAH trong các mẫu trầm tích, sự có mặt của các hợp chất PAH 2 đến 3 vòng thơm chiếm đa số (46,2%), kế đến là các hợp chất PAH 4 vòng thơm chiếm 31,4%, các hợp chất PAH 5 vòng thơm chiếm 16,7% và hợp chất PAH 6 vòng thơm là 5,6%.

Bảng 2. Hàm lượng PAH phân loại theo cấu tử trong mẫu trầm tích tính trung bình theo từng vị trí (µg/kg)

Hàm lượng PAH Vị trí	CPAH	NCPAH	PAH4	PAH 2-3 vòng	PAH 4 vòng	PAH 5 vòng	PAH 6 vòng
1	KPH	60,50	KPH	38,60	21,90	KPH	KPH
2	KPH	76,20	KPH	43,33	32,87	KPH	KPH
3	KPH	82,43	KPH	50,13	32,30	KPH	KPH
4	KPH	61,10	KPH	29,13	31,97	KPH	KPH
5	KPH	77,97	KPH	46,00	31,97	KPH	KPH
6	KPH	86,97	KPH	56,50	30,47	KPH	KPH
7	KPH	66,60	KPH	37,07	29,53	KPH	KPH
8	KPH	53,67	KPH	16,63	37,03	KPH	KPH
9	KPH	95,53	KPH	64,63	30,90	KPH	KPH
10	KPH	95,57	KPH	55,13	40,43	KPH	KPH
11	KPH	63,85	KPH	32,35	31,50	KPH	KPH
12	KPH	93,23	KPH	60,10	33,13	KPH	KPH
13	KPH	77,20	KPH	31,93	45,27	KPH	KPH
14	KPH	78,53	KPH	43,23	35,30	0,00	0,00
15	85,11	228,80	64,93	192,69	69,73	63,32	21,08
16	103,89	205,03	77,86	166,09	72,05	70,78	22,69
17	572,14	622,14	560,06	409,04	574,86	210,39	11,06
18	102,62	177,04	77,26	141,63	71,94	80,58	21,36
19	101,43	220,05	84,29	179,29	78,07	87,73	54,30
20	112,42	214,75	86,90	178,70	73,10	98,35	36,28
21	99,80	234,08	79,11	204,68	64,86	91,45	41,97
22	141,73	281,03	107,10	233,16	100,04	133,42	73,74

PAH 2 - 3 vòng = ACY, ACE, ANT, FLU, NAP, PHE

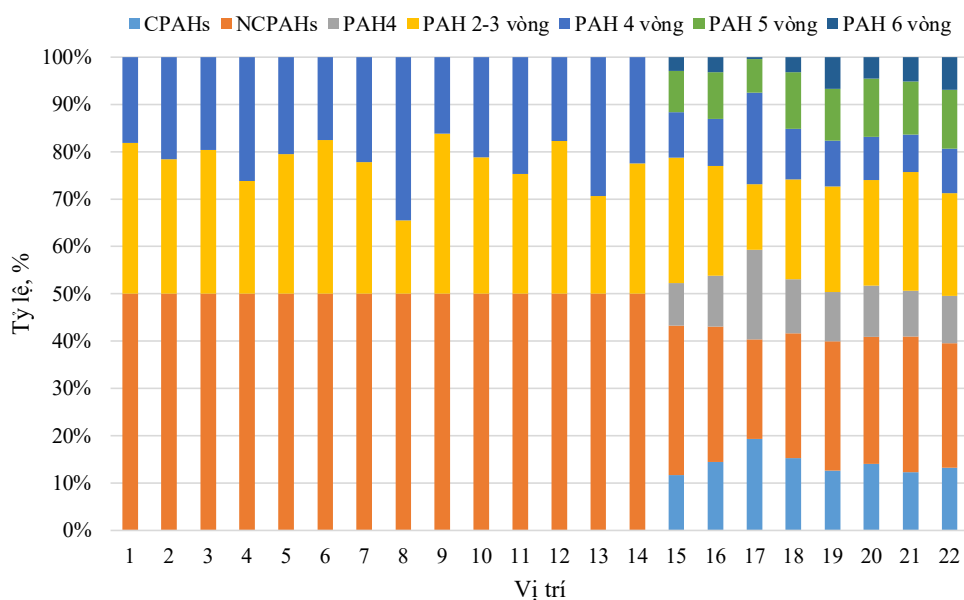
PAH 4 vòng = FLT, BaA, CRY, PRY

PAH 5 vòng = BaF, BkF, BaP, DBA

PAH 6 vòng = BgP, IND

KPH = không phát hiện.

Số liệu phân tích cũng như TPAH trung bình theo từng vị trí cho thấy tại vị trí có giá trị TPAH cao nhất là vị trí 17 (thượng nguồn sông Tiền) và vị trí 22 (thượng nguồn sông Hậu). Mặt khác, có sự khác biệt rõ rệt giữa 2 khu vực: Khu vực 1 vùng trung và hạ lưu sông Tiền và các nhánh của nó (vị trí 1 đến vị trí 14) tổng hàm lượng trung bình chung PAH là tương đối thấp, chủ yếu là các NCPAH, PAH 2-3 vòng và PAH 4 vòng, không có sự xuất hiện của các PAH 5 - 6 vòng, còn tại khu vực 2 thượng nguồn sông Tiền và sông Hậu chảy vào Việt Nam tổng hàm lượng trung bình chung PAH cao hơn rõ rệt, trong đó có sự xuất hiện của các PAH 5 - 6 vòng, nhóm PAH4 và các CPAH.



Hình 3. Tỷ lệ trung bình các cấu tử PAH trong mẫu trầm tích

3.2. Hệ số rủi ro môi trường (RQ)

Giá trị giới hạn của các PAH trong trầm tích quy định trong QCVN 43:2017/BTNMT được trình bày trong Bảng 3, riêng BaP không quy định nên sử dụng giá trị giới hạn của BaP quy định trong Hướng dẫn chất lượng trầm tích để bảo vệ đời sống thủy sinh của Cơ quan Môi trường Canada (CCME, 2002).

Bảng 3. Giá trị giới hạn của các PAH trong trầm tích, $\mu\text{g/kg}$ [2]

Thông số		NAP	ACY	ACE	ANT	PHE	PYR	FLT	BaA	CRY	BaP*	DBA	FLU
Giá trị giới hạn	<i>a</i>	391	128	88,9	245	515	875	2355	385	862	31,9	135	144
	<i>b</i>	391	128	88,9	245	544	1398	1494	693	846	88,8	135	144

a - Trầm tích nước ngọt.

b - Trầm tích nước biển.

* Tham chiếu Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection Aquatic Life, 2002.

Kết quả tính toán hệ số rủi ro môi trường của PAH trong mẫu trầm tích tại các điểm thu mẫu lưu vực hạ lưu sông Mê Kông trình bày trong Bảng 4 cho thấy ngoại trừ BaP (theo CCME, 2002) giá trị RQ của các PAH nằm trong khoảng 0,00 đến 0,72, kết quả này cho thấy mức độ tích tụ PAH trong trầm tích nằm trong ngưỡng an toàn đối với môi trường ($< 0,75$). Riêng RQ của BaP theo CCME, 2002 tại một số vị trí ở các điểm số 15 ÷ 22 có giá trị vượt ngưỡng có nguy cơ rủi ro môi trường, điều này cho thấy cần có biện pháp giám sát cũng như tiếp tục nghiên cứu nguồn gốc và biện pháp giảm thiểu.

Bảng 4. Kết quả tính toán hệ số rủi ro môi trường

	NAP	ACY	ACE	ANT	PHE	PYR	FLT	BaA	CRY	BaP	DBA	FLU
1.1	0,08	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.2	0,07	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.3	0,07	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.1	0,14	0,00	0,00	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.2	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.3	0,08	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.1	0,13	0,00	0,00	0,04	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.2	0,09	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.3	0,10	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.1	0,12	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.2	0,03	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.3	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.1	0,06	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.2	0,12	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.3	0,07	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.1	0,15	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.2	0,11	0,00	0,00	0,04	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.3	0,06	0,00	0,00	0,04	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7.1	0,08	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7.2	0,05	0,00	0,00	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7.3	0,07	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

	NAP	ACY	ACE	ANT	PHE	PYR	FLT	BaA	CRY	BaP	DBA	FLU
8.1	0,02	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8.2	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8.3	0,01	0,00	0,00	0,04	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9.1	0,19	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9.2	0,10	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9.3	0,08	0,00	0,00	0,04	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10.1	0,12	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10.2	0,08	0,00	0,00	0,04	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10.3	0,10	0,00	0,00	0,04	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11.1	0,04	0,00	0,00	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11.3	0,04	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12.1	0,09	0,00	0,00	0,04	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12.2	0,18	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12.3	0,09	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13.1	0,05	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13.2	0,05	0,00	0,00	0,04	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13.3	0,05	0,00	0,00	0,03	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14.1	0,08	0,00	0,00	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14.2	0,04	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14.3	0,08	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15.1	0,18	0,38	0,45	0,07	0,04	0,02	0,01	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00
15.3	0,19	0,21	0,60	0,13	0,00	0,02	0,01	0,04	0,02	0,75	0,18	0,00
16.1	0,13	0,27	0,51	0,11	0,00	0,02	0,01	0,05	0,02	0,66	0,00	0,00
16.3	0,11	0,22	0,43	0,09	0,08	0,02	0,01	0,04	0,02	0,88	0,00	0,00
17.1	0,15	0,50	0,65	0,10	0,09	0,02	0,01	0,04	0,02	0,87	0,00	0,00
17.3	0,53	0,55	0,00	0,54	0,31	0,15	0,11	0,71	0,48	0,00	0,00	0,00
18.1	0,12	0,25	0,43	0,13	0,00	0,02	0,01	0,04	0,02	0,91	0,19	0,00
18.2	0,11	0,33	0,53	0,15	0,00	0,02	0,01	0,05	0,02	0,69	0,00	0,00
18.3	0,10	0,21	0,27	0,00	0,03	0,02	0,01	0,04	0,03	0,00	0,14	0,00
19.1	0,19	0,21	0,48	0,12	0,03	0,02	0,01	0,04	0,02	0,77	0,16	0,00
19.2	0,14	0,21	0,72	0,17	0,04	0,02	0,01	0,04	0,02	0,91	0,18	0,00
19.3	0,13	0,00	0,58	0,16	0,00	0,02	0,01	0,07	0,02	0,90	0,19	0,00
20.1	0,14	0,21	0,34	0,11	0,00	0,02	0,01	0,05	0,02	1,00	0,16	0,00
20.2	0,13	0,22	0,64	0,10	0,07	0,02	0,01	0,05	0,02	1,01	0,15	0,00
20.3	0,12	0,37	0,49	0,17	0,03	0,02	0,01	0,03	0,02	0,95	0,20	0,00
21.1	0,20	0,21	0,69	0,12	0,10	0,02	0,01	0,05	0,02	0,64	0,24	0,00
21.3	0,11	0,21	0,55	0,09	0,05	0,00	0,01	0,05	0,02	0,84	0,17	0,00
22.1	0,16	0,44	0,67	0,18	0,04	0,04	0,01	0,07	0,04	1,02	0,47	0,20
22.2	0,11	0,33	0,70	0,10	0,08	0,02	0,01	0,05	0,03	0,77	0,31	0,00
22.3	0,14	0,42	0,59	0,14	0,03	0,02	0,01	0,05	0,03	1,17	0,20	0,00

So sánh kết quả phân tích tổng hàm lượng PAH của nghiên cứu này với một số nghiên cứu đã công bố trình bày trong Bảng 5 cho thấy TPAH trong trầm tích sông Mê Kông trên lãnh thổ Việt Nam nằm ở mức trung bình, kết hợp với kết quả tính toán RQ ở trên cho thấy một số vị trí giá trị RQ tiệm cận đến giá trị có nguy cơ rủi ro môi trường.

Bảng 5. So sánh kết quả phân tích TPAH với một số nghiên cứu khác trên thế giới

Các nghiên cứu đã công bố	TPAH ($\mu\text{g/kg}$)			Số hợp chất PAH
	Min	Max	Trung bình	
<i>Nghiên cứu này</i>	28	2.018	-	18
Sông Mahakam, Indonesia, 2019 [6]	54,7	2.256	611,1	16
Sông Brisbane, Australia, 2016 [7]	148	3.079	849 ± 646	15
Cảng Trạm Giang, Trung Quốc, 2018 [8]	151	453	263	16
Sông Lover, Taiwan, 2017 [9]	303	2.161	-	16
Sông Scheldt, France - Belgium, 2015 [10]	3.750	22.300	9.000	16
Sông Dương Tử, Trung Quốc, 2021 [11]	129,1	3.511	$608,5 \pm 627,9$	16
Cảng Kogarah, Australia, 2014 [12]	0,49	5	1,76	16
Vịnh Jinhae, Hàn Quốc, 2014 [13]	37	3.110	339	16
Hoor Al-Azim wetland, Iran, 2019 [14]	15,78	410	-	16
Vịnh Kutch, Ấn Độ, 2017 [15]	118.280	1.099.410	321.635	16
Sông Turag, Bangladesh, 2020 [16]	45,8	1.901	432	8
Vịnh Pozzuoli, Italia, 2017 [17]	7,1	2.500	-	16
Cửa sông Buffalo, South Africa, 2019 [18]	1.107	22.310	5.060 ± 1.319	16
Vịnh Gorgan, biển Caspian, 2014 [19]	107,87	516	$270,96 \pm 150,47$	16
Hồ Donuzlav, Crimea, 2023 [20]	34	4.036	806 ± 380	14

4. KẾT LUẬN

Tổng hàm lượng 18 PAH được tìm thấy trong các mẫu trầm tích ở một số nhánh vùng hạ lưu sông Mê Kông dao động từ 27,6 $\mu\text{g/kg}$ đến 2.018 $\mu\text{g/kg}$, trong đó chiếm đa số là các PAH không gây ung thư với hàm lượng đến dưới 600 $\mu\text{g/kg}$.

Hệ số rủi ro môi trường do PAH tích tụ trong trầm tích đa số thấp hơn 0,75 vì vậy vẫn nằm trong ngưỡng an toàn với môi trường. Riêng BaP tham chiếu theo CCME, 2002 tại một số vị trí ở các điểm số 15 ÷ 22 có giá trị vượt ngưỡng có nguy cơ rủi ro môi trường, điều này cho thấy cần có biện pháp giám sát cũng như tiếp tục nghiên cứu nguồn gốc và biện pháp giảm thiểu.

So sánh với kết quả nghiên cứu ở một số sông, hồ, vịnh ở một số khu vực trên thế giới cho thấy TPAH trong trầm tích sông Mê Kông trên lãnh thổ Việt Nam nằm ở mức trung bình, kết hợp với kết quả tính toán RQ ở trên cho thấy một số vị trí giá trị RQ cũng tiệm cận đến mức độ có nguy cơ rủi ro môi trường, do đó cần theo dõi giám sát và có các khuyến nghị cũng như biện pháp kiểm soát và giảm thiểu nguy cơ ô nhiễm PAH trong trầm tích sông ở đây.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Roudbari, Aliakbar, et al., *Concentration and health risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in commercial tea and coffee samples marketed in Iran*, Environmental Science and Pollution Research, 2021, **28**:4827-4839. DOI:10.1007/s11356-020-10794-0
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường, *QCVN 43:2017/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng trầm tích*, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội, 2017.
3. Kouzayha, A., al Iskandarani, M., Mokh, S., Rabaa, A. R., Budzinski, H., & Jaber, F., *Optimization of a solid-phase extraction method using centrifugation for the determination of 16 polycyclic aromatic hydrocarbons in water*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2011, **59**(14):7592 -7600. DOI:10.1021/jf200123v
4. EPA, ABD, *Risk assessment guidance for superfund, Volume I: human health evaluation manual (Part E, supplemental guidance for dermal risk assessment)*, Vol. 5. EPA/540/R/99, 2004.
5. Trâm Anh, Nguyễn Kỳ Phùng, *Đánh giá mức độ rủi ro vùng biển ven bờ khu vực mỹ Giang-Hòn Đỏ-Bãi Cỏ thuộc xã Ninh Phước, Ninh Hòa, Khánh Hòa*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 2019, **1**:44-51. DOI:10.36335/VNJHM.2019(697).44-51
6. Hadibarata, T., Syafiuddin, A., & Ghfar, A. A., *Abundance and distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sediments of the Mahakam River*, Marine Pollution Bulletin, 2019, **149**:110650. DOI:10.1016/j.marpolbul.2019.110650
7. Duodu, Godfred Odame, et al., *Source apportionment and risk assessment of PAHs in Brisbane River sediment, Australia*, Ecological Indicators, 2017, **73**:784-799. DOI:10.1016/j.ecolind.2016.10.038
8. Sun, Runxia, et al., *Polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments and marine organisms: Implications of anthropogenic effects on the coastal environment*, Science of the Total Environment, 2018, **640**:264-272. DOI:10.1016/j.scitotenv.2018.05.320
9. Tu, Y. T., et al., *Source identification and ecological impact evaluation of PAHs in urban river sediments: A case study in Taiwan*, Chemosphere, 2018, **194**:666-674. DOI:10.1016/j.chemosphere.2017.12.008

10. Rabodonirina, Suzanah, et al., *Distribution of persistent organic pollutants (PAHs, Me-PAHs, PCBs) in dissolved, particulate and sedimentary phases in freshwater systems*, Environmental pollution, 2015, **206**:38-48. DOI:10.1016/j.envpol.2015.06.023
11. Zhao, Zhonghua, et al., *Riverine transport and water-sediment exchange of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) along the middle-lower Yangtze River, China*, Journal of Hazardous Materials, 2021, **403**:123973. DOI:10.1016/j.jhazmat.2020.123973
12. Nguyen, Thuy Chung, et al., *Polycyclic aromatic hydrocarbons in road-deposited sediments, water sediments, and soils in Sydney, Australia: comparisons of concentration distribution, sources and potential toxicity*, Ecotoxicology and Environmental Safety, 2014, **104**:339-348. DOI:10.1016/j.ecoenv.2014.03.010
13. Yim, Un Hyuk, et al., *Source-and region-specific distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments from Jinhae Bay, Korea*, Science of the Total Environment, 2014, **470**:1485-1493. DOI:10.1016/j.scitotenv.2013.07.069
14. Sheikh Fakhradini, Sara, et al., *Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in water and sediment of Hoor Al-Azim wetland, Iran: a focus on source apportionment, environmental risk Assessment, and sediment-water partitioning*, Environmental Monitoring and Assessment, 2019, **191**:1-18. DOI:10.1007/s10661-019-7360-0
15. Rajpara, Rahul K., et al., *Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) at the Gulf of Kutch, Gujarat, India: Occurrence, source apportionment, and toxicity of PAHs as an emerging issue*, Marine Pollution Bulletin, 2017, **119**(2):231-238. DOI:10.1016/j.marpolbul.2017.04.039
16. Khan, Rahat, et al., *Distribution, sources and ecological risk of trace elements and polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments from a polluted urban river in central Bangladesh*, Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management, 2020, **14**:100318. DOI:10.1016/j.enmm.2020.100318
17. Arienzo, Michele, et al., *Characterization and source apportionment of polycyclic aromatic hydrocarbons (pahs) in the sediments of gulf of Pozzuoli (Campania, Italy)*, Marine Pollution Bulletin, 2017, **124**(1):480-487. DOI:10.1016/j.marpolbul.2017.07.006
18. Adeniji, A. O., O. O. Okoh, and A. I. Okoh., *Levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in the water and sediment of Buffalo River Estuary, South Africa and their health risk assessment*, Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 2019, **76**:657-669. DOI:10.1007/s00244-019-00617-w
19. Araghi, Peyman Eghtesadi, Kazem Darvish Bastami, and Shirin Rahmanpoor, *Distribution and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in the surface sediments of Gorgan Bay, Caspian Sea*, Marine Pollution Bulletin, 2014, **89**(1-2):494-498. DOI:10.1016/j.marpolbul.2013.12.001

20. Soloveva, Olga, Elena Tikhonova, and Timofey Barabashin, *Polycyclic aromatic hydrocarbons in bottom sediments of Donuzlav Lake (Black Sea)*, Pollution, 2023, **9**(1):95-106. DOI:10.1007/978-3-031-16575-7_15

SUMMARY

MONITORING AND RISK ASSESSMENT OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBON IN LOWER MEKONG BASIN SEDIMENTS

A total of 61 sediment samples were collected from 22 locations along the Mekong River basin in Tien Giang, Ben Tre, Dong Thap and An Giang provinces. The correlation coefficient (R^2) for each polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) was exceeded 0.995 with repeatability ranging from 5.7% to 12.5%, reproducibility from 9.4% to 12.8%, and process recovery rates between 82.8% and 114.6%. In addition, the detection limits of individual PAH ranged from 3.05 $\mu\text{g/kg}$ to 37.8 $\mu\text{g/kg}$. The total content of 18 PAHs in sediment samples ranged from 27.6 $\mu\text{g/kg}$ to 2,018 $\mu\text{g/kg}$, of which the majority were non-carcinogenic PAH (NCPAH) with concentrations of less than 622 $\mu\text{g/kg}$, while carcinogenic PAH (CPAH) accounted for a smaller proportion with concentrations under 572 $\mu\text{g/kg}$. The PAH4 group consisting of Benzo(a)pyrene, Benzo(a)anthracene, Benzo(b)fluoranthene, and Chrysene was detected at low concentrations ranging from non-detectable levels to 560 $\mu\text{g/kg}$. Furthermore, the analysis at PAH composition in the sediment samples revealed that 2- to 3-ring aromatic PAHs were the most prevalent, constituting 46.22% of the total, followed by 4-ring aromatic PAHs at 31.4%. The environmental risk factor associated with PAH accumulation in the sediments was calculated to be below 0.75, indicating that the levels remain within the environmentally safe threshold.

Keywords: PAH, GC/MSMS, risk assessment, sediment, Me Kong river, Hydrocarbon thơm đa vòng, rủi ro môi trường, trầm tích, sông Mê Kông.

⁽¹⁾ Chi nhánh Phía Nam, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga

⁽²⁾ Viện KHCN Năng lượng và Môi trường, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam

Nhận bài ngày 10 tháng 9 năm 2024

Phản biện xong ngày 25 tháng 9 năm 2024

Hoàn thiện ngày 26 tháng 11 năm 2024

Liên hệ: **Nguyễn Trọng Hiệp**

Chi nhánh Phía Nam, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga

Số 3, đường 3 tháng 2, phường 11, quận 10, TP. Hồ Chí Minh

Điện thoại 0989 01 5656, E-mail: hiepnguyen@vrtc.org.vn