



PAHs VÀ MỘT SỐ CHẤT HỮU CƠ TRONG Bùn KÊNH RẠCH TP. HỒ CHÍ MINH

TRẦN ĐỨC SON^{1,2}, PHAN XUÂN THANH¹, ĐẶNG VŨ BÍCH HẠNH^{1,*}

¹ Khoa Môi trường và Tài nguyên, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh

² Trung tâm Quản lý hạ tầng kỹ thuật, Sở Xây dựng TP. Hồ Chí Minh

Tóm tắt

Nghiên cứu một số kết quả quan trắc PAHs tổng và các thành phần hữu cơ của PAHs, một chất trong đó là chất gây nguy hại đặc biệt. Do đó, cần thiết hiểu rõ phân bố PAHs và thành phần của chúng trong bùn kênh rạch tại đô thị. Kết quả quan trắc các thông số chỉ thị ô nhiễm (pH, NH₃, H₂S, E.coli) trong bùn kênh rạch, trong tháng 11 đến tháng 12, từ 2019 tới 2024, trên 10 lưu vực của TP. Hồ Chí Minh (TP. HCM). Các kênh có nồng độ NH₃ cao ở tầng mặt trong khi H₂S cao hơn ở tầng đáy, hàm lượng NH₃ từ 1.500 - 2.500ppm NH₃ ở tầng đáy, 1.600 - 2.700ppm NH₃ ở tầng mặt; H₂S có nồng độ từ 1.400 - 2.400 ppm H₂S ở tầng đáy và từ 1.600 - 2.600ppm H₂S ở tầng mặt. Bên cạnh đó, PAHs có nồng độ cao tập trung ở Nam Tham Lương 1, 2 và 3 (Tổng PAHs >8.000ug/kg, đồng thời với NH₃ và H₂S cao (>8.500ppm). Ở một số kênh E. coli vượt trội hơn hẳn (>105 MPN/100ml) trong khi nơi khác thấp hơn khá nhiều (<102MPN/100ml). Từ kết quả nghiên cứu trên cho thấy, bùn kênh rạch cần xử lý và giám sát PAHs trong bùn sau xử lý nhằm giảm nguy cơ lây lan ngoài môi trường tự nhiên.

Từ khóa: PAHs, bùn kênh rạch, ô nhiễm hữu cơ, E.coli, NH₃, H₂S.

Ngày nhận bài: 2/6/2025; Ngày sửa chữa: 16/6/2025; Ngày duyệt đăng: 23/6/2025.

PAHs and some organic substances in canals sediment of Ho Chi Minh city

Abstract

Investigate the findings related to PAHs monitoring and the organic components of these pollutants, which are particularly hazardous substances. Hence, it's crucial to comprehend the distribution of PAHs and their constituents within the canal sediment in urban locales. The monitoring findings of pollution indicators—such as pH, NH₃, H₂S, and E.coli—within canal sediments from November to December spanning 2019 to 2024 across ten basins in Ho Chi Minh City. The canals exhibit elevated concentrations of NH₃ in the upper layers, while H₂S levels are more pronounced in the bottom layers; specifically, NH₃ levels range from 1,500 to 2,500 ppm at the bottom layer and 1,600 to 2,700 ppm at the surface layer. H₂S concentrations register between 1,400 and 2,400 ppm at the bottom and from 1,600 to 2,600 ppm on the surface. Moreover, PAHs are found in particularly high levels in Nam Tham Luong sections 1, 2, and 3 (with total PAHs exceeding 8,000 µg/kg), alongside significant NH₃ and H₂S concentrations (greater than 8,500 ppm). Some E. coli readings in certain canals are notably high, surpassing 105 MPN/100ml, whereas other locations report much lower counts of less than 102 MPN/100ml. The contamination extends beyond the natural boundaries.

Keywords: PAHs, canal sediment, organic contamination, E.coli, NH₃, H₂S.

JEL Classifications: Q51, Q52, Q53.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

PAHs trong bùn gây độc cho sinh vật đáy như giun, động vật thân mềm, làm giảm đa dạng sinh học, có nhiều khả năng phát tán vào nước khi gặp mưa lớn hay nạo vét kênh [1]. Đặc biệt, khả năng gây độc cho người được ghi nhận từ các công trình nghiên cứu của Ann Olsson, 2022; Yu Ni, 2024 như gây ung thư, độc tố thần kinh [2][3]. PAHs theo Zhiyang Liu, 2015; Chee Kong Yap, 2022 thường tích lũy trong kênh rạch đô thị [4][5]. Hiện nay, trong nước vẫn còn ít dữ liệu về PAHs trong bùn cũng như mối tương quan với các chất chỉ thị ô nhiễm khác. Do đó, cần nắm rõ phân bố

của PAHs trong bùn để có thể tìm ra phương hướng kiểm soát và quản lý chặt chẽ hơn. Theo Báo cáo quan trắc chất lượng bùn thải TP. HCM năm 2021 bùn phát sinh từ hoạt động duy tu, nạo vét hệ thống thoát nước [8]. TP. HCM nằm ở vùng hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai, có mạng lưới sông ngòi, kênh rạch khá chằng chịt nên đây là bể chứa bùn khổng lồ cùng các chất lưu trữ trong bùn. Ngoài PAHs, các chỉ thị ô nhiễm khác như pH, NH₃, H₂S và E.coli cũng cần được kiểm soát. Đây là các thông số chỉ thị tình trạng ô nhiễm môi trường và có tác động tới sức khỏe con người cũng như hệ sinh thái [10][11][12]. Nguồn phát sinh NH₃

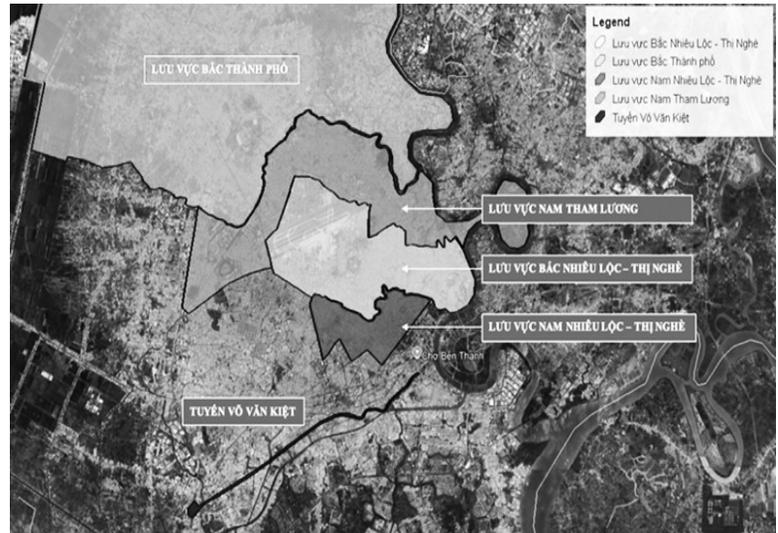
và H₂S từ các hoạt động của vi sinh vật phân giải, đặc biệt trong điều kiện yếm khí hoặc bài tiết của sinh vật [6][7]. Việc tích tụ của các chất này có thể làm tăng tính độc hại cho bùn thải, đặc biệt là hệ sinh vật nước. Trên cơ sở những nghiên cứu trước, nghiên cứu này tập trung các dữ liệu về PAHs, pH, NH₃, H₂S và pH, từ đó đánh giá nồng độ của PAHs trong 10 lưu vực của TP, đồng thời xác định các mối tương quan giữa những thông số này, hướng tới cung cấp thêm tình hình PAHs trong bùn kênh rạch tại TP. HCM.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp lấy mẫu thực địa

Đối tượng nghiên cứu là 10 lưu vực thoát nước của TP. HCM, bao gồm: (i) Lưu vực Nam TP địa hình thấp; (ii) Lưu vực Tây TP hệ thống kênh rạch chằng chịt; (iii) Lưu vực Bến Nghé Quận 4: Khu đô thị có mật độ dân số cao; (iv) Lưu vực Bắc Tàu Hũ: Khu vực đô thị hóa lâu đời; (v) Lưu vực Tân Hóa - Lò Gốm; (vi) Lưu vực Nam Nhiều Lộc; (vii) Lưu vực Bắc Nhiều Lộc: Là phần phía Bắc của lưu vực Kênh Nhiều Lộc - Thị Nghè; (viii) Lưu vực Đông TP; (ix) Lưu vực Nam Tham Lương; (x) Lưu vực Bắc TP [9].

Thực hiện lấy mẫu bùn thuộc 10 lưu vực lấy từ tháng 11 đến tháng 12 các năm 2019 tới 2023 theo chương trình quản lý chất lượng bùn của hệ thống kênh rạch TP. HCM: mỗi lưu vực lấy mẫu tại 3 vị



Hình 1. Lưu vực Bắc Nhiều Lộc - Thị Nghè, Bắc TP, Nam Nhiều Lộc - Thị Nghè và Nam Tham Lương



Hình 2. Lưu vực Bắc Tàu Hũ, Bến Nghé - Quận 4, Nam TP, Tân Hóa- Lò Gốm và Tây TP

Bảng 1. Vị trí lấy mẫu quan trắc

STT	Ký hiệu	Lưu vực khảo sát	Toạ độ lấy mẫu		
			Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3
1	LV1	Lưu vực Nam TP	1188684.74 – 603955.88	1179533.20 – 603141.03	1179396.22 – 612170.23
2	LV2	Lưu vực Tây TP	1193298.12 – 594600.88	1189731.12 – 593424.19	1195969.34 – 590492.27
3	LV3	Lưu vực Bến Nghé Quận 4	1192806.52 – 603266.18	1190962.63 – 603178.54	1189333.16 – 604281.63
4	LV4	Lưu vực Bắc Tàu Hũ	1190314.86 – 598983.49	1188923.51 – 598163.98	1189174.03 – 601096.85
5	LV5	Lưu vực Tân Hóa - Lò Gốm	1192932.37 – 597315.74	1191094.72 – 596649.57	1188715.94 – 596612.70
6	LV6	Lưu vực Nam Nhiều Lộc	1193589.66 – 602758.19	1193169.78 – 599208.49	1192041.83 – 599937.56
7	LV7	Lưu vực Bắc Nhiều Lộc	1194406.58 – 599089.19	1195753.19 – 601348.45	1194844.67 – 604701.77
8	LV8	Lưu vực Đông TP	1199976.95 – 609537.53	1196371.79 – 611801.61	1193180.29 – 607472.77
9	LV9	Lưu vực Nam Tham Lương	119541498 – 594740.52	1197385.21- 602516.40	1196417.67 – 60511092
10	LV10	Lưu vực Bắc TP	1201923.71 – 594424.44	1219039.22 – 588765.53	1213112.18 – 580227.37



Bảng 2. Phương pháp lấy mẫu

THÔNG SỐ	PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH	SOP	LOD
pH	US EPA Method 9040 C & US EPA Method 9045 D	Hiệu chuẩn: Sử dụng đệm pH 4.01, 7.00 và 10.01 (hiệu chuẩn 3 điểm).	0,05
NH ₃	SMEWW 4500 NH ₃ C:2017	Chuẩn bị theo 5 bước theo hướng dẫn của phương pháp	0.004 mg/L
H ₂ S	TK SMEWW 4500 S2-: 2017	Phương pháp Methylene Blue Colorimetric, tuân thủ theo phương pháp	0.005–0.05 mg/L S ²⁻
<i>E.coli</i>	TCVN 9246-2021	Tuân thủ 4 bước theo phương pháp	1MPN/100ml
Các hợp chất PAHs:		Chuẩn bị mẫu Ly trích bằng Soxhlet Phân tích bằng GC-MS	0.1–1.0 µg/kg
Acenaphthen			
Acenaphthylen			
Athracen			
Benzo[a]anthracen			
Benzo[e]pyren			
Chryren			
Dibenzo[a,h]anthracen			
Fluoroanthen			
Fluoren			
2-methylnaphthalen			
Naphthalen			
Phenathrene			
Pyrene			

trí, mỗi vị trí lấy 3 mẫu đại diện. Tại mỗi vị trí (thuộc từng lưu vực) lấy 3 mẫu và trộn đều thành 1 mẫu duy nhất đại diện cho vị trí lấy mẫu. Đối với mỗi lưu vực, trộn đều các mẫu tại 3 vị trí thành 1 mẫu duy nhất đại diện cho lưu vực cần khảo sát. Việc lấy mẫu, bảo quản mẫu, độ sâu của các tầng, tần suất lấy mẫu của bùn tuân thủ theo quy định của Việt Nam [13] [14][15][16].

Tại các lưu vực các chỉ tiêu được phân tích, tập hợp dữ liệu và dùng phần mềm Sigma Plot nhằm so sánh, đánh giá việc phân bố các chỉ tiêu trên toàn TP.

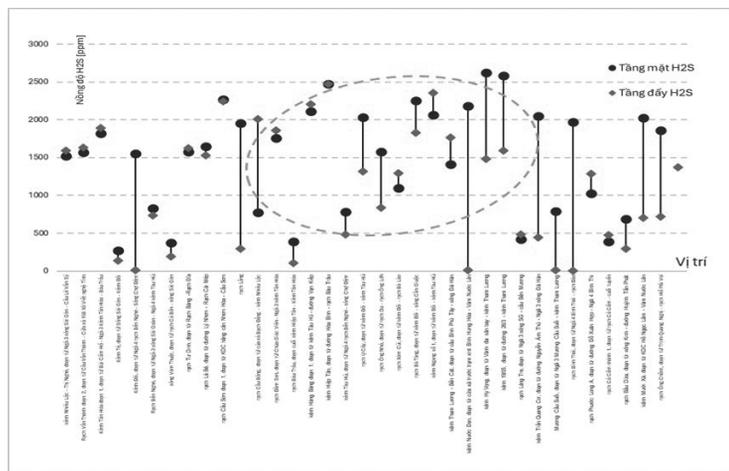
Toạ độ các điểm lấy mẫu được thể hiện ở Bảng 1. Ranh giới phân chia các lưu vực khảo sát được thể hiện ở Hình 1 và Hình 2.

2.2. Phương pháp lấy mẫu và phân tích mẫu

Mẫu bùn kênh rạch được lấy theo phương pháp trong TCVN 6663-13:2000 và TCVN 6663-15:2004. Các thông số và phương pháp phân tích được thể hiện ở Bảng 2.

2.3. Thu thập và xử lý số liệu

Số liệu theo dõi được tính toán phần mềm



Hình 3. Nồng độ H₂S trong bùn kênh TP. HCM

Nguồn: từ kết quả phân tích của nhóm nghiên cứu

Microsoft Excel. Phân tích ANOVA và hệ số tương quan trên phần mềm Sigma plot 11, độ tin cậy được lựa chọn là 95%.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hàm lượng H₂S trong bùn kênh TP. HCM

Nồng độ H₂S trong bùn kênh rạch tầng mặt và tầng đáy tại kênh rạch TP. HCM được trình bày trong Hình 3, H₂S ở tầng đáy luôn cao hơn tầng mặt cho thấy, điều kiện kỵ khí thiếu oxy.

Bảng 3. Ba khu vực được chia theo nồng độ H₂S tích lũy

Khu vực	H ₂ S tầng mặt (ppm)	H ₂ S tầng đáy (ppm)	Nhận định từ kết quả nghiên cứu
Khu vực A (ví dụ: Nhiều Lặc)	~20	~80	Ô nhiễm hữu cơ cao từ nước thải sinh hoạt. Dòng chảy chậm, ứ đọng trầm tích.
Khu vực B (ví dụ: Tân Hóa)	<10	~30	Đã qua cải tạo, lưu thông nước tốt hơn. Ít tích tụ vật chất hữu cơ.
Khu vực C (ví dụ: Vàm Thuật)	~50	>100	Gần khu công nghiệp/chợ, nhiều chất thải giàu lưu huỳnh. Thiếu oxy trầm trọng.

Nguồn: Kết quả phân tích của nhóm nghiên cứu

Bảng 4. So sánh nồng độ NH₃ giữa các khu vực

Khu vực	NH ₃ tầng mặt (ppm)	NH ₃ tầng đáy (ppm)	Nhận định từ kết quả phân tích
Khu vực A	~0.5 ppm	~2.0 ppm	- Ô nhiễm từ nước thải sinh hoạt, ít lưu thông. - Trầm tích giàu protein phân hủy.
Khu vực B	~0.3 ppm	~1.2 ppm	- Cải tạo một phần, dòng chảy tốt hơn. - Ít tích tụ chất hữu cơ.
Khu vực C	~0.8 ppm	>3.0 ppm	- Gần khu công nghiệp/chợ, nước thải giàu đạm. - Lắng đọng trầm tích lâu ngày.

Nguồn: Kết quả phân tích của nhóm nghiên cứu

Biến động mạnh giữa các khu vực, từ dưới 10 ppm đến hơn 100 ppm. Kết quả quan trắc có thể chia thành 3 khu vực theo nồng độ H₂S tích lũy theo Bảng 3.

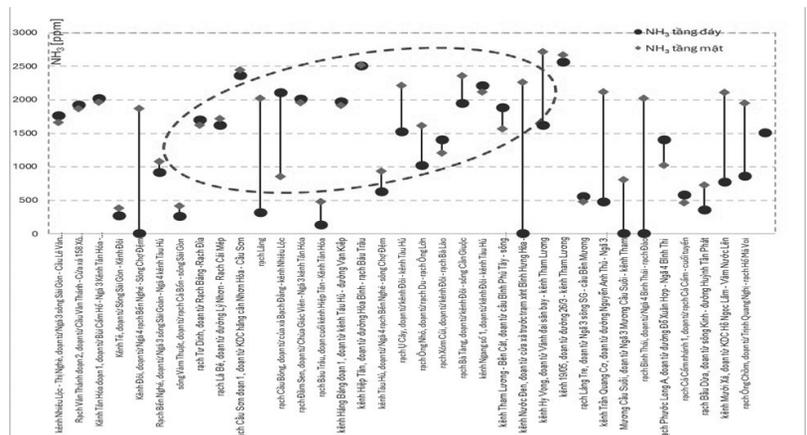
3.2. Nồng độ NH₃ tại kênh rạch TP. HCM

Nồng độ NH₃ trong bùn tầng mặt và tầng đáy tại kênh rạch TP. HCM được trình bày trong Hình 3. NH₃ ở tầng đáy luôn cao hơn tầng mặt do tích tụ chất hữu cơ phân hủy trong điều kiện kỵ khí. Một số kênh có NH₃ tầng đáy vượt trội (gấp 2-5 lần tầng mặt), đặc biệt ở cuối trục (kênh khu vực phía Đông). Điều này có thể do một số nguyên nhân như: cuối mùa mưa (tháng 11) nên lượng mưa giảm, ít pha loãng NH₃; nhiệt độ cao (~28-30°C) thúc đẩy quá trình tăng tốc độ phân hủy hữu cơ sinh ra NH₃; lớp trầm tích đáy trở thành “kho chứa NH₃” do thiếu dòng chảy rửa trôi; pH > 7: Môi trường kiềm thúc đẩy chuyển hóa NH₄⁺ hình thành NH₃ (dạng độc hơn).

3.3. E.coli trong các kênh rạch TP. HCM

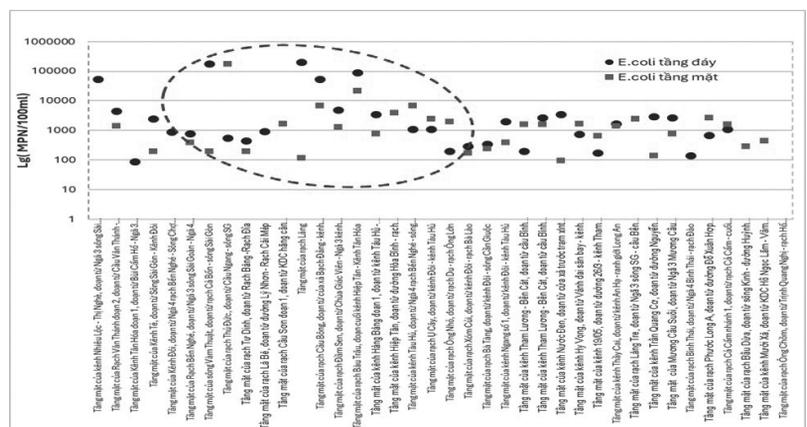
Mật độ E. coli trong bùn kênh rạch TP. HCM được trình bày trong Hình 5. Đồ thị cho thấy, có sự chênh lệch lớn giữa các khu vực, từ mức thấp (~10² MPN/100ml) đến rất cao (>10⁶ MPN/100ml) và khác biệt tầng mặt - tầng đáy, E. coli thường cao hơn ở tầng đáy do tích tụ trầm tích và điều kiện kỵ khí thuận lợi cho vi khuẩn tồn tại [17].

Bảng 5 cho thấy, sự khác biệt về mật độ E.coli trong bùn tại một số kênh rạch TP. HCM, tập trung cao ở khu vực Rạch Vàm Thuật và kênh Tân Hóa - Lò Gốm.



Hình 4. Nồng độ NH₃ trong tầng mặt và tầng đáy bùn kênh rạch TP. HCM

Nguồn: Kết quả phân tích của nhóm nghiên cứu



Hình 5. E.coli trong bùn kênh rạch TP. HCM

Nguồn: Kết quả phân tích của nhóm nghiên cứu

Bảng 5. So sánh E.coli ở một số các khu vực

Khu vực	<i>E. coli</i> tầng mặt (MPN/100ml)	<i>E. coli</i> tầng đáy (MPN/100ml)	Nguyên nhân
Kênh Nhiều Lọc	$\sim 10^4$	$> 10^5$	Nước thải sinh hoạt từ khu dân cư đồng đúc. Trầm tích tích tụ lâu ngày, ít được nạo vét.
Kênh Tân Hóa - Lò Gốm	$\sim 10^3$	$\sim 10^4$	Đã qua cải tạo một phần. Dòng chảy tốt hơn so với kênh khác.
Rạch Vàm Thuật	$\sim 10^5$	$> 10^6$	Tiếp nhận nước thải từ khu công nghiệp, chợ. Lưu lượng nước chậm, ú đọng chất ô nhiễm.
Kênh Tê/ Thường Thạnh	$< 10^3$ MPN	$\sim 10^3$ MPN	Xa nguồn xả thải trực tiếp. Có hệ thống thoát nước tương đối tốt.

Nguồn: Kết quả phân tích của nhóm nghiên cứu

3.4. Mối tương quan giữa NH_3 và H_2S ở bùn đáy kênh rạch TP. HCM

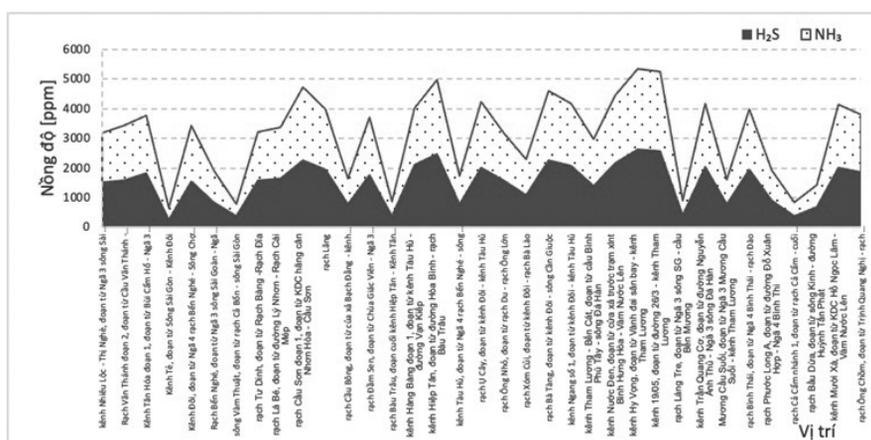
Mối tương quan giữa NH_3 và H_2S ở bùn đáy kênh rạch TP. HCM được trình bày trong Hình 6.

Đô thị thể hiện nồng độ NH_3 (màu cam) và H_2S (màu xanh) tại các kênh rạch khác nhau cho thấy, không có tương quan tuyến tính rõ ràng giữa hai chỉ số. Một số kênh (ví dụ: Vàm Thuật) có cả NH_3 và H_2S cao, có thể gây ra do nguồn ô nhiễm hỗn hợp. Kênh Tân Hóa - Lò Gốm có NH_3 cao nhưng H_2S thấp, có thể do ưu thế phân hủy hiếu khí (ít sinh H_2S). Một số kênh khác có H_2S cao nhưng NH_3 trung bình, phản ánh điều kiện kỵ khí mạnh.

3.5. Mối tương quan giữa NH_3 và *E.coli* trong bùn kênh rạch TP. HCM

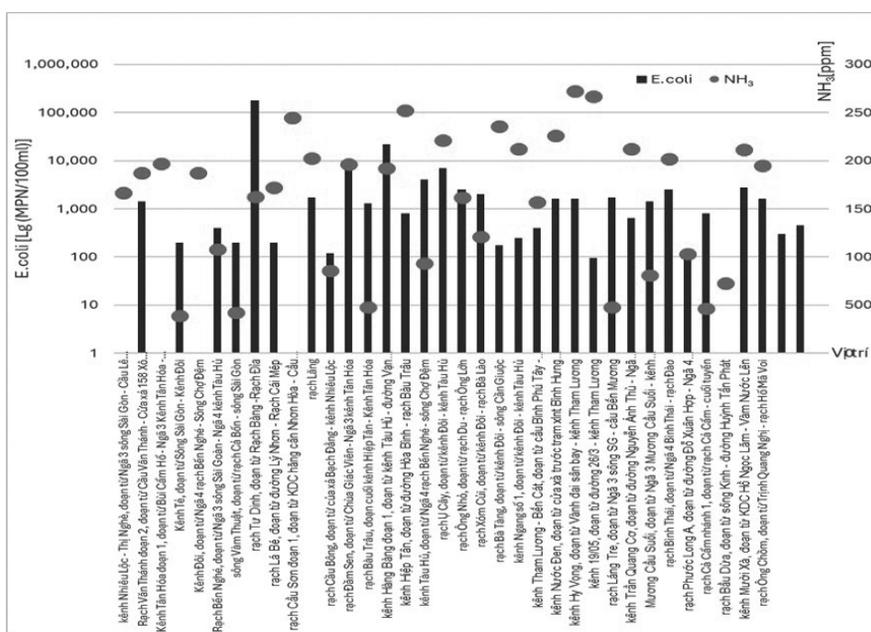
Mối tương quan giữa NH_3 và *E.coli* tầng mặt của bùn kênh rạch TP. HCM được trình bày trong Hình 7.

Mối tương quan NH_3 - *E. coli* thể hiện rõ rệt, tuy nhiên kết quả chỉ thể hiện trong điều kiện mùa mưa cuối kỳ (thời điểm lấy mẫu). Có sự chênh lệch lớn giữa các kênh. Một số khu vực có *E. coli* vượt trội hơn hẳn (ví dụ: Lg MPN/100ml > 10.000), trong khi nơi khác thấp hơn. Các kênh như Vàm Thuật và Nhiều Lọc có chỉ



Hình 6. Mối tương quan giữa NH_3 và H_2S ở bùn đáy kênh rạch TP. HCM

Nguồn: Kết quả phân tích của nhóm nghiên cứu



Hình 7. Mối tương quan giữa NH_3 và *E.coli* tầng mặt của bùn kênh rạch TP. HCM

Nguồn: Kết quả phân tích của nhóm nghiên cứu

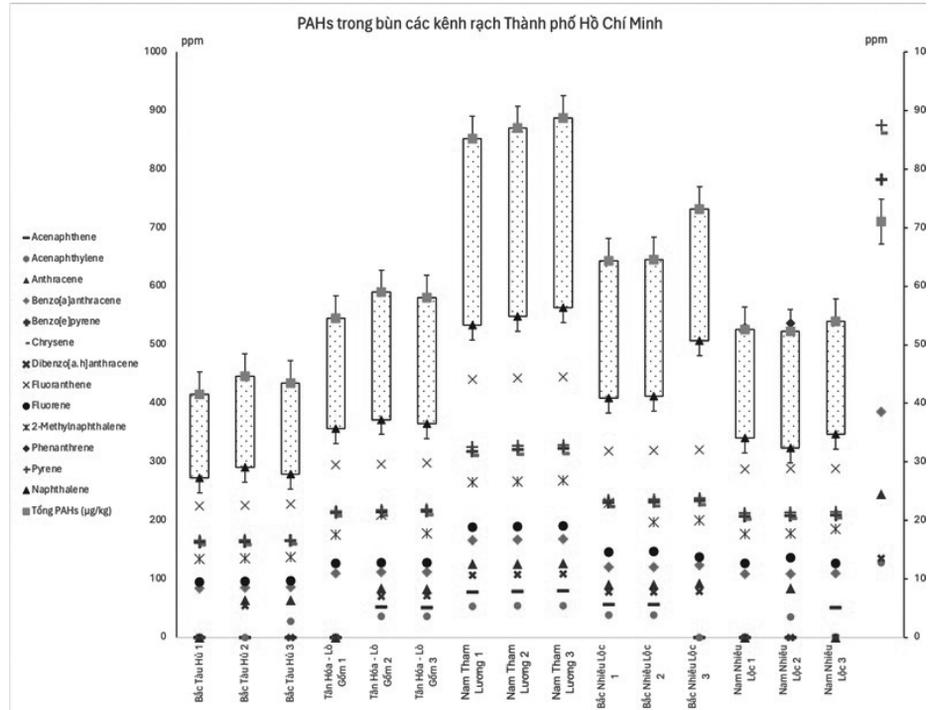
số cao nhất, phản ánh nguồn ô nhiễm ổn định (ví dụ: nước thải sinh hoạt liên tục). Điều này có thể do mật độ dân cư khác nhau hoặc hiệu quả xử lý nước thải tại từng khu vực.

Tháng 11 ở TP. HCM thường chuyển từ mùa mưa sang khô. Lượng mưa giảm dần dẫn tới nồng độ NH₃ tăng do giảm hiệu ứng pha loãng từ nước mưa, chất ô nhiễm tích tụ lại trong trầm tích và nước; mật độ E. coli cao do vi khuẩn từ chất thải ít bị rửa trôi hơn so với các tháng mưa nhiều (tháng 8-9). Tháng 11 có nhiệt độ trung bình khoảng 27-30°C, độ ẩm cao. Do đó, điều kiện thuận lợi cho vi khuẩn E. coli tồn tại, trong khi đó NH₃ ít bị bay hơi hơn so với mùa khô (tháng 3 - 4).

3.6. Đánh giá hiện trạng ô nhiễm PHAs trong bùn thải tại khu vực nghiên cứu

Nồng độ PAHs trong bùn các kênh rạch TP. HCM được trình bày trong Hình 8. Nồng độ PAHs biến động không đồng đều: Ở một số vị trí (ví dụ: Nam Tham Lương 1, Nam Tham Lương 2, Nam Tham Lương 3) có nồng độ PAH tổng cao hơn rõ rệt so với những nơi khác, cho thấy ô nhiễm cục bộ nghiêm trọng. Nguyên nhân có thể do hoạt động công nghiệp, xả thải; giao thông đông đúc (PAH phát sinh từ khí thải xe); chất thải sinh hoạt (đốt rác, nước thải không qua xử lý).

Hình 8 phản ánh ô nhiễm PAHs (Nam Tham Lương 1; Nam Tham Lương 2, Nam Tham Lương 3 đều trên 8.500ug/kg) và vượt ngưỡng nguy hại so với QCVN 43:2017/BTNMT là



Hình 8. PAHs trong bùn các kênh rạch TP. HCM

Nguồn: Kết quả phân tích của nhóm nghiên cứu



TP. HCM cần tiến hành nạo vét định kỳ các kênh rạch nhằm giảm thiểu ô nhiễm

7.100ug/kg và không đồng đều ở các kênh TP.HCM, đòi hỏi hành động cụ thể từng khu vực. Nên ưu tiên xử lý các điểm có PAHs tổng cao, đặc biệt chú ý nhóm PAH nguy hại gồm Benzo[a]pyrene; Benzo[a]anthracene; Benzo[b]fluoranthene; Benzo[k]fluoranthene; Chrysene nhằm giảm rủi ro môi trường và sức khỏe cộng đồng.



4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy, các kênh ô nhiễm có sự khác biệt giữa tầng đáy và tầng mặt. NH_3 cao ở tầng mặt trong khi H_2S cao hơn ở tầng đáy, cụ thể hàm lượng NH_3 từ 1.500 - 2.500ppm và NH_3 ở tầng đáy, 1.600 - 2.700ppm NH_3 ở tầng mặt; H_2S có nồng độ từ 1.400 - 2.400 ppm H_2S ở tầng đáy và từ 1.600 - 2.600ppm H_2S ở tầng mặt. Bên cạnh đó, PAHs có nồng độ cao tập trung ở Nam Tham Lương 1, Nam Tham Lương 2, Nam Tham Lương 3 (nồng độ tổng PAHs >8.000ug/kg, đồng thời với NH_3 và H_2S cao (>8.500ppm). Ở một số khu vực E. coli vượt trội hơn hẳn (>105 MPN/100ml) trong khi nơi khác thấp hơn khá nhiều (<102MPN/100ml), nồng độ E.coli cao cho thấy, tình trạng vệ sinh trong khu vực cần kiểm soát nghiêm ngặt hơn. Nghiên cứu chỉ dừng lại kết quả quan trắc trong mùa mưa nên chưa có sự so sánh giữa 2 mùa trong chuỗi năm liên tục, đồng thời xác định quy luật của sự tích tụ, lan truyền.

Từ các kết quả nghiên cứu, kiến nghị các nhà quản lý cần tập trung rà soát nguồn thải ở các khu vực có nồng độ NH_3 , H_2S , E.coli cao cũng như PAHs. Cần tiến hành nạo vét định kỳ các kênh rạch nhằm giảm tích lũy các chất do điều kiện kỵ khí kéo dài. Đồng thời cần có những giải pháp xử lý PAHs bằng các phương pháp kết hợp lý hoá sinh nhằm loại bỏ triệt để PAHs trong bùn, tránh lan truyền ô nhiễm ra môi trường xung quanh ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Wenjing Shi, Hui Gong, Weiqi Zhou, Xuejun Tan, Chen Zhang, Xiaohu Dai. *Distribution and ecological risk of polycyclic aromatic hydrocarbons in wastewater treatment plant sludge and sewer sediment from cities in Middle and Lower Yangtze River. Science of The Total Environment. Volume 881, 10 July 2023.*

[2] Ann Olsson, et al. *Occupational Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Lung Cancer Risk: Results from a Pooled Analysis of Case-Control Studies (SYNERGY). Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. 2022 Jul 1;31(7):1433-1441. doi: 10.1158/1055-9965.EPI-21-1428.*

[3] Yu Ni, et. al. *Prenatal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and executive functions at school age: Results from a combined cohort study. International Journal of Hygiene and Environmental Health Volume 260, July 2024.*

[4] Zhiyang Liu, et al. *Distribution, source, and ecological risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in surface sediments from the Hun River, Northeast China. Environmental Monitoring and Assessment. 187(5):4525. May 2015.*

[5] Chee Kong Yap and Khalid Awadh Al-Mutairi. *Ecological-Health Risk Assessments of Heavy Metals (Cu, Pb, and Zn) in Aquatic Sediments from the ASEAN-5 Emerging Developing Countries: A Review and Synthesis. Biology. 11(1), 7; doi.org/10.3390. 2022.*

[6] Qian Sha, Jun He, Wei Hao Zhang, *Release of Nitrogen from Sediments in Different Types of Lakes. Advanced Material Research. 518-523:1307-1310. May 2012.*

[7] David A. Dunnette, David P. Chynoweth, Khalil H. Mancy. *The source of hydrogen sulfide in anoxic sediment. Water Research. Volume 19, Issue 7, Pages 875-884, 1985.*

[8] Thoát nước đô thị TP. HCM, “Quan trắc chất lượng bùn thải phát sinh từ hoạt động duy tu, nạo vét hệ thống thoát nước,” TP. Hồ Chí Minh, 2021.

[9] Nghị định số 80/2014/NĐ-CP của Chính phủ: Về thoát nước và xử lý nước thải, 2014.

[10] Mingshan Xu, Li-Ting Zheng, Dong He, HanY.H. Chen, En-Rong Yan. *Microenvironment filtering and plant competition jointly structure trait distributions across co-occurring individuals. Ecological Indicators. Volume 129, October 2021.*

[11] Jiangtian Lai, Mingshuang Cheng, Rong Huang, Guangwei Yu, Yunxiao Chong, Yanqiog Li, Yuchen Zhong. *Mechanism of ammonium sharp increase during sediments odor control by calcium nitrate addition and an alternative control approach by subsurface injection. Environmental Research. Volume 190, November 2020.*

[12] Isabel K Erb, Carolina Suarez, Ellinor M Frank, Johan Bengtsson-Palme, Elisabet Lindberg, Catherine J Paul. *Escherichia coli in urban marine sediments: interpreting virulence, biofilm formation, halotolerance, and antibiotic resistance to infer contamination or naturalization. FEMS Microbes. 2024 Aug 14. doi: 10.1093/femsmc/xtae024. eCollection 2024.*

[13] Thông tư số 10/2021/TT-BTNMT của Bộ TN&MT: Quy định kỹ thuật quan trắc môi trường và quản lý thông tin, dữ liệu quan trắc chất lượng môi trường.

[14] Quy chuẩn QCVN 43:2017/BTNMT Chất lượng trầm tích.

[15] TCVN 6663-16:2017 (ISO 5667-16:2017).

[16] Thông tư số 24/2017/TT-BTNMT của Bộ TN&MT: Quy định kỹ thuật quan trắc môi trường.

[17] Gregory D. O’Mullan, Andrew R. Juhl, Roman Reichert, Erin Schneider, Natalia Martinez. *Patterns of sediment-associated fecal indicator bacteria in an urban estuary: Benthic-pelagic coupling and implications for shoreline water quality. Science of The Total Environment. Volume 656, 15, Pages 1168-1177. March 2019.*