



Ô NHIỄM HỮU CƠ (pH và TOC) TRONG TRẦM TÍCH TẠI CÁC CỐNG NGẮN TRIỀU TRÊN LƯU VỰC SÔNG SÀI GÒN

TRẦN THỊ PHI OANH^{1,2,*}, VÕ NGUYỄN XUÂN QUẾ^{1,2}

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

²Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh

Tóm tắt:

Sông Sài Gòn đóng vai trò quan trọng trong hệ sinh thái và kinh tế - xã hội của TP. Hồ Chí Minh, nhưng chịu ảnh hưởng từ công nghiệp, đô thị hóa và nguồn thải sinh hoạt, đặc biệt tại các nhánh sông có cống ngăn triều. Nghiên cứu này đánh giá ô nhiễm hữu cơ trong trầm tích thông qua pH và tổng lượng carbon hữu cơ (TOC) giai đoạn 2022 - 2024. Kết quả quan trắc từ năm 2022 - 2024 cho thấy, giá trị pH ổn định và nằm trong giới hạn cho phép theo QCVN 07:2009/BTNMT. Trong khi đó, TOC có xu hướng tăng dần theo vị trí lấy mẫu, với sự biến động mạnh vào mùa mưa, đặc biệt tại một số điểm có giá trị cao đột biến như: B3 (2,15%), B5 (2,36%), B6 (2,36%) và B7 (2,15%). Trong khi đó, ghi nhận vào mùa khô có sự gia tăng ổn định hơn, với các vị trí có hàm lượng TOC cao bao gồm B5 (2,14%), B7 (2,24%), B8 (2,24%) và B9 (1,92%). Sự khác biệt theo mùa phản ánh ảnh hưởng của lượng mưa và dòng chảy bề mặt. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học cho quản lý ô nhiễm và đề xuất giải pháp bảo vệ môi trường trầm tích hiệu quả.

Từ khóa: Chất hữu cơ trong trầm tích (TOC), Cống ngăn triều, Lưu vực sông Sài Gòn.

Ngày nhận bài: 20/1/2025; Ngày sửa chữa: 10/2/2025; Ngày duyệt đăng: 20/2/2025.

Organic pollution (pH and TOC) in sediments at tidal barriers in the Saigon river basin

Abstract:

The Saigon River plays a crucial role in the ecosystem and socio-economic development of Ho Chi Minh City but is affected by industrial activities, urbanization, and domestic wastewater, particularly in river branches with tidal sluices. This study assesses organic pollution in sediments through pH and total organic carbon (TOC) during the 2022-2024 period. Monitoring results from 2022 to 2024 indicated that pH values remained stable and within the permissible limits set by QCVN 07:2009/BTNMT. Meanwhile, TOC exhibited an increasing trend along the sampling locations, with significant fluctuations during the rainy season, particularly at certain sites with sudden high values, such as B3 (2.15%), B5 (2.36%), B6 (2.36%), and B7 (2.15%). In contrast, TOC levels during the dry season showed a more stable increase, with higher concentrations observed at locations B5 (2.14%), B7 (2.24%), B8 (2.24%), and B9 (1.92%). These seasonal variations reflect the influence of rainfall and surface runoff. The study provides a scientific basis for pollution management and proposes effective solutions for sediment environment protection.

Keywords: Total Organic Carbon (TOC) in sediments, tidal sluice gate, Saigon River Basin.

JEL Classifications: Q51, Q53, Q55, Q57.

GIỚI THIỆU

Lưu vực sông Sài Gòn là khu vực có tốc độ đô thị hóa và công nghiệp hóa cao, dẫn đến áp lực lớn lên môi trường nước và trầm tích. Đặc biệt, hệ thống cống ngăn triều tại các nhánh sông không chỉ kiểm soát triều cường, xâm nhập mặn mà còn làm thay đổi động lực thủy văn, ảnh hưởng đến sự tích lũy ô nhiễm trong trầm tích. Trong đó, ô nhiễm hữu cơ, được thể hiện qua các thông số như pH và tổng lượng carbon hữu cơ (TOC), là một vấn đề quan trọng trong các nghiên cứu. Việc đánh giá mức độ ô nhiễm hữu cơ

tại các điểm cống ngăn triều là nguồn số liệu cung cấp dữ liệu khoa học quan trọng để quản lý chất lượng môi trường, đảm bảo phát triển bền vững.

Nghiên cứu tập trung vào mức độ ô nhiễm hữu cơ trong trầm tích tại các điểm cống ngăn triều trên các nhánh sông thuộc lưu vực sông Sài Gòn. Các nghiên cứu trước đây chủ yếu tập trung vào chất lượng nước hoặc kim loại nặng trong trầm tích, trong khi các chỉ số hữu cơ như TOC và pH ít được chú ý. [3]; [4]; [5]. Tính mới của nghiên cứu này đánh giá ô nhiễm hữu cơ trong hệ thống cống ngăn triều và phân tích

tác động của hệ thống này đến quá trình tích lũy ô nhiễm. Thông qua các chỉ số pH và TOC, nghiên cứu giúp xác định mức độ ô nhiễm hữu cơ trong trầm tích, từ đó đề xuất các giải pháp quản lý hiệu quả nhằm giảm thiểu tác động ô nhiễm hữu cơ đối với môi trường trầm tích và hệ sinh thái thủy sinh.[7]

2. CƠ SỞ DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở dữ liệu

Cơ sở dữ liệu trong nghiên cứu đánh giá ô nhiễm hữu cơ trong trầm tích tại các cống kiểm soát triều ở lưu vực sông Sài Gòn bao gồm các thông tin thu thập từ thực địa và kết quả phân tích trong phòng thí nghiệm. Dữ liệu được ghi nhận tại nhiều điểm quan trắc khác nhau, bao gồm tọa độ vị trí, thời gian lấy mẫu, độ sâu trầm tích, cùng các chỉ tiêu môi trường quan trọng như pH, tổng hàm lượng carbon hữu cơ (TOC) và nồng độ các hợp chất ô nhiễm hữu cơ.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu bao gồm thu thập mẫu trầm tích tại các cống kiểm soát triều, phân tích các chỉ tiêu pH và TOC trong phòng thí nghiệm, đồng thời sử dụng phần mềm Excel để thống kê và xử lý số liệu nhằm đánh giá mức độ, xu hướng ô nhiễm theo không gian và thời gian.

2.3. Phương pháp lấy mẫu và phân tích mẫu

Tất cả các mẫu đều được lấy theo quy trình kỹ thuật lấy mẫu và bảo quản mẫu phù hợp với Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6663-13 : 2015 và TCVN 6663-15 : 2004, thời gian lấy mẫu theo mùa khô và mùa mưa.

Trong phòng thí nghiệm, mẫu được phân tích theo các quy trình đã được phê duyệt nhằm xác định sự hiện diện và nồng độ của các chất ô nhiễm hoặc đánh giá tác động của chúng trong các điều kiện khác nhau. Các phương pháp phân tích này tuân theo tiêu chuẩn do Cơ quan Bảo vệ môi trường Hoa Kỳ (EPA) [8] quy định và phù hợp với các tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành.

Mẫu được thu trong mùa khô (tháng 3, tháng 4) và mùa mưa (tháng 10, tháng 11) tại 9 điểm thu mẫu thuộc lưu vực sông Sài Gòn thời gian năm 2022 đến năm 2024. Mẫu được lấy tại các khu vực chịu tác động của các nguồn thải từ sinh hoạt, khu công nghiệp, hoạt động giao thông đường thủy,... Vị trí lấy mẫu được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1: Vị trí lấy mẫu bùn

TT	Vị trí	Kí hiệu	Tọa độ VN 2000	
			X (m)	Y (m)
	Bến Nghé	B1	1189604	606003
	Cầu Kênh Tẻ	B2	1189604	606003
	Cống Phú Xuân	B3	1183917	608181

	Kênh Mương Chuối	B4	1190231	605662
	Sông Cần Giuộc	B5	1184661	595261
	Rạch Bà Bướm	B6	1190975	604053
	Kênh Cây Khô	B7	1180485	601280
	Rạch Cầu Kinh	B8	1166885	612214
	Cống xả KCN Hiệp Phước	B9	1183510	608462



▲ Hình 1: Bản đồ vị trí lấy mẫu

- Thu thập mẫu trầm tích:
- Mẫu trầm tích được thu thập tại các điểm cống ngăn triều theo phương pháp lấy mẫu tầng bề mặt (0-10 cm). Mẫu được bảo quản trong điều kiện lạnh (4°C) và vận chuyển về phòng thí nghiệm để phân tích theo TCVN 6663-13 : 2015: Phương pháp lấy mẫu và TCVN 6663-15: 2004 phương pháp bảo quản xử lý mẫu bùn.

- Xác định pH trầm tích:
- Giá trị pH được đo bằng phương pháp đo điện cực trong dung dịch trầm tích và nước cất tỷ lệ 1:2,5. Đây là chỉ tiêu quan trọng phản ánh tính axit hoặc kiềm của môi trường trầm tích, ảnh hưởng đến sự hòa tan và vận chuyển các chất ô nhiễm.

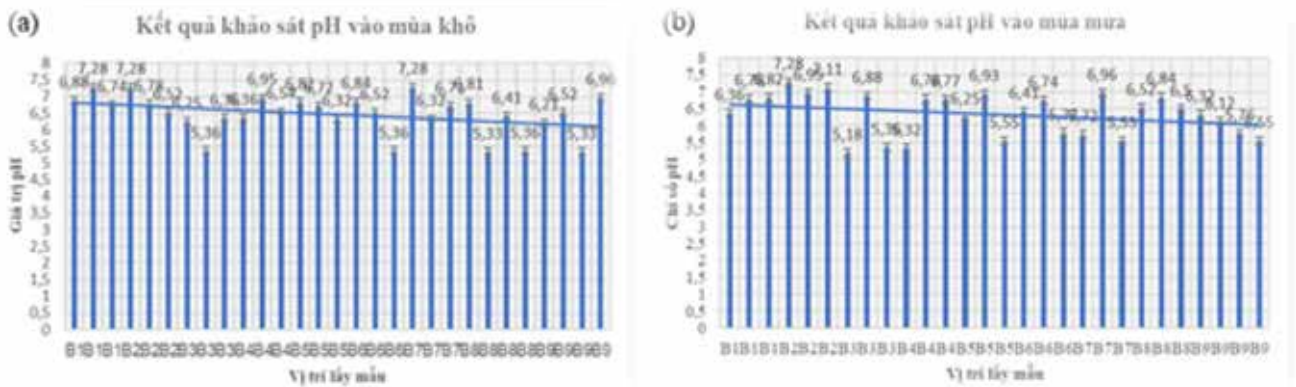
- Phân tích TOC:
- TOC được xác định bằng phương pháp đốt mẫu ở nhiệt độ cao trong lò nung (TOC analyzer) để chuyển đổi carbon hữu cơ thành CO₂, sau đó đo hàm lượng bằng đầu dò hồng ngoại. Chỉ số TOC giúp đánh giá mức độ ô nhiễm hữu cơ từ nguồn thải sinh hoạt, công nghiệp hoặc các hoạt động đô thị khác.[8]

2.4. Phương pháp xử lý, tổng hợp dữ liệu

Trong nghiên cứu đánh giá ô nhiễm hữu cơ trong trầm tích tại các cống kiểm soát triều ở lưu vực sông Sài Gòn, sử dụng phần mềm Excel xuyên suốt trong quá trình thực hiện để xử lý và tổng hợp dữ liệu một cách hiệu quả. Dữ liệu thu thập được từ thực địa được nhập vào Excel dưới dạng bảng, sử dụng các hàm để tính toán, xử lý dữ liệu như giá trị trung bình, độ lệch chuẩn và phạm vi dao động của các thông số, phân tích xu hướng.



3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN



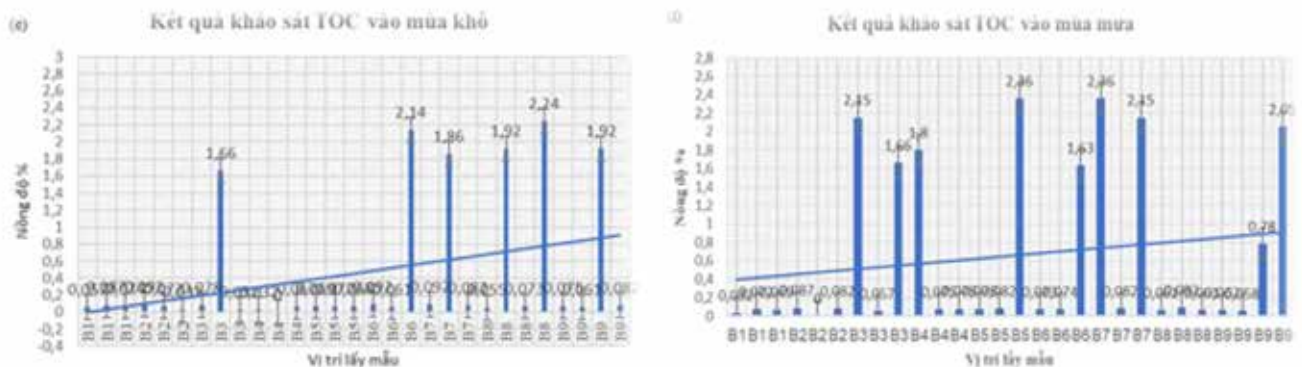
▲ Hình 2: Chỉ số pH vào mùa khô (a) và mùa mưa (b)

Kết quả khảo sát cho thấy, giá trị pH trong mùa mưa dao động từ 5,18 đến 7,28, với nhiều điểm có pH cao hơn 7, phản ánh tính kiềm nhẹ. Tuy nhiên, một số vị trí như B3, B4, B5 có pH khá thấp (pH<6), cho thấy môi trường có tính axit nhẹ. Sự chênh lệch giữa các vị trí khảo sát tương đối lớn, có thể do ảnh hưởng của dòng chảy, nguồn thải hoặc các yếu tố môi trường khác trong mùa mưa. Trong khi đó, vào mùa khô, giá trị pH dao động từ 5,33 đến 7,28. So với mùa mưa, pH ở một số điểm có xu hướng giảm nhẹ, đặc biệt tại các vị trí B3, B6, B7, B9, nơi giá trị pH thấp dưới 5,5. Nhìn chung, giá trị pH trung bình trong cả hai mùa hầu hết đều nằm trong giới hạn cho phép theo QCVN 07:2009/BTNMT (pH: 2,0 - 12,5). Tuy nhiên, mức độ biến động của pH giữa các vị trí trong mùa khô có phần nhỏ hơn so với mùa mưa, cho thấy sự ổn định hơn. [5];[7];[8];[9]

So sánh giữa hai mùa, khoảng dao động pH nhìn chung không có sự chênh lệch quá lớn, nhưng có sự

khác biệt tại từng vị trí cụ thể. Một số điểm như B3, B6, B7 có pH thấp hơn vào mùa khô so với mùa mưa. Đáng chú ý, mùa khô có sự ổn định pH cao hơn do ít chịu ảnh hưởng từ nước mưa và sự pha loãng nguồn nước. Trong mùa mưa, nước mưa có thể làm thay đổi tính chất của môi trường nước, gây ra sự dao động lớn về pH. Ngược lại, vào mùa khô, quá trình bốc hơi và giảm lưu lượng nước có thể làm tăng nồng độ các chất axit hoặc kiềm trong nước, dẫn đến biến động pH tại một số điểm. [7];[8];[9]

Nhìn chung, giá trị pH tại các vị trí khảo sát nằm trong khoảng từ trung tính đến hơi axit. Sự biến động của pH trong mùa mưa lớn hơn do ảnh hưởng của dòng chảy và lượng nước mưa, trong khi mùa khô có xu hướng ổn định hơn. Tuy nhiên, một số vị trí vẫn có pH thấp, có thể do sự tích tụ chất ô nhiễm hoặc tác động của quá trình phân hủy hữu cơ. Để có đánh giá chính xác hơn, cần tiếp tục theo dõi và nghiên cứu thêm về các yếu tố ảnh hưởng đến pH, đặc biệt tại những điểm có giá trị thấp. [5];[7]



▲ Hình 3: Nồng độ TOC vào mùa khô (e) và mùa mưa (f)

Sự biến động của tổng lượng carbon hữu cơ (TOC) giữa hai mùa thể hiện sự khác biệt rõ rệt về động thái tích lũy và phân bố trong môi trường trầm tích. Trong mùa mưa, nồng độ TOC có sự dao động mạnh giữa các điểm quan trắc, với một số vị trí ghi nhận giá trị tăng đột biến, đạt mức tối đa 2,36% (B5

và B7). Ngược lại, vào mùa khô, TOC cũng có xu hướng gia tăng theo vị trí lấy mẫu, tuy nhiên, mức độ biến động thấp hơn và ít xuất hiện sự chênh lệch giữa các điểm lấy mẫu theo mùa giai đoạn 2022 - 2024.

Xét về xu hướng phân bố TOC theo không gian, cả hai mùa đều thể hiện sự gia tăng nồng độ TOC



▲ Mẫu được phân tích trong phòng thí nghiệm theo các quy trình đã được phê duyệt

theo chiều dài dòng chảy, được phản ánh rõ ràng qua đường xu hướng. Tuy nhiên, trong mùa khô, xu hướng này ổn định hơn, cho thấy quá trình tích lũy hữu cơ diễn ra đồng đều hơn so với mùa mưa, khi các yếu tố thủy động lực tác động mạnh đến sự phân bố chất hữu cơ. [7]

Về giá trị trung bình, trong mùa mưa, nhiều vị trí có nồng độ TOC cao, với một số điểm vượt ngưỡng 2% như B3 (2,15%), B5 (2,36%), B6 (2,36%) và B7 (2,15%), phản ánh sự tích lũy không đồng đều của vật chất hữu cơ. Trong khi đó, mùa khô ghi nhận giá trị TOC cao nhưng ít xuất hiện các điểm cực đoan. Điều này có thể liên quan đến tác động của dòng chảy bề mặt và lũ lụt trong mùa mưa, làm thay đổi quá trình vận chuyển, lắng đọng hoặc rửa trôi hợp chất hữu cơ tại các khu vực khác nhau trong hệ thống thủy văn. [1];[2];[5];[7]

Tác động của yếu tố mùa vụ đối với TOC thể hiện rõ qua sự biến động của nồng độ chất hữu cơ. Trong mùa mưa, dòng chảy mạnh có thể làm xáo trộn trầm tích, gây ra hiện tượng huyền phù và tái lắng đọng chất hữu cơ tại các khu vực thấp, dẫn đến sự phân bố không đồng đều của TOC. Ngược lại, trong mùa khô, do ít bị ảnh hưởng bởi dòng chảy mạnh, chất hữu cơ có xu hướng tích tụ ổn định hơn trong trầm tích, góp phần hình thành một xu hướng phân bố có tính đồng nhất cao hơn.

Kết quả cho thấy, nồng độ TOC trong trầm tích có xu hướng tăng theo vị trí lấy mẫu ở cả hai mùa. Tuy nhiên, trong mùa mưa, sự biến động mạnh hơn với một số điểm có giá trị TOC tăng đột biến, trong

khi mùa khô thể hiện xu hướng gia tăng ổn định hơn. Sự khác biệt này có thể xuất phát từ tác động của quá trình thủy động lực trong mùa mưa và cơ chế tích lũy hữu cơ trong mùa khô, ảnh hưởng đến sự phân bố TOC trong hệ sinh thái trầm tích ven sông. [5];[7]

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy, tổng hàm lượng carbon hữu cơ (TOC) trong trầm tích có sự thay đổi giữa hai mùa, với giá trị TOC cao hơn trong mùa mưa so với mùa khô. Điều này có thể do sự gia tăng dòng chảy và sự vận chuyển chất hữu cơ từ thượng nguồn. Bên cạnh đó, chỉ số pH cũng có sự dao động theo mùa, trong đó giá trị pH trong mùa mưa có xu hướng thấp hơn ở một số điểm lấy mẫu, có thể do sự pha loãng và tác động của các yếu tố môi trường khác. Sự biến động của TOC và pH ở các vị trí lấy mẫu phản ánh ảnh hưởng của các cửa xả cống ngăn triều trong việc tích lũy và phân tán ô nhiễm hữu cơ trong hệ thống lưu vực sông Sài Gòn.

Nghiên cứu hiện tại chủ yếu tập trung vào các chỉ số TOC và pH, chưa đánh giá đầy đủ các yếu tố khác như kim loại nặng, hợp chất hữu cơ khó phân hủy (POPs) hay chất dinh dưỡng có thể tác động đến chất lượng môi trường trầm tích. Ngoài ra, thời gian thu thập mẫu chỉ diễn ra trong một khoảng thời gian nhất định, chưa phản ánh toàn bộ sự biến động dài hạn của hệ sinh thái sông. Phạm vi nghiên cứu cũng giới hạn ở một số điểm lấy mẫu trong hệ thống cửa xả triều, chưa mở rộng ra toàn bộ lưu vực để có cái nhìn tổng quan hơn.



▲ Vị trí lấy mẫu khu vực Nguyễn Văn Tạo, Nhà Bè, TP.HCM tháng 10/2023



▲ Vị trí lấy mẫu khu vực 1/8B ấp Mương Chuối, Nhà Bè, TP.HCM ngày 31/10/2023

Trong tương lai, nghiên cứu có thể mở rộng sang đánh giá tác động của các yếu tố môi trường khác như kim loại, chất dinh dưỡng, vi sinh vật và các hợp chất ô nhiễm hữu cơ phức tạp hơn. Bên cạnh đó, việc sử dụng công nghệ viễn thám và mô hình hóa thủy văn để dự đoán sự phân bố và tích lũy ô nhiễm trong bối cảnh biến đổi khí hậu cũng là một hướng đi quan trọng. Ngoài ra, nghiên cứu về cơ chế lan truyền ô nhiễm theo sự vận hành của hệ thống cửa xả cống ngăn triều có thể giúp làm rõ hơn vai trò của các công trình kiểm soát nước trong việc điều phối chất lượng môi trường trầm tích.

Từ kết quả nghiên cứu, các nhà quản lý môi trường và doanh nghiệp có thể xem xét một số biện pháp sau: kiểm soát nguồn thải hữu cơ bằng cách siết chặt quản lý các nguồn thải từ hoạt động công nghiệp, nông nghiệp và sinh hoạt nhằm giảm thiểu ô nhiễm hữu cơ trong trầm tích sông; nâng cao hiệu quả vận hành của xả cống ngăn triều thông qua việc xây dựng các quy trình kiểm soát dòng chảy hợp lý để hạn chế sự tích tụ ô nhiễm tại các điểm xả triều; giám sát môi trường liên tục bằng hệ thống quan trắc tự động để theo dõi chất lượng môi trường trầm tích theo thời gian thực, giúp phát hiện sớm các dấu hiệu ô nhiễm; phát triển công nghệ xử lý ô nhiễm với các giải pháp như bẫy sinh học, vật liệu hấp phụ hoặc kỹ thuật phục hồi trầm tích nhằm giảm thiểu tác động tiêu cực đến hệ sinh thái sông. Những giải pháp này sẽ góp phần quản lý hiệu quả hơn chất lượng môi trường trầm tích trong khu vực sông Sài Gòn, bảo vệ hệ sinh thái và giảm thiểu tác động tiêu cực đến hoạt động kinh tế - xã hội. ■

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Datta D. K., Guptab L. P. & Subramanian V., 1999. Distribution of C, N and P in the sediments of the Ganges-Brahmaputra-Meghna river system in the Bengal basin. *Organic Geochemistry*, 30: 75-82.
2. Bernera R. A. & R Rao J.L., 1994. Phosphorus in sediments of the Amazon River and estuary: Implications for the global flux of phosphorus to the sea. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 58: 2333-2339.
3. Đặng Hoài Nhơn và cộng sự “Dinh dưỡng trong Trầm tích tầng mặt ven bờ Châu thổ sông Hồng”. Hội nghị khoa học kỷ niệm 35 năm thành lập Viện khoa học và Công nghệ Việt Nam, trang 161-166, 2010.
4. Đặng Hoài Nhơn và cộng sự “Đánh giá chất lượng trầm tích hệ thống đầm phá ven bờ miền Trung Việt Nam”. Báo cáo chuyên đề Đề tài 12EE6, 61 trang, 2009.
5. Hoàng Thị Thanh Thủy và cộng sự, “Nghiên Cứu Địa Hóa Môi Trường Một Số Kim Loại Nặng Trong Trầm Tích Sông Rạch Tp. Hồ Chí Minh” Tạp chí phát triển KH&CN, Tập 10, số 01 -2007
6. Đỗ Quang Trung và cộng sự, “Nghiên cứu đặc trưng các chỉ tiêu hóa lý của bùn thải đô thị trước và sau khi phân hủy kỵ khí”. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học tự nhiên và công nghệ, tập 32, số 4 trang 30 - 34, 2016.
7. Thái Thị Minh Trang và cộng sự, “Ô nhiễm hữu cơ trong trầm tích tại một số khu vực trên sông Sài Gòn”, Hội nghị khoa học toàn quốc về sinh thái và tài nguyên sinh vật lần thứ 7.
8. The United States Environmental Protection Agency (EPA) maintains and approves test methods.
9. QCVN 07: 2009/BTNMT (quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về ngưỡng chất thải nguy hại).