

ĐÁNH GIÁ ĐẶC ĐIỂM Ô NHIỄM ASEN TRONG NƯỚC VÀ TRẦM TÍCH SÔNG ĐÁY BẰNG CÁC PHƯƠNG PHÁP THỐNG KÊ VÀ HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ (GIS)

NGUYỄN KIM THÙY, LÊ BẢO HƯNG

I. GIỚI THIỆU

Sông Đáy nằm ở phía Tây - Nam của đồng bằng Bắc Bộ. Đây là một trong những con sông quan trọng của nước ta. Lưu vực sông trải trên diện tích hành chính của 5 tỉnh, thành phố (Hòa Bình, Hà Nội, Nam Định, Hà Nam, Ninh Bình). Những năm gần đây, tình hình kinh tế - xã hội của các tỉnh, thành này đang trên đà khởi sắc, có tốc độ phát triển tăng một cách đáng kể. Tốc độ công nghiệp hóa, đô thị hóa đã có tác dụng thúc đẩy mạnh mẽ sự phát triển của nền kinh tế, nhưng mặt trái của nó là ảnh hưởng xấu đến môi trường khu vực nói chung cũng như lưu vực sông Đáy nói riêng [1]. Số lượng các độc chất phân tán trong môi trường ngày một nhiều hơn do các hoạt động sản xuất và tiêu thụ đa dạng của con người, trong số đó phải kể đến các kim loại nặng, đặc biệt là asen (As). Vì vậy, việc xác định sự phân bố của As trong nước, trầm tích sông Đáy và từ đó đánh giá mức độ nhiễm độc, phân loại và đánh giá một số đặc điểm như nguồn gốc, khả năng lan truyền ô nhiễm là cần thiết cho việc xây dựng biện pháp loại trừ hay hạn chế ô nhiễm lan rộng.

Nghiên cứu này sử dụng phương pháp thống kê kết hợp hệ thống thông tin địa lý (GIS) để khảo sát phân bố không gian và nguồn gốc phát sinh ô nhiễm. Nhờ tích hợp các thông tin địa lý, các phần mềm và số liệu phân tích về hàm lượng nguyên tố As trong nước và trầm tích hệ thống sông Đáy, công nghệ GIS sẽ đưa ra những dự báo về sự phân bố ô nhiễm As trên khu vực.

II. THỰC NGHIỆM

2.1. Hóa chất và dụng cụ

- Hóa chất sử dụng HNO_3 , H_2SO_4 , HF và dung dịch chuẩn đa nguyên tố dùng cho phân tích ICP-MS là loại siêu tinh khiết của Merck.

- Mẫu chuẩn CRM: MESS - 3 (mẫu trầm tích biển để xác định hàm lượng kim loại vết, được Hội đồng nghiên cứu Quốc gia Canada đảm bảo và kiểm soát chất lượng).

- Dụng cụ thí nghiệm: Cốc teflon 50 ml, bình định mức các loại 50 ml, 25 ml, cốc 50 ml, phễu lọc, pipet các loại, màng lọc cellulose Whatman 0,45 μm , máy bơm hút chân không KNF Neuberger Laboport.

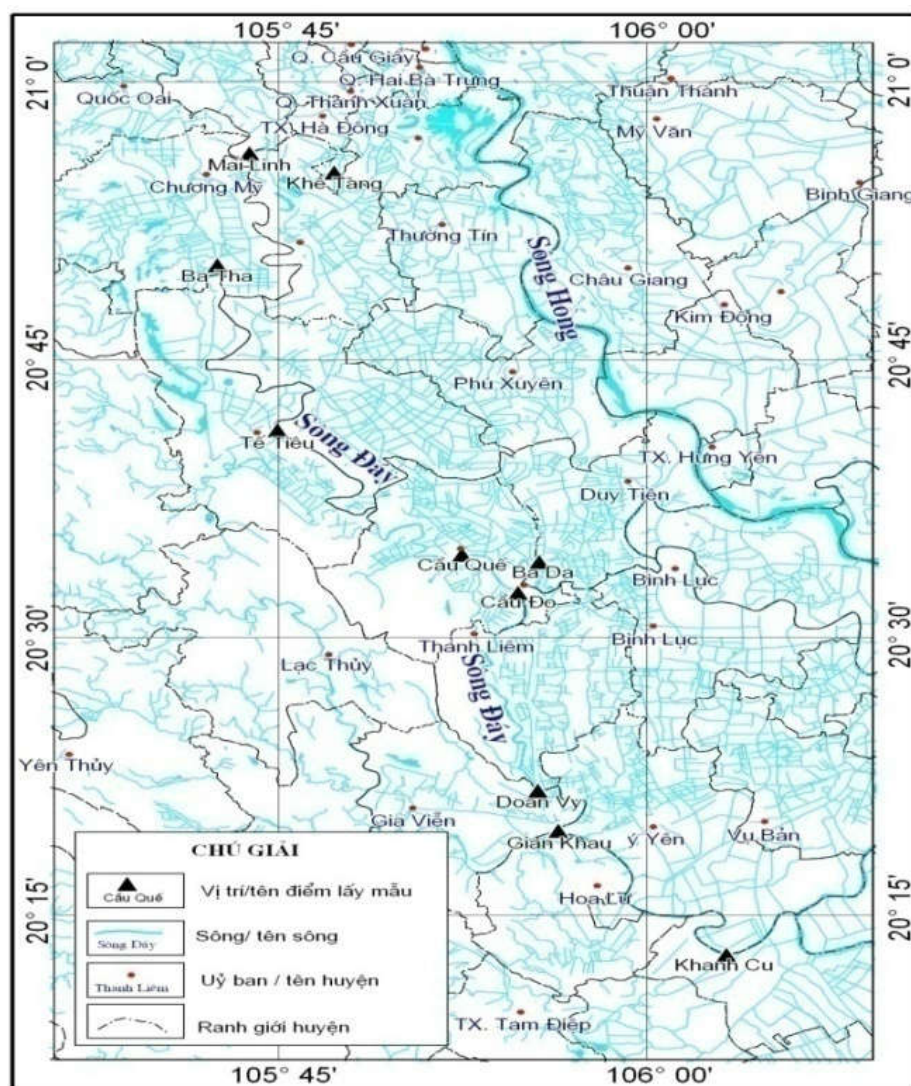
- Thiết bị: Máy đo ICP-MS (ELAN 9000) và các thiết bị phụ khác.

2.2. Lấy mẫu

Mẫu trầm tích đáy được lấy bằng gầu inox sạch ở các vị trí trên lưu vực sông Đáy. Mẫu trầm tích được lấy 2 lần, vào mùa mưa (tháng 8) và mùa khô (tháng 12).

Các mẫu nước được lấy ở độ sâu 20 cm dưới bề mặt ở các vị trí như trên hình 1 và được lấy ở cùng vị trí với mẫu trầm tích. Chúng tôi đã tiến hành lấy mẫu tại các vị trí trên theo 5 đợt, trong đó có 3 đợt vào mùa mưa (vào các tháng 6, 8 và tháng 9 năm 2010) và 2 đợt vào mùa khô (vào cuối tháng 10 và tháng 12 năm 2010). Các vị trí lấy mẫu đều được ghi lại tọa độ.

Mẫu nước sau khi đưa về phòng thí nghiệm được lọc qua màng lọc xenlulozo Whatman 0,45 μm thu được mẫu chất rắn lơ lửng nằm phía trên màng lọc.



Hình 1. Sơ đồ các vị trí lấy mẫu

2.3. Xử lý mẫu sơ bộ và bảo quản mẫu

Mẫu nước và mẫu trầm tích mặt được lấy, xử lý sơ bộ và bảo quản theo đúng Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5945 - 1995.

2.4. Phương pháp xử lý và phân tích mẫu

Các mẫu chất rắn lơ lửng và mẫu trầm tích đáy của hệ thống sông được xử lý bằng phương pháp xử lý mẫu hệ kín (xử lý mẫu trong lò vi sóng) để tận dụng những ưu điểm vượt trội như: Thời gian xử lý mẫu ngắn, phân huỷ mẫu triệt để và không mất chất phân tích, hiệu suất xử lý mẫu cao [2, 8].

Hàm lượng kim loại As trong nước ở dạng hòa tan, dạng chất rắn lơ lửng và trong trầm tích được phân tích trên hệ thống thiết bị khối phổ plasma cảm ứng ICP - MS Elan 9000 PerkinElmer với các điều kiện tối ưu đã được nghiên cứu [5, 8].

2.5. Xử lý số liệu phân tích hàm lượng As

Các số liệu phân tích hàm lượng As được lưu dưới dạng MS Excel, sau đó được chuyển vào phần mềm MINITAB để xử lý thống kê bằng phân tích phương sai (ANOVA) và phân tích nhóm (cluster analysis hay CA) [6].

Phân bố hàm lượng As ô nhiễm trong khu vực được nghiên cứu thông qua công cụ GIS nhờ sử dụng phần mềm ArcView [4].

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đánh giá mức độ ô nhiễm As trong các mẫu nước và trầm tích hệ thống sông Đáy

Kết quả phân tích tổng hàm lượng As trong các mẫu nước, chất rắn lơ lửng và trầm tích tại 10 địa điểm thuộc lưu vực sông Đáy sau khi xử lý thống kê sơ bộ (tính giá trị trung bình và độ lệch chuẩn) được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Kết quả phân tích tổng hàm lượng As

Địa điểm	Mùa	Hàm lượng As		
		Mẫu nước ($\mu\text{g/l}$)	Mẫu chất rắn lơ lửng (mg/kg)	Mẫu trầm tích (mg/kg)
Mai Lĩnh	Mưa	$14,7 \pm 6,02$	$1063 \pm 531,7$	$2242 \pm 117,6$
	Khô	$40,6 \pm 28,9$	$1425 \pm 934,5$	
	Min	5,22	475,2	
	Max	69,6	2360	
Khê Tang	Mưa	$9,33 \pm 1,41$	$766,8 \pm 539,7$	$1081 \pm 760,69$
	Khô	$9,82 \pm 3,27$	$244,2 \pm 64,76$	
	Min	6,56	139,4	
	Max	13,1	1841	
Ba Thá	Mưa	$1,58 \pm 0,526$	$64,95 \pm 33,29$	$137,6 \pm 39,35$
	Khô	$2,92 \pm 1,65$	$176,9 \pm 44,12$	
	Min	1,22	31,66	
	Max	6,21	234,9	

Địa điểm	Mùa	Hàm lượng As		
		Mẫu nước ($\mu\text{g/l}$)	Mẫu chất rắn lơ lửng (mg/kg)	Mẫu trầm tích (mg/kg)
Tế Tiêu	Mưa	$2,62 \pm 0,658$	$31,92 \pm 15,23$	$156,0 \pm 75,18$
	Khô	$3,22 \pm 1,21$	$133,1 \pm 98,05$	
	Min	1,99	15,32	
	Max	5,63	3096	
Cầu Quế	Mưa	$2,40 \pm 0,417$	$225,6 \pm 69,56$	1754 ± 1342
	Khô	$3,32 \pm 0,254$	1754 ± 1341	
	Min	1,83	86,43	
	Max	3,57	3096	
Ba Đa	Mưa	$6,45 \pm 2,79$	$819,3 \pm 362,7$	$1831 \pm 446,8$
	Khô	$9,75 \pm 3,91$	$1829 \pm 446,8$	
	Min	3,48	111,1	
	Max	13,7	2276	
Cầu Độ	Mưa	$3,63 \pm 0,513$	$392,7 \pm 119,0$	$573,9 \pm 43,22$
	Khô	$7,78 \pm 4,82$	$557,0 \pm 60,14$	
	Min	2,63	155,9	
	Max	12,6	617,1	
Đoan Vỹ	Mưa	$3,01 \pm 0,664$	$272,5 \pm 157,7$	$459,1 \pm 127,5$
	Khô	$9,94 \pm 7,95$	$291,3 \pm 40,25$	
	Min	1,70	91,62	
	Max	17,9	586,6	
Gián Khẩu	Mưa	$1,33 \pm 0,551$	$64,76 \pm 49,52$	$255,3 \pm 73,24$
	Khô	$3,92 \pm 1,53$	$255,3 \pm 73,24$	
	Min	0,446	4,636	
	Max	5,45	328,5	
Khánh Cư	Mưa	$2,13 \pm 0,628$	$190,0 \pm 125,5$	$293,1 \pm 22,37$
	Khô	$4,83 \pm 0,11$	$270,8 \pm 83,88$	
	Min	1,50	64,52	
	Max	4,93	315,5	

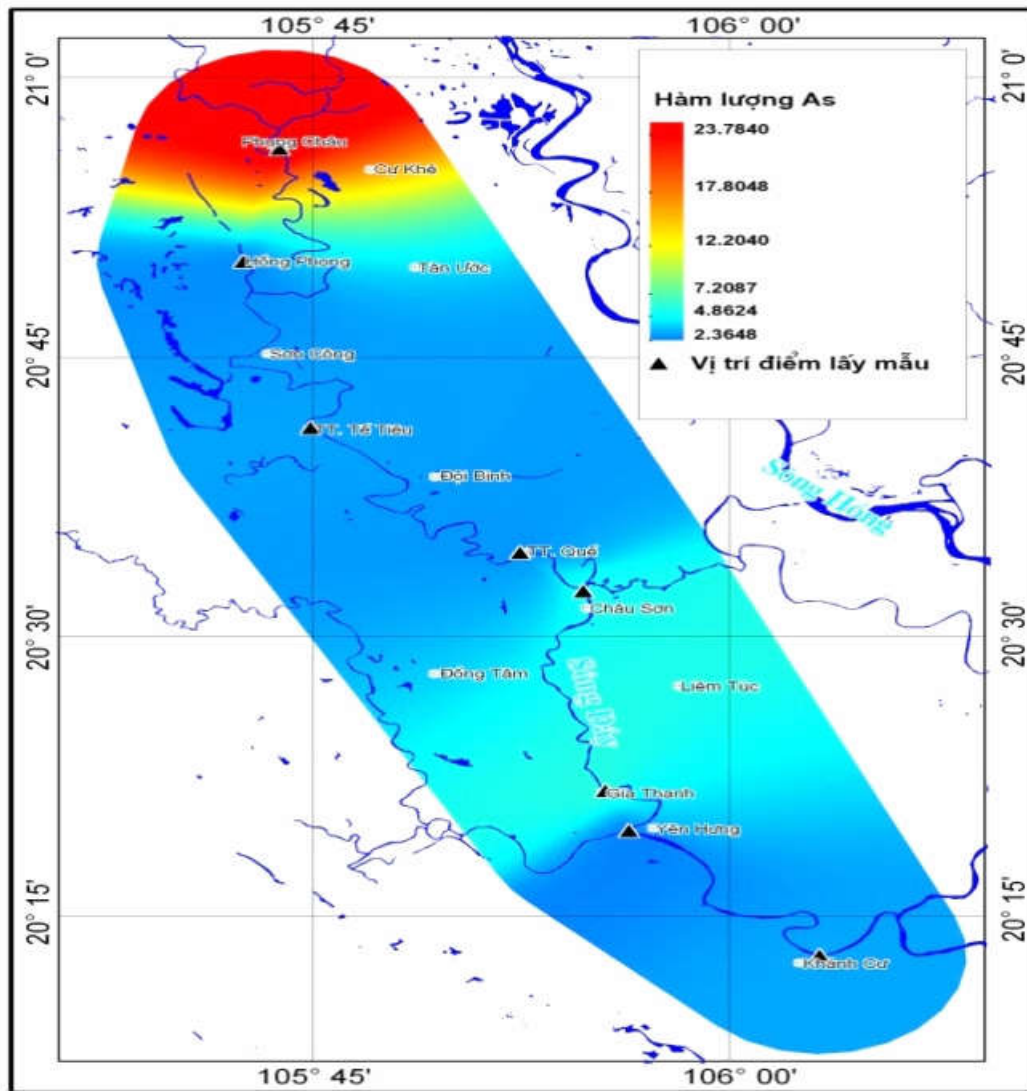
(Tổng hàm lượng từng kim loại trung bình theo mùa $\pm$ độ lệch chuẩn, lớn nhất - Max và nhỏ nhất - Min)

Theo Quy chuẩn Việt Nam QCVN 08:2008/BTNMT thì nồng độ As trong nước tại các địa điểm thuộc hệ thống sông Đáy vẫn nằm trong giới hạn cho phép (đối với nước dùng cho mục đích tưới tiêu, thủy lợi, giao thông vận tải là 0,05 mg/l). Dựa vào quy chuẩn chất lượng trầm tích về kim loại nặng (QCVN 03:2008/BTNMT) có

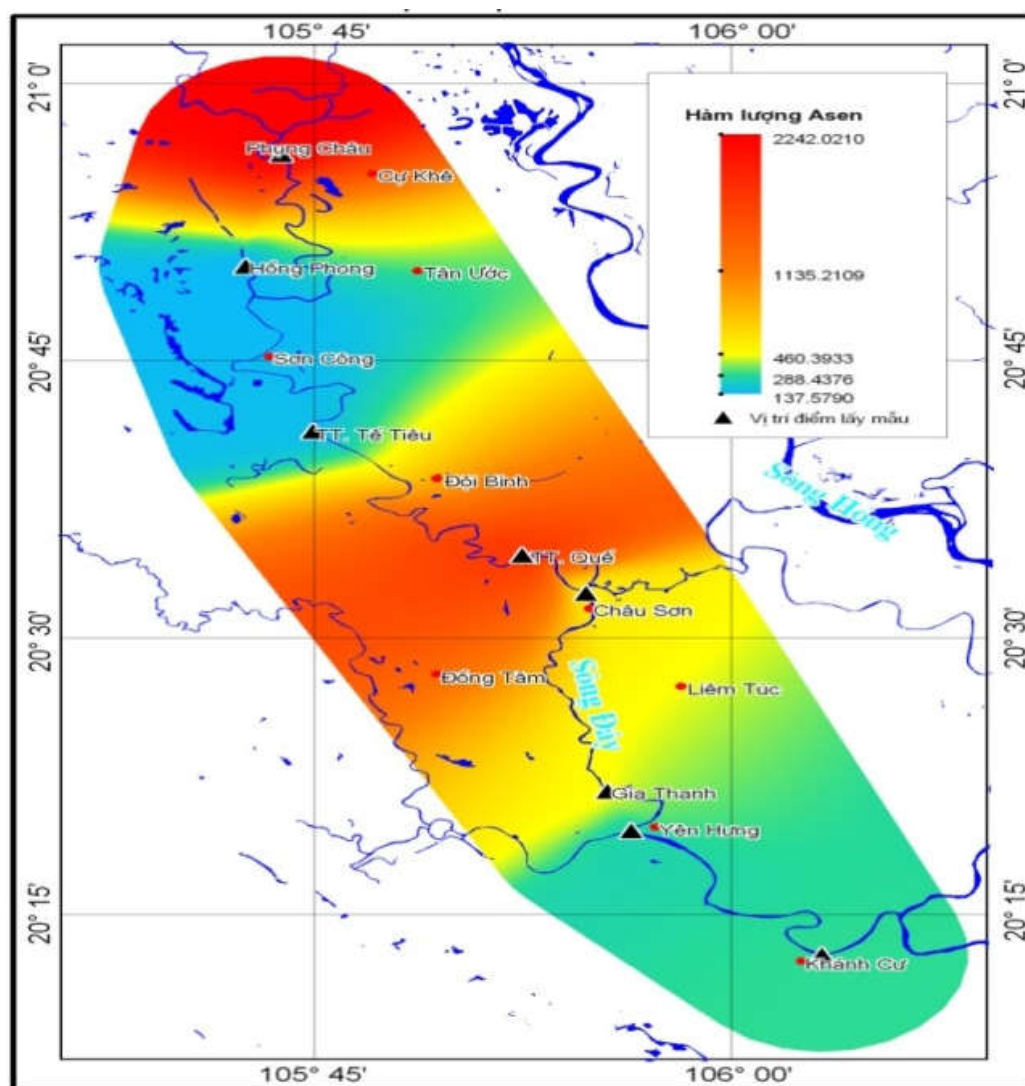
thể thấy hàm lượng As đã vượt quá ngưỡng cho phép 11 - 186 lần. Sự chênh lệch này trước hết có thể do trầm tích sông Đáy chứa hàm lượng sắt oxit lớn (hàm lượng Fe từ $71590 \pm 594,5$ đến 210800 ± 13770 mg/kg [5]) là chất đã hấp phụ và giữ As lại trong trầm tích và là lý do làm cho hàm lượng As trong nước nhỏ. Sự hấp phụ As của sắt oxit đã được thử nghiệm và chứng minh trong một số nghiên cứu của PGS TS Trần Hồng Côn và cộng sự [7].

3.2. Đánh giá đặc điểm ô nhiễm As trên lưu vực sông Đáy

Công cụ bản đồ GIS được dùng để thiết lập phân bố không gian về hàm lượng As tại 8 vị trí trên sông Đáy. Hình 2 và hình 3 mô tả phân bố không gian về hàm lượng As tại các vị trí lấy mẫu.



Hình 2. Phân bố hàm lượng As trong nước sông Đáy



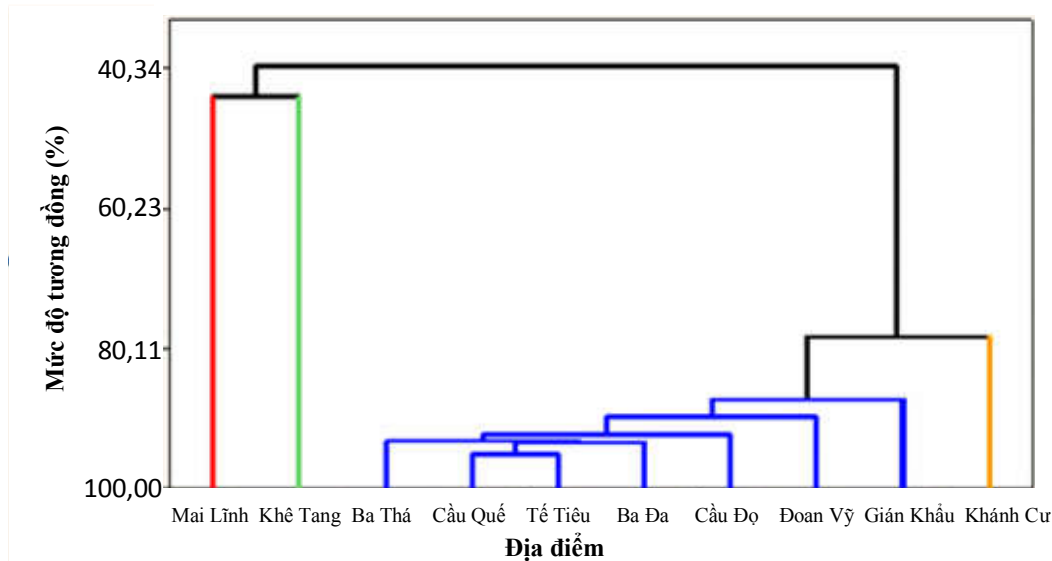
Hình 3. Phân bố hàm lượng As trong trầm tích sông Đáy

Các bản đồ phân bố As trên cho thấy hàm lượng As trong nước và trầm tích của sông Đáy không chịu ảnh hưởng của dòng chảy: Hàm lượng kim loại nặng không tăng dần hay giảm dần theo dòng chảy từ đầu nguồn xuống cuối nguồn.

Tiếp theo, có thể thấy hàm lượng As trong nước và trầm tích của lưu vực sông Đáy đều có xu hướng cao ở đầu nguồn (cụ thể là tại địa điểm Mai Lĩnh). Điều này được giải thích do đầu nguồn sông là một khúc sông chết, không có nguồn nước nuôi sông. Tại các địa điểm lấy mẫu thuộc khu vực tỉnh Hà Nam, hàm lượng As trong cả nước và trầm tích đều cao hơn so với các khu vực lân cận, nguyên nhân có thể là ô nhiễm do hoạt động dân sinh. Hiện nay, trên địa phận tỉnh Hà Nam có 22.700 nhà máy xí nghiệp (theo Niên giám thống kê 2007). Ngoài ra, lưu vực sông Đáy tại địa phận này cũng tiếp nhận nguồn nước từ các sông nhánh của các tỉnh lân

cận như Nam Định (tỉnh Nam Định cũng có đến 36.000 nhà máy, xí nghiệp). Như vậy phân bố As trong nước và trầm tích sông Đáy chịu ảnh hưởng của các yếu tố địa chất hay hoạt động dân sinh nơi dòng sông chảy qua.

Nếu kết hợp với phân tích nhóm áp dụng cho vị trí lấy mẫu, có thể thấy nhóm 1 (gồm mẫu được lấy tại Mai Lĩnh, Khê Tang, là các địa điểm lấy mẫu thuộc đầu nguồn lưu vực sông) và nhóm 2 là mẫu được lấy tại Khánh Cư ở cuối nguồn sông Đáy có sự khác biệt lớn về hàm lượng các kim loại nặng so với mẫu lấy từ các địa điểm còn lại (gồm các mẫu được lấy tại Ba Thá, Tế Tiêu, Cầu Quế, Ba Đa, Cầu Độ, Đoan Vỹ, Gián Khẩu). Nhóm các địa điểm này nằm kế tiếp nhau dọc theo lưu vực sông Đáy và có mức độ tương đồng lên đến 87,35% (hình 4).



Hình 4. Biểu đồ mức độ tương đồng giữa các địa điểm lấy mẫu

Như vậy, kết quả phân tích nhóm cũng khá phù hợp với các kết quả thu được từ việc biểu diễn phân bố không gian hàm lượng As trong nước và trầm tích của sông Đáy bằng việc ứng dụng GIS.

IV. KẾT LUẬN

1. Đã xác định hàm lượng As trong các mẫu nước, trầm tích và chất rắn lơ lửng của lưu vực sông Đáy. Hàm lượng As trong nước thấp hơn tiêu chuẩn, nhưng As trong trầm tích lại cao hơn tiêu chuẩn nhiều lần, có thể do trầm tích sông Đáy có hàm lượng sắt oxit cao.

2. Việc ứng dụng phân tích thống kê và GIS cho thấy hàm lượng As trong nước và trầm tích sông Đáy không chịu ảnh hưởng của dòng chảy, mà do ảnh hưởng của yếu tố địa chất hay hoạt động dân sinh nơi dòng sông chảy qua; kết quả thu được cũng cho thấy khả năng ứng dụng kết hợp phân tích thống kê và GIS trong đánh giá ô nhiễm môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ khoa học và công nghệ, *Tuyển tập báo cáo hội thảo khoa học lần thứ nhất*, 2008, tr.106, Chương trình KC.08/06/10.
2. Phạm Luận, *Giáo trình Những vấn đề cơ sở của các kỹ thuật xử lý mẫu phân tích*, Phần 1: Những vấn đề cơ sở lý thuyết, 2004.
3. Phan Thị Dung, *Đánh giá mức độ tích lũy kim loại nặng trong trầm tích sông Nhuệ*, Luận văn tiến sỹ, 2009.
4. Nguyễn Hồng Phương, Đặng Văn Hữu, *Phần mềm ArcView GIS*, NXB ĐHQG Hà Nội, 2006.
5. Nguyễn Kim Thùy, *Khảo sát, đánh giá sự phân bố hàm lượng các kim loại nặng trong nước và trầm tích hệ thống sông Đáy*, Luận văn thạc sỹ, 2012.
6. Tạ Thị Thảo, *Giáo trình chemometrics*, Đại học Khoa Học Tự Nhiên - Đại học Quốc Gia Hà Nội, 2005.
7. Trần Hồng Côn và cộng sự, *Nghiên cứu chế tạo bộ lọc nhiều tầng để khử kim loại nặng, các chất hữu cơ và vi khuẩn trong nước cấp đạt tiêu chuẩn nước uống trực tiếp*, Đề tài khoa học tiêu biểu ĐHQGHN, 2012.
8. M.Bettinellia, G. M. Beone, S. Speziaa and C. Baffi, *Determination of heavy metals in soils and sediments by microwave-assisted digestion and inductively coupled plasma optical emission spectrometry analysis*, *Analytica Chimica Acta*, 10/2000, 424(2):289-296.

SUMMARY

EVALUATION OF ARSENIC POLLUTION CHARACTERISTICS IN WATER AND SEDIMENT OF THE DAY RIVER BASIN SYSTEM USING STATISTICAL METHODS AND GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (GIS)

In the article As contents of water, sediment and suspended solids of the Day River Basin are identified and treated using statistical methods and GIS. It was found that the concentration of As in water samples is lower than permitted standards, but in sediment samples it is much higher than the permitted standards, which could be caused by high concentration of iron oxide of the sediments. The application of statistical analysis and GIS shows that the concentrations of As in water and sediment samples are not influenced by river flow, but by geological factors and human activities. The finding also shows the ability to combine statistical methods and GIS in studying environmental pollution.

Từ khóa: Distribution of Arsenic, statistic method, cluster analysis (CA), geographic information system (GIS).

Nhận bài ngày 14 tháng 8 năm 2013

Hoàn thiện ngày 25 tháng 9 năm 2013

Phân viện Hóa - Môi trường, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga