

Đánh giá hàm lượng arsen trong các tầng nước mặt và nước ngầm tại Cát Tiên – Lâm Đồng

- Nguyễn Đình Trung
- Nguyễn Đức Thuận

Viện Nghiên cứu Môi trường, Trường Đại học Đà Lạt

(Bài nhận ngày 30 tháng 11 năm 2015, nhận đăng ngày 20 tháng 08 năm 2016)

TÓM TẮT

Đánh giá tình trạng ô nhiễm arsen đối với tầng nước mặt và nước ngầm tại các xã thuộc huyện Cát Tiên – tỉnh Lâm Đồng được tiến hành từ năm 2013 – 2015. Kết quả phân tích cho thấy trong 37 mẫu nước mặt và nước giếng đào có hàm lượng arsen thấp từ 0 – 5 ppb. Đối với 29 mẫu nước giếng khoan thì có 9/29 mẫu có hàm lượng arsen cao hơn mức cho phép của QCVN 01:2009/BYT. Hai mẫu nước có hàm lượng arsen cao hơn quy chuẩn cho phép trên 10 lần, bao

Từ khóa: ô nhiễm arsen, nước ngầm, As(III)/As(V), ammonium, Cát Tiên

gồm các mẫu CT_TT 04 (Thị trấn Cát Tiên), và CT_GV 03 (xã Gia Viễn). Đặc biệt, hàm lượng arsen của mẫu nước giếng khoan CT_TN 04 (xã Tư Nghĩa) cao hơn QCVN 01:2009/BYT cho phép lên đến 45 lần. Những giếng khoan có mức độ ô nhiễm arsen cao có Eh trong nước dao động từ -1,4 đến -186 mV. Tại các giếng khoan của xã Gia Viễn và thị trấn Cát Tiên, mức độ ô nhiễm arsen và ammonium ở mức cao. Hàm lượng As^{3+} và Fe^{2+} lần lượt cao hơn As^{5+} và Fe^{3+} .

MỞ ĐẦU

Việt Nam là một trong những nước có các đồng bằng châu thổ có nguồn nước ngầm chứa hàm lượng arsen cao [1]. Trong vòng 20 năm trở lại đây, cùng với sự giúp đỡ của nhiều tổ chức quốc tế, các nhà khoa học nước ta đã tiến hành nghiên cứu, điều tra, và đã xác định được một số địa phương như Hà Nội, Vĩnh Phúc và một số khu vực ở đồng bằng sông Mêkông, có hàm lượng arsen trong nước ngầm vượt quá ngưỡng cho phép theo QCVN 01: 2009/BYT cho nước ăn uống [2, 3, 10]. Ở Lâm Đồng những nghiên cứu gần đây cũng phát hiện một số địa phương trong tỉnh có nguồn nước ngầm đang sử dụng có hàm

lượng arsen > 0,01 mg/L vượt tiêu chuẩn cho phép [4, 5]. Tuy nhiên những nghiên cứu trên chỉ mang tính chất sơ bộ, số lượng mẫu phân tích còn hạn chế, chưa đánh giá đầy đủ mức độ ô nhiễm, đồng thời chưa phân tích sự ô nhiễm arsen liên đới một cách đồng thời với các yếu tố liên quan như ammonium, pH, Eh, Fe^{2+} trong nước ngầm tại Cát Tiên, Lâm Đồng [4].

Nghiên cứu này nhằm góp phần đưa ra những dự báo về các vùng bị ô nhiễm, mức độ ô nhiễm arsen, nghiên cứu cũng góp phần làm rõ mức độ nhiễm bản arsen tại các tầng nước ngầm khác nhau tại huyện Cát Tiên.

VẬT LIỆU - PHƯƠNG PHÁP**Thiết bị, dụng cụ và hóa chất**

Máy quang phổ hấp thụ nguyên tử AA-7000 kết hợp HVG-1 Shimadzu, Nhật Bản. Đèn cathode rỗng của các nguyên tố, hấp thụ ở bước sóng: As ($\lambda=193,7$ nm), Fe ($\lambda=248,3$ nm). Cân phân tích có độ chính xác 10^{-4} gam, của hãng Sartorius, Đức. Tủ sấy UNE 600 Memmert, Đức. Máy đo trắc quang HACH DR.5000 của Mỹ.

Các dụng cụ thủy tinh: cốc, bình tam giác, bình định mức và pipet các loại – Các lọ polyethylene (PE) đựng mẫu;

Các hóa chất loại tinh khiết phân tích (PA): Nitric acid HNO_3 đặc 65 %, Chlorhydric acid HCl 37 %, sulfuric acid H_2SO_4 98 %, NaOH, NaBH_4 , HgCl_2 , KI (Merck), dung dịch As chuẩn gốc (1000 mg/L), (Merck), dung dịch Fe chuẩn gốc (1000 mg/L), (Merck), nước cất hai lần.

Thực nghiệm*Địa điểm lấy mẫu*

Hiện nay tại huyện Cát Tiên nước ngầm chủ yếu được khai thác tại tầng chứa nước thuộc hệ Đệ tứ nên việc lấy mẫu nước nghiên cứu cũng thuộc trong hệ này, việc lấy mẫu dựa vào bản đồ và định vị GIS. Điểm lấy mẫu được phân bố đều tại các xã trên toàn huyện.

Thu thập mẫu

Do đặc điểm cấu tạo địa chất của vùng Cát Tiên, theo thứ tự thời gian hình thành địa tầng địa chất bao gồm 3 hệ phân vị [6]: hệ Jura, thống trung, hệ tầng La Ngà (J2ln), phun trào bazan Plioxen – Pleistoxen dưới tập trung tại xã Đồng Nai Thượng (CT-ĐNT); hệ tầng Tân Rai (B (N2 – Q1)tr) và hệ Đệ tứ, thống hạ- thượng (Q).

Hệ Đệ tứ, thống hạ – thượng (Q) tập trung từ thị trấn Cát Tiên (CT-TT) trải dài qua các xã như: Gia Viễn (CT-GV), Thiên Hoàng (CT-TH), Nam Ninh (CT-NN), Tư Nghĩa (CT-TN), Đa Pal (CT-ĐP), Quảng Ngãi (CT-QN), Mỹ Lâm (CT-ML) và Phước Cát 1 (CT-PC1), riêng một phần Phước

Cát 1 và Phước Cát 2 (CT-PC2) nước ngầm thuộc hệ nghèo nước [6].

Nước ngầm chủ yếu hiện nay tại Cát Tiên được khai thác ở tầng nước thuộc hệ Đệ tứ, chiều sâu trung bình của các giếng khoan từ 15 đến 70 m; riêng tại xã Đồng Nai Thượng (CT-ĐNT) nước ngầm thuộc hệ bazan nên tầng nước ngầm ở tương đối sâu, từ 80–180 m.

Số lượng mẫu thu thập được là 66 mẫu, trong đó có 37 mẫu gồm nước mặt, nước ruộng, nước giếng đào; 29 mẫu nước giếng khoan được lấy đều trên 11 xã thuộc huyện Cát Tiên.

Tại mỗi giếng lấy 3 mẫu, mỗi mẫu 1 lít nước, tại mỗi giếng lấy nước phải có địa chỉ, vị trí tọa độ ghi bằng thiết bị định vị Garmin Etrex 20 (Mỹ) hệ tọa độ VN2000.

Bảo quản mẫu

Bình (A): mẫu nước được acid hóa bằng 2 mL HCl đậm đặc để phân tích các chỉ tiêu As (tổng), Fe (tổng),

Bình (B): mẫu nước được cho đi ngang qua cột nhựa trao đổi anion: Dowex 1x8 anion-exchange resin (100–200 mesh) được thực hiện tại hiện trường; phần nước qua cột cũng được acid hóa bằng 2 mL HCl đậm đặc. Mẫu được đựng trong túi ni lông đen đặt trong thùng xốp nhằm tránh ánh sáng để phân tích As(III)/As(V).

Bình (C): mẫu nước được sử dụng để phân tích ammonium, Fe^{2+} .

Tất cả các bình đựng mẫu được lấy đầy nước, không có không khí, vặn chặt nút và được bảo quản ở nhiệt độ 4 °C.

Phương pháp

Phân tích tại hiện trường: các chỉ tiêu pH, Eh trong mẫu nước được đo trực tiếp bằng pH-meter 330i của hãng WTW, Cộng hòa Liên bang Đức; EC được đo bằng máy HI 9033 Hanna của Ý.

Phân tích As (tổng) theo TCVN 8467:2010; phân tích hàm lượng As(III)/As(V) [11] và theo tiêu chuẩn EPA 7061A bằng phương pháp đo phổ

Kết quả lấy mẫu được thể hiện trong Bảng 1 gồm tọa độ, nhiệt độ pH và Eh của mẫu nước

Bảng 1. Vị trí lấy mẫu và các thông số đo tại hiện trường

Stt	Ký hiệu mẫu	Tọa độ VN 2000		Độ sâu	Nhiệt độ	pH	Eh (mV)
		E	N				
1	CT-ĐNT-01	04968669	01297748	GĐ 14m	25	4,5	137
2	CT-ĐNT-02	04969144	01298144	Nm	25	5,2	35
3	CT-ĐNT-03	04968977	01298037	GK 70m	25	6	55,5
4	CT-ĐNT-05	04969971	01297009	GK 100m	26	5,7	74,5
5	CT-ĐNT-06	04967315	01295528	GK 100m	26	6,2	50,7
6	CT-ĐNT-07	04967333	01295333	GK 100m	25	6,1	65,6
7	CT-ĐP-01	04954670	01277239	GĐ 12m	29	5,02	113,3
8	CT-ĐP-02	04954670	01277239	GK 20m	29	4,58	140,5
9	CT-ĐP-03	04955657	01277405	GĐ	29	4,87	124
10	CT-ĐP-04	04955599	01277317	GK 14m	29	5,5	92,5
11	CT-ĐP-05	04956755	01279407	GK 70m	29	5,82	69,5
12	CT-ĐP-01	04954670	01277239	GĐ 12m	29	5,02	113,3
13	CT-GV01	04959017	01286783	GĐ 3,5m	29	5,1	112
14	CT-GV02	04958402	01286037	GK 40m	29	5,62	-76
15	CT-GV03	04958809	01285899	GK 75m	29	7,2	-186
16	CT-GV04	04958282	01285680	GĐ 5m	29	5,8	70
17	CT-GV05	04959415	01285914	GĐ 5m	29	6,2	46
18	CT-GV06	04959766	01285989	GK 44m	29	5,3	96
19	CT-ML01	04958290	01285708	GK 40m	29	5	116
20	CT-ML03	04962147	01282553	GK 46m	29	5,5	85
21	CT-ML04	04960994	01279847	GK 30m	29	5,7	74
22	CT-ML02	04962460	01283086	GK 30m	29	6,2	51
23	CT-ML05	04961691	01281331	GK 38m	29	6,6	24
24	CT-ML06	04961990	01281914	GK 7m	29	5,4	91,3
25	CT-ML07	04961517	01280713	GK 18m	29	5,5	96
26	CT-NN01	04961231	01286413	GĐ 9m	29	5,1	110
27	CT-NN02	04961239	01286401	GK 40m	29	5,7	73,5
28	CT-NN03	04960899	01286229	GK 40m	29	6,2	-60,7
29	CT-NN04	04960450	01286140	GĐ 5m	29	4,9	123
30	CT-PC1-01	04950941	01280999	GĐ 10m	29	4,25	160,1
31	CT-PC1-02	04951020	01280243	GĐ 10m	29	5,35	109
32	CT-PC1-03	04952511	01279069	GĐ 10m	29	6,1	55
33	CT-PC1-04	04952816	01277733	GĐ 10m	29	5,6	85,5
34	CT-PC2-01	04949724	01285766	GĐ 11m	28	5,4	97,5
35	CT-PC2-02	04949411	01286102	GĐ 10m	29,5	5,18	109
36	CT-PC2-03	04950830	01284936	GĐ 8m	29,4	5,5	89,5
37	CT-PC2-04	04951146	01283745	GĐ 12m	29	5,3	87,4

38	CT-PC2-05	04951339	01283006	GĐ 13m	29,3	4,95	121,9
39	CT-PC2-05	04949547	01286403	GĐ 11m	29	4,9	122
40	CT-PC2-07	04949547	01286409	NR	29	6,1	60,1
41	CT-PC2-08	04948848	01286243	GĐ 11m	29	4,7	133,6
42	CT-PC2-09	04949066	01286193	GĐ 12m	29	4,8	124,3
43	CT-QN 01	04960414	01276745	GĐ 10m	29	5,5	86
44	CT-QN 02	04959437	01274857	GĐ 7m	29	4,8	86,3
45	CT-QN 03	04959212	01274550	GĐ 11m	29	5,1	106
46	CT-TH01	04963033	01292663	GĐ 10m	29	4,5	145
47	CT-TH02	04960680	01290915	GĐ 10m	29	4,96	121,3
48	CT-TH03	04960811	01290563	GK 40m	29	6,6	-56
49	CT-TH04	04960477	01289167	GĐ 5m	29	5,93	62,9
50	CT-TH05	04960257	01288337	GK 48m	29	7,2	-19
51	CT-TH06	04960257	01288330	GĐ 5m	29	4,9	122,5
52	CT-TH07	04960233	01288333	GĐ 5m	29	5,2	105,6
53	CT-TN-02	04961660	01278256	GK 35m	29	6,6	72
54	CT-TN-03	04961097	01277563	GK 30m	29	6	26
55	CT-TN-04	04961130	01277548	GK 30m	29	6,4	-80,2
56	CT-TN-05	04960317	01276772	GĐ 7m	29	5,6	51
57	CT-TN-07	04959085	01276843	GK 12m	29	4,7	146
58	CT-TN-01	04961856	01278673	GK 40m	29	5,8	130
59	CT-TT-01	04957920	01280396	GĐ 15m	29	6	-1,4
60	CT-TT-02	04957920	01280396	GK 32m	28	6,1	-86,33
61	CT-TT-03	04957966	01279014	GĐ 13m	28	5,8	70
62	CT-TT-04	04957605	01279147	GĐ 13m	26	5,6	93
63	CT-TT-05	04957986	01279161	GK 32m	25	6,5	7,4
64	CT-TT-06	04957986	01279161	GĐ 10m	26	5,1	114
65	CT-TT-07	04957806	01280517	GK 35m	30	6,24	-46,7
66	CT-TT-NR01	04957912	01279172	NR	28	6,7	60
GĐ: giếng đào; GK: giếng khoan; NM: nước mặt; NR: nước ruộng							

Qua phân tích 66 mẫu nước bao gồm nước mặt, nước ruộng (khoanh ngoài), nước giếng đào ký hiệu là (ô vuông) và nước giếng khoan (ô tròn khoanh ngoài), các mẫu nước lấy từ giếng đào với độ sâu trung bình từ 5–15 m thuộc tầng chứa nước Đệ tứ, kết quả cho thấy đa phần mức độ ô nhiễm arsen thấp từ 0–5 ppb; thấp hơn so với QCVN 01:2009/BYT.

Trong số 29 mẫu nước giếng khoan thuộc hệ

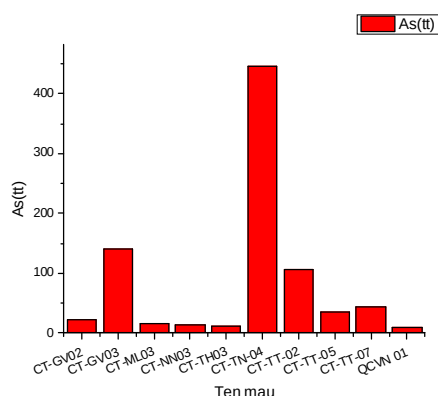
tầng chứa nước đệ tứ, có 9 mẫu nước có hàm lượng arsen cao hơn quy chuẩn cho phép (Hình 2), đó là các mẫu: CT-GV02, CT-GV03 (xã Gia Viễn), CT-ML03 (xã Mỹ Lâm), CT-TH03 (xã Thiên Hoàng), CT-TN-04 (xã Tư Nghĩa), CT-TT02, CT-TT05, CT-TT07 (thị trấn Cát Tiên) và CT-NN 03 (xã Nam Ninh). Kết quả phân tích cho thấy, các giếng khoan tại xã Gia Viễn và thị trấn Cát Tiên có tỷ lệ ô nhiễm cao, kể đến là các

giếng khoan tại các xã Mỹ Lâm, Thiên Hoàng và Tư Nghĩa. Mẫu nước thu tại thị trấn Cát Tiên (CT-TT 04) và xã Gia Viễn (CT-GV 03) có hàm lượng arsen cao hơn quy chuẩn cho phép đến 10 lần, đặc biệt mẫu nước lấy từ xã Tư Nghĩa (CT-TN 04) có hàm lượng arsen cao hơn quy chuẩn cho phép đến 45 lần.

Mặc dù những giếng khoan tại Đồng Nai Thượng tương đối sâu, trung bình 180 m thuộc tầng chứa nước bazan [6] tuy nhiên mức độ ô nhiễm arsen lại khá thấp, trong khi đó tại xã Gia Viễn và thị trấn Cát Tiên những giếng khoan

càng sâu, mức độ ô nhiễm arsen càng cao.

Những giếng khoan có mức độ ô nhiễm arsen cao thì thường có giá trị Eh âm, các giá trị Eh của những giếng này dao động từ -1,4 mV đến -186 mV. Điều này có thể giải thích là trong lớp trầm tích trẻ thuộc hệ Đệ tứ có chứa arsen do các chất hữu cơ còn đang phân hủy dưới dạng hiđrô khí cho nên các dạng liên kết của arsen với sắt, nhôm và calcium bị khử về dạng arsen(III) và dạng sắt linh động vì thế arsen trong các liên kết trong trầm tích được giải phóng vào trong nước ngầm [7, 8].

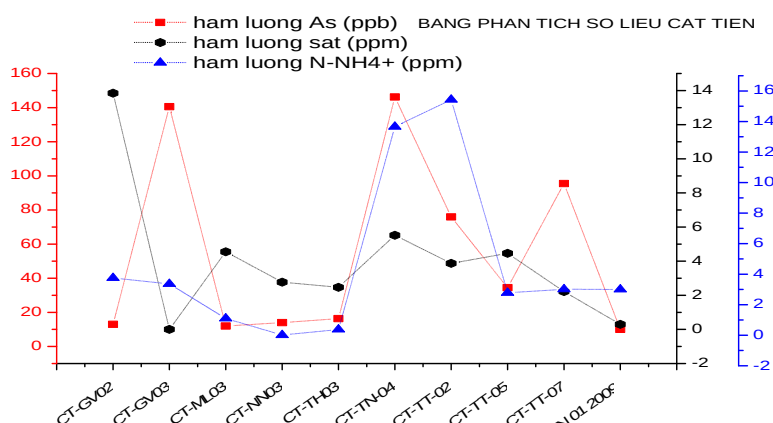


Hình 2. Hàm lượng As của các giếng khoan vượt QCVN 01:2009/BYT

Kết quả phân tích hàm lượng arsen, sắt, ammonium

Qua kết quả phân tích các hàm lượng sắt, ammonium, arsen trong các mẫu nước giếng

khoan có hàm lượng arsen cao hơn QCVN 01:2009, Hình 3 thể hiện sự liên quan giữa các yếu tố kể trên.



Hình 3. Liên quan giữa hàm lượng arsen, sắt, ammonium trong các giếng nhiễm cao

Khi phân tích hàm lượng NH_4^+ , không thấy có mối tương quan rõ rệt nào giữa arsen và hàm lượng NH_4^+ trong nước của các giếng đào. Hàm lượng NH_4^+ thay đổi khác nhau giữa các giếng khoan thuộc xã Đồng Nai Thượng so với các giếng khoan từ các xã khác. Riêng các giếng khoan tại xã Gia Viễn, Tư Nghĩa và thị trấn Cát Tiên, mức độ ô nhiễm arsen cao song song với mức độ ô nhiễm NH_4^+ (Hình 3). Vấn đề này có thể giải thích là do địa bàn các xã này nằm trên bãi bồi trầm tích của sông Đồng Nai, quá trình phân hủy hiếu khí các hợp chất hữu cơ dưới lớp

trầm tích trẻ đồng thời giải phóng ra arsen cùng với NH_4^+ vào trong nước ngầm [8-10].

Kết quả phân tích As(III)/As(V) và Fe^{2+}/Fe^{3+} đối với các mẫu nước giếng bị ô nhiễm arsen

Sau khi có số liệu về hàm lượng arsen tổng số, chúng tôi tập trung xác định tỷ lệ As(III)/As(V) và Fe^{2+}/Fe^{3+} trong các mẫu có hàm lượng tổng arsen cao. Kết quả được trình bày trong Bảng 2.

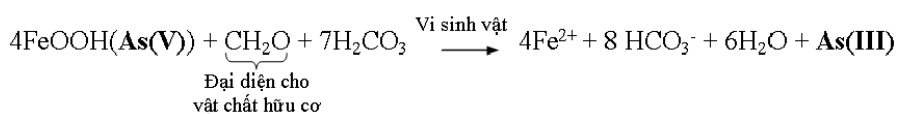
Bảng 2. Hàm lượng As(III)/As(V) và Fe^{2+}/Fe^{3+} trong các mẫu nước giếng bị ô nhiễm arsen

Stt	Ký hiệu mẫu	Nồng độ ppb		As (tt) ppb	Nồng độ ppm		Fe(tt) ppm	E_h (mV)
		As(III)	As(V)		Fe^{2+}	Fe^{3+}		
1	CT-GV02	21,32	1,66	23,00	3,18	0,67	3,85	-76
2	CT-GV03	136,23	4,28	140,54	4,22	0,69	4,92	-186
3	CT-ML03	6,12	10,31	16,44	1,55	1,00	2,55	85
4	CT-ML02	2,01	4,19	6,02				51
5	CT-ML05	3,10	3,93	7,07		0,11	0,11	24
6	CT-QN 02	0,86	3,91	4,77				86,3
7	CT-TH03	8,89	1,45	10,34	2,35	0,11	2,47	-56
8	CT-TN-04	432,09	14,12	446,20	4,21	0,22	4,44	-80,2
9	CT-TT-01	2,99	0,99	3,89	0,10		0,01	-1,4
10	CT-TT-02	101,33	4,60	105,94	3,60	0,17	3,87	-86,33
11	CT-TT-05	21,73	12,75	34,48	3,33	0,13	3,46	7,4
Ổ trống là không phát hiện								

Khi tỷ lệ As(III)/As(V) lớn hơn 1 trong trường hợp giá trị E_h âm, điều đó nói lên rằng trong môi trường khử dạng arsen As(III) trong nước ngầm chiếm ưu thế, đối với trường hợp giá trị E_h dương thì As(V) chiếm ưu thế. Với môi trường nước ngầm, trong điều kiện yếm khí nên

lượng sắt trong nước ngầm tồn tại ở dạng ion Fe^{2+} [8,10].

Các nghiên cứu trước đây cũng đề nghị cơ chế giải phóng arsen vào trong nước ngầm [2, 8, 9]



Như vậy, cơ chế khử cho rằng môi trường khử đã chuyển sắt hóa trị III kết tủa sang sắt hóa trị II hòa tan. Quá trình này làm giải hấp phụ các ion arsenate trên bề mặt hydroxide sắt (III) ra môi trường nước chảy qua đồng thời arsenate cũng bị khử thành arsenite không có điện tích, khó bị tái hấp phụ, linh động trong môi trường nước [8, 9].

KẾT LUẬN

Kết quả phân tích 66 mẫu nước, bao gồm nước mặt, nước giếng đào và nước giếng khoan cho thấy các mẫu nước mặt và nước từ giếng đào độ sâu trung bình từ 5–15 m thuộc tầng chứa nước Đệ tứ có hàm lượng arsen khá thấp, từ 0–5 ppb; thấp hơn QCVN 01:2009/BYT quy định cho nước sinh hoạt.

Đối với 29 mẫu nước giếng khoan thuộc hệ tầng chứa nước Đệ tứ, chiều sâu trung bình của các giếng khoan từ 15 đến 70 m, có 9 mẫu có hàm lượng arsen cao hơn quy chuẩn cho phép, 2 mẫu nước thu tại thị trấn Cát tiên (CT-TT 04) và xã Gia Viễn (CT-GV 03) có hàm lượng arsen cao hơn quy chuẩn cho phép đến 10 lần; đặc biệt có giếng cao hơn lên đến 45 lần so với quy chuẩn (CT-TN 04). Tại xã Gia Viễn và thị trấn Cát

Tiên, những giếng khoan càng sâu thì mức độ ô nhiễm arsen càng cao.

Đối với 5 mẫu nước giếng khoan, thuộc hệ tầng chứa nước Bazan thuộc xã Đồng Nai Thượng với độ sâu trung bình các giếng khoan là 180 m, chất lượng nước tốt, chỉ có 1 giếng nhiễm arsen nhẹ.

Những giếng khoan có mức độ ô nhiễm arsen cao thì Eh có giá trị âm, các giá trị Eh của những giếng này dao động từ (-1,4) đến (-186). Tại các giếng khoan của các xã Gia Viễn, Tư Nghĩa và thị trấn Cát Tiên mức độ ô nhiễm arsen cao song song với mức độ ô nhiễm ammonium.

Trong nước ngầm, môi trường yếm khí (thiếu oxygen), hàm lượng As(III) cao hơn As(V), hàm lượng ion sắt thì Fe^{2+} chiếm ưu thế hơn so với Fe^{3+} .

Lời cảm ơn: Chúng tôi xin chân thành cảm ơn Sở KH&CN Tỉnh Lâm Đồng cấp kinh phí cho nghiên cứu này. Cảm ơn ban lãnh đạo Trường Đại học Đà Lạt tạo điều kiện để chúng tôi thực hiện đề tài nghiên cứu.

Evaluation of arsen in surface water and groundwater layers in the Cat Tien district of the Lam Dong province

- Nguyen Dinh Trung
- Nguyen Duc Thuan

Da Lat University

ABSTRACT

Evaluation of arsenic pollution in surface water and groundwater layers in the Cát Tiên district of the Lam Dong province has been carried out during the period of 2013–2015.

Arsenic concentrations of 37 samples of surface water and dug well water ranged from 0 to 5 ppb. 9/29 water samples drilling wells of the Quaternary groundwater layer had arsenic

concentrations higher than those of the standard QCVN01:2009/BYT. The arsenic concentration of samples collected from the Cat Tien commune (CT-TT 04) and the Gia Vien commune (CT-GV 03) was about 10 times higher than that of the standard QCVN 01:2009/BYT. Especially, the arsenic concentration of the drilling well from Tu Nghia communes (CT-TN 04) was about 45 times

higher than the standard QCVN 01:2009/BYT. Drilling wells with arsenic pollution had the Eh range from -1.4 mV to -186 mV. The concentrations of arsenic and ammonium of drilling wells in Gia Vien and Cat Tien commune were high. The concentrations of As^{3+} and Fe^{2+} were higher than those of As^{5+} and Fe^{3+} , respectively.

Keywords: arsenic pollution, ground water, As(III)/As(V), ammonium, Cat Tien

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. U. Chowdhury, B. Biswas, T. Chowdhury, G. Samanta, G. Basu, C. Chanda, K. Lodh, S. Mukherjee, S. Roy, S. Kabir, Q. Quamruzzaman, D. Chakraborti, Groundwater arsenic contamination in Bangladesh and West Bengal, India, *Environmental Health Perspectives*, 108, 393–397 (2000).
- [2]. B. Michael, C. Stengel, P.T.K. Trang, P.H. Viet, L.M. Sampson, M.Leng, S. Samreth, F. David, Magnitude of arsenic pollution in the Mekong and Red river deltas - Cambodia and Vietnam, *Science of the Total Environment*, 372, 413–425 (2007)
- [3]. B. Michael, P.T.K. Trang, C. Stengel, P.H. Viet, T.N. Thanh, N.V. Dan, W. Giger, D. Stuben, Hydrogeological and sedimentary control leading to groundwater arsenic contamination in Southern Hanoi under regime of high water abstraction, Proceeding National Workshop: Arsenic Contamination in Groundwater in Red River Plain, Hanoi (2006).
- [4]. N. Giảng và C.S, Báo cáo khoa học. Nghiên cứu đánh giá chất lượng nước sinh hoạt tại một số vùng trọng điểm kinh tế 3 huyện Đa Huoai, Đa Tềh, Cát Tiên và xây dựng mô hình xử lý khắc phục, Viện Nghiên cứu Hạt nhân (2010–2012).
- [5]. Tuyển tập báo cáo, Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Lâm Đồng giai đoạn 2006-2010, Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Lâm Đồng (2010).
- [6]. H. Vượng, Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học. Đề tài nghiên cứu thành lập bản đồ nước ngầm vùng trọng điểm kinh tế huyện Đa Tềh tỉnh Lâm Đồng, Đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước 707 (2006).
- [7]. N.T. Hạ, Luận án tiến sĩ địa chất, Sự hình thành thành phần hóa học nước dưới đất trong trầm tích Đệ Tứ vùng đồng bằng Bắc Bộ và ý nghĩa của nó đối với cung cấp nước, Trường Đại học Mỏ Địa chất, Hà Nội (2006).
- [8]. P.Q. Nhân, Báo cáo đề tài khoa học công nghệ, Nguồn gốc và sự phân bố ammonium và arsen trong các tầng chứa nước đồng bằng sông Hồng, Trường Đại học Mỏ Địa chất, Hà Nội (2007–2008).
- [9]. J.E. McLean, R.R. Dupont, D.L. Sorensen, Iron and arsenic release from aquifer solids in response to biostimulation, *Journal of Environmental Quality*, 35, 4, 1193–1203 (2006).
- [10]. Đ.V. Ái, M.T. Thuận, N.K. Vinh, Một số đặc điểm phân bố arsen trong tự nhiên và vấn đề ô nhiễm arsen trong môi trường Việt Nam, tuyển tập hội thảo quốc tế: Ô nhiễm Arsen – Hiện trạng tác động đến sức khỏe cộng đồng và các giải pháp phòng ngừa, Hà Nội (2000).
- [11]. S.A. Amankwah, J.I. Fasching, Separation and determination of arsenic(V) and arsenic(III) in sea-water by solvent extraction and atomic-absorption spectrophotometry by the hydride-generation technique, *PubMed*, 32, 2, 111–114 (1985).