

# Nghiên cứu hiện trạng và khả năng xử lý ô nhiễm asen trong nước ngầm ở huyện Thanh Oai, Hà Nội bằng các vật liệu có chi phí thấp

Nguyễn Xuân Huân\*, Nguyễn Mạnh Khải, Phạm Thị Thúy,  
Vũ Tuấn Việt, Lê Thị Quỳnh Anh

*Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên 334, Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội*

**Tóm tắt:** Hiện nay, vấn đề ô nhiễm asen trong nước ngầm đang được đặc biệt quan tâm bởi nguy cơ tiềm ẩn rủi ro của nó đối với sức khỏe con người qua việc sử dụng nước uống tại các vùng ô nhiễm. Trong nghiên cứu này, đã khảo sát hiện trạng và bước đầu đánh giá khả năng xử lý ô nhiễm asen (As) trong nước ngầm ở huyện Thanh Oai, Hà Nội bằng một số các vật liệu có chi phí thấp. Kết quả nghiên cứu cho thấy, nước ngầm tại các xã trên phạm vi nghiên cứu đều bị ô nhiễm As so với quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 09-MT:2015/BTNMT. Nồng độ As trong nước ngầm tại xã Cự Khê vượt tiêu chuẩn cho phép từ 7,75 đến 9,03 lần; tại xã Cao Dương vượt từ 1,25 đến 8,04 lần. Khả năng xử lý As bằng các bể lọc nước qui mô hộ gia đình chỉ đạt 17,5 đến 55,59% và hàm lượng As còn lại sau xử lý vẫn vượt quy chuẩn cho phép. Hiệu quả xử lý đạt (98,5%) khi sử dụng hệ thống 2 cột lọc có sử dụng kết hợp các vật liệu có chi phí thấp, nồng độ As còn lại sau xử lý là 6,5 - 6,9  $\mu\text{g/L}$ , đạt tiêu chuẩn QCVN 01:2009/BYT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ăn uống.

*Từ khóa:* Xử lý, asen, nước ngầm, vật liệu, Thanh Oai.

## 1. Đặt vấn đề

Asen về bản chất hóa học là á kim nhưng thể hiện độc tính nhiều điểm giống kim loại nặng, vì vậy, những năm gần đây ô nhiễm kim loại nặng đặc biệt là asen (As), được thế giới đánh giá là một vấn đề mang tính toàn cầu bởi nguy cơ tiềm ẩn rủi ro tích lũy của chúng đối với con người [1]. Phần lớn sự nhiễm độc As đều thông qua việc sử dụng nguồn nước, đặc biệt là nước ngầm [2]. Theo báo cáo của Trung tâm nước sạch và vệ sinh môi trường tỉnh Hà Nam năm 2002 thì ở Việt Nam có khoảng hơn 1 triệu giếng khoan, có nồng độ As trong nước ngầm cao hơn từ 20 - 50 lần so với quy chuẩn QCVN 01:2009 của Bộ Y tế (10  $\mu\text{g/L}$ ) [3].

Theo kết quả khảo sát tình hình ô nhiễm asen trong nước ngầm giai đoạn 2005 - 2008 của Trung tâm nước sạch và vệ sinh môi trường thì Thanh Oai là nơi có 51,12 % tỷ lệ mẫu nước ngầm nhiễm As vượt mức cho phép, trong đó 1002 điểm nghiên cứu vượt tiêu chuẩn cho phép (TCCP) ở mức trung bình (51 - 100 ppb) và 462 điểm nghiên cứu vượt TCCP ở mức nguy hiểm > 100 ppb. Vì vậy, việc nghiên cứu hiện trạng và khả năng xử lý ô nhiễm As trong nước ngầm ở huyện Thanh Oai, Hà Nội bằng các vật liệu có chi phí thấp sẽ góp phần cung cấp các thông tin thiết thực cho việc nghiên cứu chế tạo hệ thống đồng bộ xử lý nước ngầm có hàm lượng As cao với quy mô phân tán cấp cho các vùng nông thôn ngoại thành Hà Nội với chi phí thấp.

\* Tác giả liên hệ. ĐT: 84- 912494819  
E-mail: tranvanquy@hus.edu.vn

## 2. Nguyên liệu và phương pháp

### 2.1. Nguyên liệu

Các vật liệu có chi phí thấp như: cát vàng, cát đen, than củi, sỏi, xỉ than, đá cuội, gạch non, trấu đốt và bùn thải từ hệ thống xử lý nước cấp đã được biến tính nhiệt.

- Vỏ trấu đã đốt kỹ khí: Trong vỏ trấu có nhiều silic giúp hấp phụ asen tốt. Vỏ trấu cho vào nồi đất nung (đốt trong điều kiện thiếu oxy), trấu được đốt âm i cho đến khi chuyển sang màu đen, nhưng vẫn giữ được hình dạng ban đầu. Sau đó được rửa sạch, sấy ở 80 – 90°C.

- Bùn thải từ hệ thống xử lý nước cấp: Trong thành phần có rất nhiều sắt (54,7%) nên sẽ là chất hấp phụ asen tốt [4]. Trước khi sử dụng cần giã nhỏ và nung ở 400 – 500°C trong vòng 3 - 4 tiếng để cho sắt chuyển hoàn toàn về dạng ôxít, giúp sắt không bị thôi ra trong quá trình xử lý, tránh bị ô nhiễm thứ cấp.

- Đá ong, gạch non, than củi đập nhỏ 5 – 10 mm, sau đó rửa sạch bằng nước cất và phơi khô.

- Sỏi, cát, đá cuội được rửa sạch bằng nước cất sau đó phơi khô

Hệ thống 2 cột lọc được chuẩn bị như ở Hình 1:

- + Cột lọc thô: gồm các vật liệu sỏi cuội, cát vàng, cát đen, đá ong, gạch non, bùn thải từ nhà máy xử lý nước cấp đã được biến tính nhiệt và than hoạt tính.

- + Cột lọc tinh: gồm các vật liệu sỏi cuội, cát vàng, vỏ trấu đốt kỹ khí.

Nồng độ As được xác định bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử sử dụng bộ hóa hơi hydride HVH-1 với máy AAS 6800, hãng Shimadzu, Nhật Bản.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

\* Nghiên cứu hiện trạng ô nhiễm asen trong nước ngầm ở huyện Thanh Oai, Hà Nội

Mẫu nước ngầm được lấy tại hai xã Cự Khê và Cao Dương (mỗi xã lấy ngẫu nhiên tại 7 giếng khoan khác nhau, nước được lấy trước khi qua bể lọc của các hộ gia đình). Mẫu nước được lấy theo TCVN 5992-1995 và bảo quản

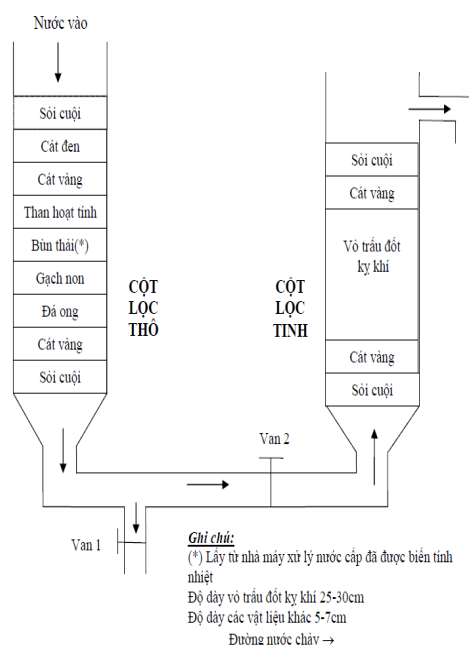
theo TCVN 6663-14:2000, ISO 5667-14:1998. Kết quả phân tích được so sánh với QCVN 09-MT:2015/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước ngầm.

\* Nghiên cứu hiệu quả xử lý asen của các bể lọc nước hộ gia đình có sử dụng các vật liệu sẵn có trong tự nhiên

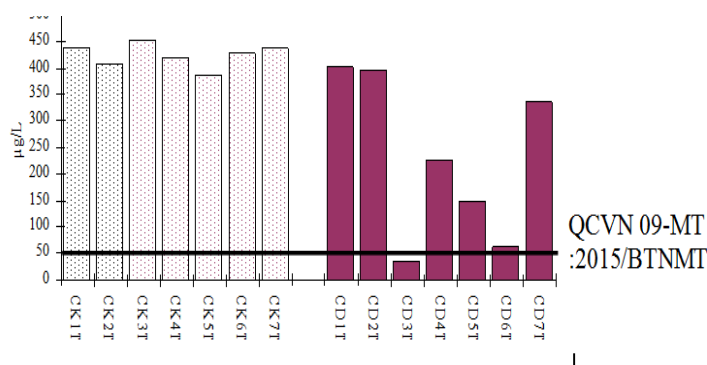
Khảo sát thực tế việc lọc nước bằng các vật liệu sẵn có trong tự nhiên và hộ gia đình (cát vàng, cát đen, than củi, sỏi, xỉ than và đá cuội), đang được sử dụng trong các bể lọc quy mô hộ gia đình và lấy mẫu nước sau khi qua các bể lọc này. Các vị trí lấy mẫu tương ứng với các vị trí lấy mẫu nước ngầm chưa qua xử lý tại hai xã Cự Khê và Cao Dương. Xác định nồng độ As sau xử lý và so sánh với quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước ăn uống QCVN 01:2009/BYT.

\* Nghiên cứu hiệu quả xử lý nước ngầm bị ô nhiễm asen bằng hệ thống 2 cột lọc

Lựa chọn mỗi xã 1 giếng khoan bị ô nhiễm asen với nồng độ cao nhất để thử nghiệm hiệu quả xử lý bằng hệ thống 2 cột lọc trên. Xác định nồng độ As sau xử lý và so sánh với quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước ăn uống QCVN 01:2009/BYT.



Hình 1. Sơ đồ hệ thống 2 cột lọc.



Hình 2. Nồng độ asen trong nước ngầm tại các xã Cự Khê và Cao Dương.

Ghi chú: Các mẫu nước ngầm đều được lấy trước khi xử lý, tại:

- CK1T: xóm Thượng, thôn Khê Tang; CK2T: xóm Mỹ, thôn Khê Tang; CK3T: xóm Cầu, thôn Khê Tang; CK4T: xóm Hạ, thôn Khê Tang; CK5T: đầu thôn Khúc Thủy; CK6T: cuối thôn Khúc Thủy và CK7T được lấy tại trường Tiểu học xã Cự Khê;

- CD1T: thôn Mộc Xá; CD2T: đầu thôn Đa Ngự, CD3T: trường Tiểu học Cao Dương; CD4T: xóm Chợ, thôn Thị Nguyên; CD5T: xóm Bến, thôn Thị Nguyên; CD6T: cuối thôn Thị Nguyên và CD7T: cuối thôn Đa Ngự.

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Hiện trạng ô nhiễm asen trong nước ngầm ở huyện Thanh Oai, Hà Nội

Kết quả phân tích nồng độ As trong nước ngầm tại các xã Cự Khê và Cao Dương được thể hiện trên Hình 2.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, so với Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 09-MT:2015/BTNMT, hầu hết nước ngầm tại các xã trên phạm vi nghiên cứu đều bị ô nhiễm As. Cụ thể, nồng độ As trong nước ngầm tại xã Cự Khê dao động từ 387,4 đến 451,7µg/L, vượt tiêu

chuẩn cho phép từ 7,75 (CKT 5) đến 9,03 lần (CKT3) và 100% các mẫu nghiên cứu vượt quy chuẩn cho phép; tại xã Cao Dương dao động từ 34,7 đến 401,9 µg/L vượt quy chuẩn cho phép từ 1,25 (CD6T) đến 8,04 lần (CD1T) ngoại trừ mẫu CD3T lấy tại trường Tiểu học Cao Dương, thôn Mộc Xá là 34,7 µg/L nằm trong tiêu chuẩn cho phép nhưng vẫn không đạt tiêu chuẩn nếu so với QCVN 01:2009/BYT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ăn uống gia đình có sử dụng các vật liệu sẵn có trong tự nhiên

Bảng 1. Nồng độ As sau xử lý và hiệu quả xử lý tại các hộ gia đình

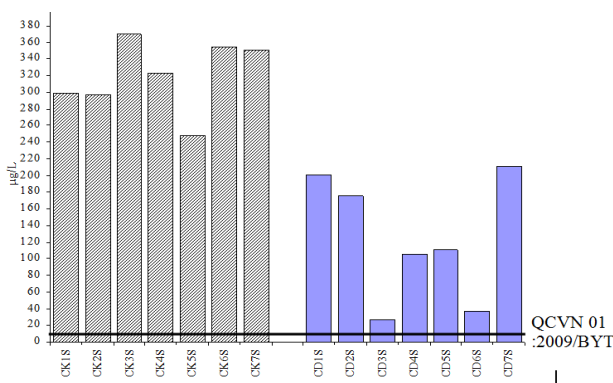
TT	Ký hiệu mẫu	Các lớp vật liệu lọc sử dụng, theo thứ tự từ dưới lên trên/thời gian sử dụng	Nồng độ As trước xử lý (µg/L)	Nồng độ As sau xử lý (µg/L)	Hiệu quả xử lý (%)
1	CK1S	Đá cuội, cát đen, than củi, cát đen/1 năm	438,3	297,8	32,06
2	CK2S	Cát vàng, than củi, cát đen/10 năm	407,5	297,5	27,00
3	CK3S	Cát đen/20 năm	451,7	369,5	18,20
4	CK4S	Đá cuội, cát vàng/24 năm	418,7	322,4	23,00
5	CK5S	Cát vàng, than củi, trấu, cát đen/15 năm	387,4	247,9	36,00
6	CK6S	Cát vàng/5 năm	429,6	354,4	17,50
7	CK7S	Cát vàng, cát đen/20 năm	438,7	351,0	20,00
8	CD1S	Cát vàng, trấu, than củi, cát đen/1 năm	401,9	200,7	50,06
9	CD2S	Cát vàng, than củi, đá ong, cát đen/ 6 năm	394,5	175,2	55,59
10	CD3S	Đá cuội, cát vàng/1 năm	34,7	26,3	24,21
11	CD4S	Đá cuội, cát vàng, than củi, đá ong, cát đen/18 năm	225,9	105,4	53,34
12	CD5S	Cát vàng, than củi, cát đen/15 năm	149,5	110,0	26,42
13	CD6S	Đá cuội, cát vàng, than, trấu, cát đen/20 năm	62,6	36,5	41,69
14	CD7S	Đá cuội, cát vàng, than củi, cát đen/10 năm	335,9	210,5	37,33

Các mẫu nước được lấy sau khi đã qua bể xử lý và tương ứng với mẫu nước chưa qua xử lý tại xã Cự Khê và Cao Dương. Kết quả phân tích nồng độ As sau xử lý được thể hiện trong Bảng 1.

### 3.2. Hiệu quả xử lý asen của các bể lọc nước hộ

Từ kết quả Bảng 1 thấy rằng, nồng độ As trong nước sau khi qua bể xử lý bằng các vật liệu sẵn có trong tự nhiên và hộ gia đình như: cát vàng, cát đen, than củi, đá ong, trấu và đá cuội đều giảm so với nồng độ As có trong nước ngầm chưa qua xử lý. Nồng độ As sau xử lý dao động từ 26,3 đến 369,5  $\mu\text{g/L}$ , cao nhất tại vị trí CK3S, bể lọc chỉ sử dụng duy nhất 1 lớp vật

liệu lọc là cát đen và thấp nhất tại vị trí CD3S và CD6S do nồng độ As trước xử lý của hai vị trí này là khá thấp tương ứng 34,7 và 62,6  $\mu\text{g/L}$ ; sau đó đến vị trí CD4S là 105,4  $\mu\text{g/L}$  do có sử dụng kết hợp 5 vật liệu sẵn có trong tự nhiên và hộ gia đình như: đá cuội, cát vàng, than củi, đá ong, cát đen. Tuy nhiên nồng độ As còn lại sau xử lý tại tất cả các địa điểm nghiên cứu vẫn cao hơn quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước ăn uống QCVN 01:2009/BYT, từ 2,63 đến 36,95 lần (Hình 3). Vì vậy, nước sau khi qua các bể lọc sẵn có của các hộ dân chưa thể sử dụng được cho mục đích sinh hoạt, ăn uống hàng ngày của người dân.



Hình 3. Nồng độ asen còn lại sau xử lý tại các xã Cự Khê, Cao Dương.

Từ các kết quả trên Bảng 1 thấy rằng, hiệu suất xử lý As bằng một số vật liệu lọc sẵn có trong tự nhiên và hộ gia đình như: cát vàng, cát đen, than củi, đá ong, trấu và đá cuội phụ thuộc nhiều vào nồng độ As đầu vào (trước xử lý) và chỉ đạt 17,5 đến 55,59%. Cụ thể: tại xã Cự Khê, nước ngầm có nồng độ As đầu vào khá cao, dao động từ 387,4 đến 438,7  $\mu\text{g/L}$ , hiệu quả xử lý chỉ đạt 17,5 đến 36,0% khi lọc qua các vật liệu sẵn có trong tự nhiên; tại xã Cao Dương, nước ngầm có nồng độ As đầu vào dao động từ 34,7 đến 401,9  $\mu\text{g/L}$  thì hiệu quả xử lý đạt 24,51 đến 55,59%. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy hiệu quả xử lý phụ thuộc khá nhiều vào sự kết hợp sử dụng các vật liệu sẵn có với chi phí thấp, đặc biệt hiệu quả xử lý là khá cao khi trong bể xử lý có sử dụng đá ong như tại vị trí CD2S và CD4S, điều này hoàn toàn phù hợp

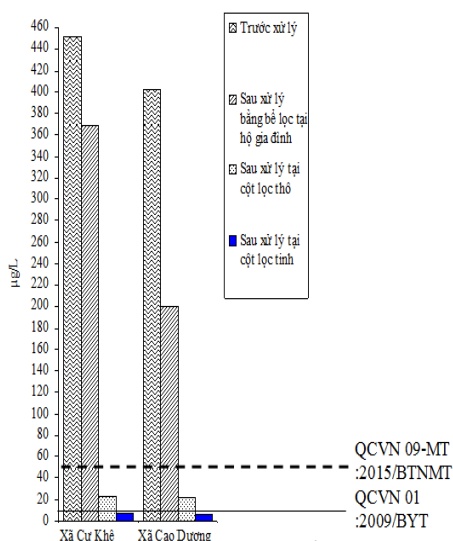
với các kết quả nghiên cứu trước đây về vai trò của đá ong trong xử lý As [5,6].

### 3.3. Hiệu quả xử lý nước ngầm bị ô nhiễm asen bằng hệ thống hai cột lọc

Các kết quả nghiên cứu trên cho thấy vai trò tích cực của các vật liệu sẵn có với chi phí thấp trong việc ứng dụng vào xử lý nước ngầm bị ô nhiễm As, đặc biệt là những vật liệu có chứa hàm lượng sắt và silic cao như đá ong và vỏ trấu. Tuy nhiên, việc kết hợp các vật liệu trên cũng như ứng dụng thêm các vật liệu sẵn có với chi phí thấp có tính chất tương tự như (bùn thải từ hệ thống xử lý nước cấp đã được biến tính nhiệt, gạch non) và cách thức biến tính để làm tăng hiệu quả xử lý của các vật liệu này chưa được phổ biến đặc biệt với người dân nên hiệu quả xử lý vẫn chưa đạt tiêu chuẩn cho phép

theo QCVN 01:2009/BYT quy định về chất lượng nước ăn uống. Vì vậy, nghiên cứu này đã thử nghiệm hiệu quả xử lý với mẫu nước ngầm được lấy tại vị trí CK3T xóm Cầu, thôn Khê Tang xã Cự Khê và CD1T thôn Mộc Xá, xã Cao Dương có nồng độ As trước xử lý tương ứng là 451,7 và 401,9  $\mu\text{g/L}$  bằng hệ thống hai cột lọc với việc chuẩn bị và bố trí phối hợp các vật như ở Hình 1. Kết quả nghiên cứu được thể hiện ở Hình 4.

Kết quả nghiên cứu ở Hình 4 cho thấy, nước ngầm sau xử lý bằng bể lọc tại hộ gia đình nồng độ As còn lại là rất cao (369,5  $\mu\text{g/L}$  tại điểm CK3S và 200,7  $\mu\text{g/L}$  tại điểm CD1S), cao hơn QCVN 01:2009/BYT là 36,95 và 20,07 lần và cao hơn QCVN 09-MT:2015/BTNMT là 7,39 và 4,01 lần. Nếu xử lý bằng hệ thống hai cột lọc thì sau khi qua cột lọc thô hiệu suất xử lý đạt 94,8 và 94,6%, nồng độ As còn lại là 23,4 và 21,9  $\mu\text{g/L}$  đạt tiêu chuẩn QCVN 09-MT:2015/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ngầm nhưng chưa đạt QCVN 01:2009/BYT. Nước ngầm sau xử lý tại cột lọc tinh có hiệu suất xử lý đạt 98,5 và 98,4%, nồng độ As còn lại là 6,9 và 6,5  $\mu\text{g/L}$  đạt tiêu chuẩn QCVN 01:2009/BYT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ăn uống.



Hình 4. Nồng độ asen trước và sau xử lý bằng hệ thống hai cột lọc.

#### 4. Kết luận

Hầu hết nước ngầm tại các xã trên phạm vi nghiên cứu đều bị ô nhiễm As so với quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 09-MT:2015/BTNMT. Nồng độ As trong nước ngầm tại xã Cự Khê dao động từ 387,4 đến 451,7  $\mu\text{g/L}$ , vượt tiêu chuẩn cho phép từ 7,75 (CKT 5) đến 9,03 lần (CKT3); tại xã Cao Dương dao động từ 34,7 đến 401,9  $\mu\text{g/L}$  vượt quy chuẩn cho phép từ 1,25 (CD6T) đến 8,04 lần (CD1T) ngoại trừ mẫu CD3T lấy tại trường Tiểu học Cao Dương, thôn Mộc Xá là 34,7  $\mu\text{g/L}$  nằm trong tiêu chuẩn cho phép nhưng vẫn không đạt tiêu chuẩn nếu so với QCVN 01:2009/BYT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ăn uống.

Khả năng xử lý As bằng một số vật liệu lọc đang được sử dụng trong các bể lọc nước qui mô hộ gia đình như: cát vàng, cát đen, than củi, đá ong, trấu và đá cuội chỉ đạt 17,5 đến 55,59% và hàm lượng As còn lại sau xử lý vẫn vượt quy chuẩn cho phép.

Hiệu quả xử lý As bằng hệ thống hai cột lọc thì sau khi qua cột lọc thô hiệu suất xử lý đạt 94,8 và 94,6%, nồng độ As còn lại là 23,4 và 21,9  $\mu\text{g/L}$  đạt tiêu chuẩn QCVN 09-MT:2015/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ngầm nhưng chưa đạt QCVN 01:2009/BYT. Nước ngầm sau xử lý tại cột lọc tinh có hiệu suất xử lý đạt 98,5 và 98,4%, nồng độ As còn lại là 6,9 và 6,5  $\mu\text{g/L}$  đạt tiêu chuẩn QCVN 01:2009/BYT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ăn uống.

#### Lời cảm ơn

Công trình được hoàn thành dưới sự hỗ trợ kinh phí của đề tài mã số 01C-09-TC/05-15-03. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

#### Tài liệu tham khảo

- [1] Trần Hiếu Nhuệ, Ô nhiễm môi trường nước do asen và công nghệ xử lý phục vụ cấp nước sinh hoạt, Viện kỹ thuật nước và công nghệ môi trường, hội BVTN và MT Việt Nam, 2004.
- [2] C. Abernathy, Arsenic Exposure and Health Effects, Office of Water, Office of Science and

- Technology, Health and Ecological Criteria Division, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA, 2001.
- [3] Sở Nông nghiệp và phát triển nông thôn, trung tâm nước sạch và vệ sinh môi trường tỉnh Hà Nam, Báo cáo kết quả xét nghiệm nước ngầm và tình trạng ô nhiễm asen và amoni tinh Hà Nam, 2002.
- [4] Nguyễn Mạnh Khai, Nguyễn Xuân Huân, Lê Thị Ngọc Anh, Nghiên cứu xử lý asen trong nước ngầm ở một số vùng nông thôn bằng hydroxit sắt (III), Tạp chí khoa học, Đại học Quốc gia Hà Nội 26 (2010) 165-171.
- [5] Trần Văn Quy, Nguyễn Xuân Huân, Trần Văn Sơn, Nghiên cứu hiện trạng và khả năng xử lý ô nhiễm asen trong nước ngầm ở huyện Hoài Đức, Hà Nội bằng các vật liệu sẵn có trong tự nhiên, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 28, Số 4S (2012) 174-180.
- [6] Trần Hồng Côn, Nghiên cứu xây dựng công nghệ phù hợp để xử lý Asen trong một số nguồn nước cấp ở Hà Nội. Đề tài NCKH QG.04.07 trường ĐHKHTN, ĐHQGHN, 2006.

## Study on the Existing Conditions and Arsenic Removal in Groundwater in Thanh Oai District, Hanoi by Low-Cost Adsorbents

Nguyen Xuan Huan, Nguyen Manh Khai, Pham Thi Thuy,  
Vu Tuan Viet, Le Thi Quynh Anh

*Faculty of Environmental Sciences, VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi*

**Abstract:** Currently, the problem of arsenic contamination in groundwater is particularly concerned due to its potential risks to human health through the use of contaminated drinking water in the area. In this study, the analyses of the existing situation and initially arsenic (As) treated groundwater Hanoi by low-cost adsorbents were conducted in Thanh Oai District. Research results show that groundwater in these communes were contaminated by arsenic in comparison with Vietnamese standard QCVN 01:2009/BYT. Arsenic concentrations in groundwater in Cu Khe Commune exceeded the permitted standards from 7.75 to 9.03 times; and in Cao Duong Commune from 1.25 to 8.04 times. Arsenic removal by household filters reduced 17.5 to 55.59%, but remaining arsenic concentrations still exceeded permitted standards. Arsenic removal efficiency of two columns system with low-cost adsorbents reached 98.5%, and remaining arsenic concentration was 6.5 – 6.9 µg/L, conforming with Vietnamese standard QCVN 01:2009/BYT.

**Keywords:** Water treatment, arsenic, groundwater, adsorbent, Thanh Oai