

PHƯƠNG PHÁP ĐƠN GIẢN VÀ RẺ TIỀN ĐỂ LOẠI TRỪ HOẶC GIẢM BÓT ARSENIC (THẠCH TÍN) TRONG NƯỚC NGẦM Ở VIỆT NAM

Nguyễn Minh Quang, P.E.
Tháng 9 năm 2010



Giếng ống do UNICEF tài trợ [Ảnh: AEWAG]

PHẦN MỞ ĐẦU

Arsenic (As), ở trong nước gọi là thạch tín hay arsen, là một nguyên tố hóa học tự nhiên có mặt ở khắp nơi trên trái đất. Là một nguyên tố, arsenic luôn tồn tại, không bị phân hủy, và không độc hại. Trong môi trường, nó kết hợp với oxygen, chloride, hoặc sulfur để tạo thành những hợp chất arsenic hữu cơ, là hợp chất rất độc và được Cơ quan Bảo vệ Môi sinh Hoa Kỳ (U.S. Environmental Protection Agency (USEPA)) công nhận là một tác nhân gây ung thư cho con người (human carcinogen) [1]. Arsenic trong nước mặt hay nước ngầm có thể phát xuất từ đất đá hay sản phẩm hoặc phế phẩm thương mại

và kỹ nghệ có chứa arsenic; nhưng nước ngầm có chứa arsenic hòa tan từ đất đá được đặc biệt quan tâm từ thập niên 1990 khi nó được phát hiện với nồng độ cao trong hầu hết các giếng ống (tubewell) và ảnh hưởng đến hàng chục triệu người ở Bangladesh [2]. Ngoài Bangladesh, nước ngầm bị ô nhiễm arsenic cũng được tìm thấy ở Argentina, Bolivia, Canada, Chile, China, Germany, Ghana, Greece, Hungary, India, Japan, Mexico, Mongolia, Romania, Spain, Taiwan, United States, và Việt Nam [3].

Ô nhiễm arsenic trong nước ngầm ở Việt Nam được biết đến từ năm 1998, sau khi nước ngầm từ hơn 150.000 giếng ống, do

Quỹ Nhi đồng Liên Hiệp Quốc (United Nations Children's Fund (UNICEF)) tài trợ, thay thế nguồn nước mặt thiếu vệ sinh trong chương trình cung cấp nước sạch của UNICEF để chống lại bệnh tiêu chảy của trẻ em. Từ năm 2001, UNICEF đã đi tiên phong trong việc khởi xướng các hoạt động nhằm giảm bớt ảnh hưởng của tình trạng ô nhiễm arsenic trong nước ngầm ở Việt Nam. Trong năm 2005, UNICEF đã tài trợ cho chánh phủ Việt Nam để thử nghiệm 77.000 giếng ống ở những vùng tình nghi có mức độ arsenic cao. Sau đó, chánh phủ Việt Nam tiếp tục tài trợ để thử nghiệm cho 110.000 giếng nữa trong các tỉnh thành còn lại. Kết quả cho thấy có khoảng 12% số mẫu nước (tức khoảng 22.450 mẫu) có nồng độ arsenic cao hơn 50 microgam/lít ($\mu\text{g/l}$), là tiêu chuẩn arsenic cho nước gia dụng ở nông thôn Việt Nam [4]. Một nghiên cứu trong năm 2006 cho thấy nước ngầm có nồng độ arsenic rất cao được tìm thấy ở nhiều nơi trong đồng bằng sông Hồng (ĐBSH) và sông Cửu Long (ĐBSCL). Ở ĐBSH, các mẫu nước ngầm có nồng độ arsenic thay đổi từ 1 đến 3.050 $\mu\text{g/l}$ với trị số trung bình là 159 $\mu\text{g/l}$, trong khi các mẫu nước ngầm thu thập ở ĐBSCL có nồng độ thay đổi từ 1 đến 845 $\mu\text{g/l}$ với trị số trung bình là 39 $\mu\text{g/l}$ [5]. Tính đến năm 2008, "số người có nguy cơ mắc các bệnh do sử dụng nguồn nước có hàm lượng thạch tín (tức Arsenic) cao hơn mức cho phép đã lên tới hơn 17 triệu người, chiếm khoảng 21,5% dân số nước ta." [6]

Nhiều nghiên cứu đã được thực hiện ở khắp nơi trên thế giới để tìm cách loại trừ hoặc giảm bớt nồng độ của arsenic ở trong nước cho các nhà máy lọc nước tân tiến ở đô thị hoặc cho các đơn vị gia cư ở nông thôn, nhất là ở những vùng có giếng ống qua chương trình cung cấp nước sạch của UNICEF [7-23]. Các phương pháp áp dụng ở Việt Nam gồm có bể lọc cát, bình lọc ArsenFree, và bộ lọc nước WATTS USA [24-27]. Mặc dù những phương pháp này tỏ ra có hiệu quả để loại trừ hoặc làm giảm nồng độ arsenic trong nước xuống dưới 10 $\mu\text{g/l}$, là tiêu chuẩn của Tổ chức Y tế Thế giới (World Health Organization (WHO)), chúng vẫn chưa được phổ biến và sử dụng một cách rộng rãi vì rất tốn kém, cần nhiều vật liệu, tốn nhiều công, và bất tiện trong việc vận hành và bảo trì. Ở

nông thôn, chẳng hạn như ở ĐBSH và ĐBSCL, việc áp dụng các phương pháp này lại càng khó khăn hơn khiến cho người dân nản lòng rồi phó mặc cho... số phận!



Bể lọc cát [24]



Bình lọc arsenFREE [26]

Để giúp người dân sống trong những vùng bị ô nhiễm arsenic ở nông thôn có thể tự túc theo đuổi việc loại trừ hoặc giảm thiểu nồng độ arsenic trong nước gia dụng, nhất là nước để nấu ăn và uống, để bảo vệ sức khỏe cho chính mình và gia đình, một vài phương pháp thật đơn giản và rẻ tiền được giới thiệu trong bài viết này. Tùy theo điều kiện địa phương, các phương pháp đơn giản và rẻ tiền này có thể không đạt được hiệu quả như ý muốn, nhưng ít ra, chúng cũng có thể giảm bớt ảnh hưởng độc hại của arsenic trong nước ngầm đối với sức khỏe của người dân ở các tỉnh An Giang, Đồng Tháp và Long An ở ĐBSCL và các tỉnh Vĩnh Phúc, Hà Nam, Hưng Yên, Hà

Tây, Nam Định, Ninh Bình, Thanh Hóa, và Hà Nội ở ĐBSH; đặc biệt là ở An Giang nơi có "rất nhiều hộ dân vẫn vô tư sử dụng nguồn nước bị nhiễm arsen vì không được ngành y tế của tỉnh thông báo rộng rãi." [28]

ẢNH HƯỞNG ĐỐI VỚI SỨC KHỎE

Arsenic trong nước ngầm được xem là một kẻ sát nhân vô hình vì nó không có mùi vị hay màu sắc. Nó giết người một cách thầm lặng và chậm rãi vì những triệu chứng của nó thường phải mất từ 5 đến 10 năm mới có thể phát hiện rõ rệt, và lúc đó thì đã quá trễ, vì cho đến nay nhân loại vẫn chưa tìm được một phương pháp điều trị hữu hiệu để đối phó với những căn bệnh do việc nhiễm độc arsenic gây ra (arsenicosis).



Da đổi màu [29]



Vết nám và mụn đen ở lòng bàn tay [29]

Arsenic ảnh hưởng đến hầu hết các bộ phận trong cơ thể, nhưng da là bộ phận nhạy cảm nhất [29]. Sử dụng nước ngầm chứa arsenic ở nồng độ cao trong một thời gian dài có thể làm da bị đổi màu (trắng hoặc sạm); làm nám da, nổi mụn hoặc chai màu đen ở lòng

bàn tay và bàn chân, có thể dẫn đến ung thư da; làm cho buồn nôn và mửa; gây tiêu chảy; gây thiệt hại hoặc làm giảm mức sản xuất huyết cầu; làm rối loạn nhịp tim; gây cảm giác như bị kim chích ở tay và chân; làm tay chân bị tê; gây tê liệt bán phần; và làm mù mắt. Ngoài da, arsenic cũng có thể gây ung thư gan, phổi, thận, đường hô hấp, và bọng đái [30].



Ung thư ở lòng bàn tay [29]

ĐẶC TÍNH CỦA NƯỚC NGẦM Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG VÀ CỬU LONG

Vì ở trong điều kiện yếm khí (anaerobic), hầu hết arsenic trong nước ngầm ở Việt Nam ở dưới dạng arsenite [As(III)], một hợp chất arsenic hữu cơ có độc tính cao nhất. Khi tiếp xúc với không khí hay tia tử ngoại (ultra violet), arsenite bị oxy hóa thành arsenate [As(V)] ít độc hơn.

ĐBSH và ĐBSCL được cấu tạo bởi phù sa mới trong thời kỳ Holocene và Pleistocene nên nước ngầm ở hai vùng này có đặc tính gần giống nhau, đó là chứa nhiều sắt (iron), manganese, và ammonium [5]. Kết quả phân chất cho thấy nồng độ của sắt có thể lên đến 56 milligram/lít (mg/l) (trung bình 2,26 mg/l) trong các mẫu nước ngầm ở An Giang và Đồng Tháp vào năm 2004 [5] và 48 mg/l (trung bình 13 mg/l) trong các mẫu nước ngầm ở gần Hà Nội vào năm 2002 [24].

Sự hiện diện của sắt rất quan trọng trong việc loại trừ hoặc làm giảm nồng độ arsenic trong nước ngầm, vì arsenate kết hợp với Fe(III) để thành FeAsO_4 rồi bị loại ra khỏi

nước ngầm khi kết tủa với $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Kết quả nghiên cứu cho thấy nồng độ arsenic có thể giảm từ 20 đến 90% trong nước ngầm có nồng độ sắt thay đổi từ 1 đến 12 mg/l, nhưng chắc chắn giảm trên 80% nếu nồng độ sắt cao hơn 12 mg/l [24].

XÁC ĐỊNH NỒNG ĐỘ ARSENIC TRONG NƯỚC NGẦM

Nồng độ arsenic trong nước ngầm có thể được xác định bằng phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm hoặc bằng bộ thử tại chỗ (field test kits). Kết quả phân tích trong phòng thí nghiệm bằng phương pháp USEPA 200.5 rất tin cậy và chính xác đến 3 $\mu\text{g/l}$ [31], nhưng tốn kém và mất nhiều thời gian. Bộ thử tại chỗ thì rẻ tiền, đơn giản, và nhanh chóng. Tuy không chính xác bằng kết quả phân tích trong phòng thí nghiệm, nhưng cũng có thể dùng để xác định nồng độ arsenic trong nước ngầm ở nông thôn.



Bộ thử Merckoquant [Ảnh: Merck]

Bộ thử tại chỗ được sử dụng rộng rãi ở Việt Nam hiện nay là bộ thử Merckoquant 1179270001 do Công ty Merck của Đức sản xuất [4], được UNICEF giới thiệu và có thể đặt mua qua bộ phận cung cấp của tổ chức này ở Copenhagen [32]. Nhưng bộ thử này chỉ có thể xác định nồng độ của arsenic trong nước ngầm dưới 500 $\mu\text{g/l}$ mà thôi.

Để có thể xác định arsenic trong nước ngầm có nồng độ cao hơn 500 $\mu\text{g/l}$, các tỉnh An Giang, Đồng Tháp và Long An ở ĐBSCL và các tỉnh Vĩnh Phúc, Hà Nam, Hưng Yên, Hà Tây, Ninh Bình, Nam Định, Thanh Hóa, và Hà Nội ở ĐBSH có thể dùng bộ thử Merckoquant 117917001 hoặc bộ thử EZ Arsenic Kit

2822800 do Công ty Hach của Hoa Kỳ sản xuất. Bộ thử Merckoquant 117917001 có thể xác định nồng độ arsenic lên đến 3.000 $\mu\text{g/l}$, trong khi bộ thử EZ Arsenic Kit có thể xác định nồng độ arsenic lên đến 4.000 $\mu\text{g/l}$ [33].



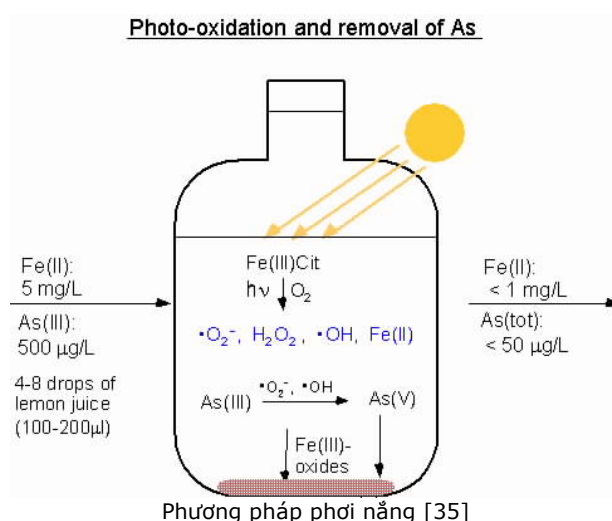
Bộ thử EZ Arsenic Kit [33]

PHƯƠNG PHÁP ĐƠN GIẢN VÀ RẺ TIỀN ĐỂ LOẠI TRỪ HOẶC GIẢM BÓT ARSENIC

Không sử dụng nước ngầm vừa bơm lên

Đây là phương pháp đơn giản và ít tốn kém nhất để làm giảm độc tính của arsenic trong nước ngầm; vì nếu tiếp xúc với không khí đủ lâu, arsenite [$\text{As}(\text{III})$] sẽ bị oxy hóa thành arsenate [$\text{As}(\text{V})$], một hợp chất arsenic hữu cơ có độc tính chỉ bằng $\frac{1}{4}$ độc tính của arsenite. Chỉ cần vài thùng phuy, lu, hoặc hủ sắt có để chứa nước ngầm trong một vài ngày trước khi uống hoặc nấu ăn. Hiệu quả của phương pháp này chưa được nghiên cứu sâu rộng, nhưng có thể đạt được 25% [34].

Phơi nắng (SORAS)





Bình PET 20 lít dùng cho SORAS [Ảnh: Internet]

Phương pháp này, được gọi tắt là SORAS (solar oxidation and removal of arsenic), dùng tia tử ngoại trong ánh sáng mặt trời để oxy hóa và loại trừ arsenic trong nước ngầm đựng trong bình nhựa PET (polyethylene terephthalate) trong suốt. SORAS do Viện Khoa học và Kỹ thuật Môi trường Liên bang Thụy Sĩ (Swiss Federal Institute of Environmental Science and Technology) và Cơ quan Hợp tác và Phát triển Thụy Sĩ ở Bangladesh (Swiss Agency for Development and Cooperation, Bangladesh) sáng chế. Kết quả thực nghiệm ở Bangladesh cho thấy SORAS có thể giảm từ 45 đến 78% (trung bình 67%) nồng độ arsenic trong nước ngầm [35]. Phương pháp SORAS gồm có các giai đoạn sau đây:

1. Cho 16 lít nước ngầm mới bơm vào bình nhựa PET dung tích 20 lít.
2. Cho vào bình PET 1 muỗng cà phê nước chanh tươi.
3. Lắc bình PET khoảng 30 giây.
4. Đặt bình nằm ngang và phơi nắng trong một ngày.
5. Lật bình đứng lên để lắng cặn trong một đêm.
6. Khi cặn đã lắng, rót nước trong ra khỏi bình PET.

Lóng phèn

Phương pháp lóng phèn đã được người dân ĐBSCL sử dụng hàng thế kỷ nay để lọc phù sa trong nước sông Cửu Long vì nó đơn giản, rẻ tiền, và tiện lợi. Phèn chua được dùng để thúc đẩy các hạt phù sa lơ lửng kết tủa rồi lắng đọng thật nhanh xuống đáy hồ hoặc lu. Phần nước trong vắt ở phía trên được sử

dụng cho đến khi lớp cặn ở dưới đáy bị khuấy động; lúc đó, phần cặn sẽ được đổ bỏ, hồ hoặc lu sẽ được súc sạch để lóng mẻ mới. Phèn chua (potassium aluminum sulfate), có công thức hóa học là $KAl(SO_4)_2$, ở dạng tinh thể trong suốt và có vị chua, nên được gọi nôm na là phèn chua.



Phèn chua



Phèn sắt chloride $FeCl_3$ [Ảnh: Internet]



Phèn sắt sulfate $Fe_2(SO_4)_3$ [Ảnh: Internet]

Ngoài phèn chua, một vài loại phèn khác, chẳng hạn như phèn nhôm [aluminum alum, $Al_2(SO_4)_3$] và phèn sắt [ferric chloride, $FeCl_3$ hoặc ferric sulfate, $Fe_2(SO_4)_3$], cũng có thể loại trừ arsenic trong nước ngầm với hiệu quả cao [17]. Phèn sắt tốt hơn phèn chua và

phèn nhôm nhưng có lẽ khó mua và mắc tiền hơn vì không thông dụng.

Lóng nước ngầm để lọc arsenic cũng tương tự như lóng nước sông để lọc phù sa, nhưng muốn đạt hiệu quả cao, phương pháp lóng nước cần được điều chỉnh đôi chút do sự khác biệt về đặc tính của nước ngầm và nước sông. Thứ nhất, thay vì bơm trực tiếp vào hồ hoặc lu, nước ngầm nên được bơm qua một máng sắt (càng rộng càng tốt) hay lưới sắt (càng mịn càng tốt) để arsenite [As(III)] có điều kiện thuận lợi oxy hóa thành arsenate [As(V)] và sắt có điều kiện thuận lợi oxy hóa thành Fe(OH)_3 ; như vậy, càng nhiều arsenate kết tủa với Fe(OH)_3 và bị loại ra khỏi nước. Nếu nước không đủ chất sắt, cần thêm nước rỉ sét bằng cách ngâm cước chùi nhôm (steel wool) trong chai riêng. Thứ hai, sau khi hồ và lu đã đầy, nên cho một ít đất sét sạch rồi quậy đều để nước có màu đục như nước sông. Các hạt đất sét, giống như các hạt phù sa, giúp cho việc kết tủa và lắng đọng có hiệu quả hơn vì nó làm tăng trọng lượng và khả năng bám dính (adsorption) của các hạt kết tủa.



Lu đựng nước ở ĐBSCL [Ảnh: Internet]

Sau khi quậy nước với đất sét, nước được lóng phèn như thường lệ. Ở các nhà máy lọc nước, số lượng phèn chua được dùng thay đổi từ 5 đến 50 mg/l, tức từ 5 đến 50 g phèn chua cho 1 m³ nước [36]. Ở ĐBSCL, số lượng phèn chua sử dụng thay đổi tùy theo kinh nghiệm và địa phương. Thông thường, người dân chỉ cần cầm một cục phèn chua trong tay nhún sâu vào lu nước rồi khuấy đều cho đến khi nhìn thấy phù sa bắt đầu đóng cục (kết tủa).

Thí nghiệm định tính (qualitative) sơ khởi cho thấy phèn chua có thể lắng Fe(OH)_3 rất nhanh. Chỉ cần một nồng độ khoảng 10 ug/l, phèn chua có thể lắng nước có nồng độ Fe(OH)_3 khoảng 25 mg/l trong vòng 3 tiếng đồng hồ. Nếu có đất sét, các hạt kết tủa lắng nhanh hơn, nhưng cần nhiều thời gian hơn để loại hết độ đục.



Thí nghiệm định tính - Bắt đầu



Thí nghiệm định tính - Sau 3 giờ



Thí nghiệm định tính - Sau 18 giờ



Nước trong vắt sau 3 giờ lắng phèn

Bình lọc tự chế (KAF)

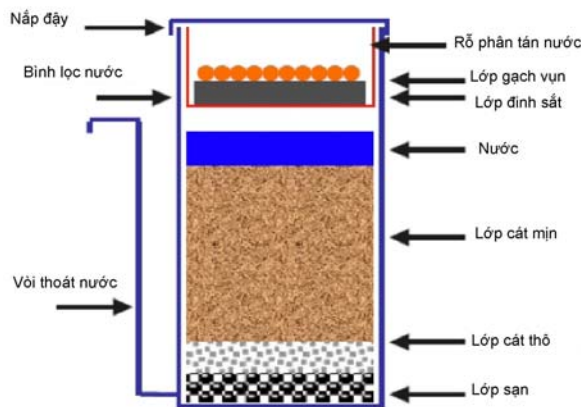


Bình lọc arsenic Kanchan (KAF) [37]

Ở những vùng mà nước ngầm chứa ít chất sắt, người dân có thể tự chế tạo bình lọc rất đơn giản và rẻ tiền với nguyên vật liệu có sẵn tại địa phương. Bình lọc này dựa theo nguyên tắc của KAF (Kanchan Arsenic Filter), một bình lọc nước gia đình để lọc arsenic, sắt, cặn, mùi hôi, vi sinh vật truyền bệnh, và một số chất ô nhiễm trong nước [37]. Bình lọc Kanchan do các nhà nghiên cứu ở Viện Kỹ

thuật Massachusetts (Massachusetts Institute of Technology (MIT)), Cơ quan Y tế và Môi trường Nepal (Environment and Public Health Organization of Nepal (ENPHO)), và Chương trình Hỗ trợ Cung cấp Nước và Vệ sinh Nông thôn Nepal (Rural Water Supply and Sanitation Support Program of Nepal (RWSSSP)) sáng chế qua Dự án Nước cho Nepal của MIT vào năm 2002.

Bình lọc gồm có hai ngăn. Phần trên là một cái thau đục lỗ đựng một lớp đinh sắt ở dưới và một lớp gạch vụn ở phía trên. Ngăn dưới là thùng đựng một lớp sạn ở dưới đáy, kế đó là một lớp cát thô, rồi đến một lớp cát mịn để lọc cặn và vi sinh vật. Khi tiếp xúc với nước và không khí, đinh sắt bị oxy hóa rất nhanh tạo nên các hạt rỉ sét $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Khi nước ngầm có chứa arsenic chảy qua lớp đinh sắt, arsenic sẽ bị bám dính vào các hạt rỉ sét kết tủa trong nước và bị giữ lại trên mặt của lớp cát mịn trong thùng chứa. Kết quả nghiên cứu ở Nepal của MIT cho thấy bình lọc Kanchan có thể giảm 85 đến 95% nồng độ arsenic trong nước ngầm.



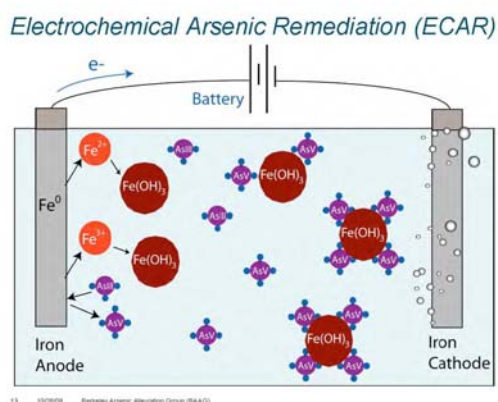
Nguyên tắc của bình lọc Kanchan [37]

Dựa theo kiểu Bình lọc KAF Gem 505 mới nhất, nguyên vật liệu cho bình lọc gồm có 1 thùng nhựa khoảng 50 lít có nắp đậy, một thau nhựa có cùng đường kính, 5 kg đinh sắt (càng nhỏ càng tốt) (có thể dùng cước chui nhôm để thay thế cho đinh sắt), gạch vụn (đường kính 5-10 cm) đủ để phủ kín lớp đinh sắt, ống nhựa, 20 lít cát mịn (nhỏ hơn 1 mm), 4 lít cát thô (3 đến 6 mm), và 6 lít sạn (6 đến 15 mm). Cách lắp ráp, điều hành, và bảo trì bình lọc KAF Gem 505 được mô tả chi tiết trong cẩm nang do MIT, ENPHO, và

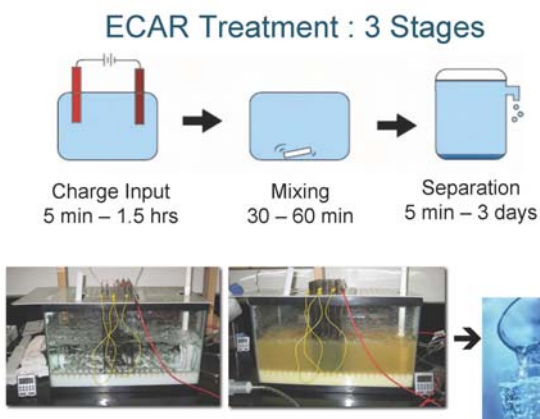
Trung tâm Kỹ thuật Nước và Vệ sinh Đại chúng (Center for Affordable Water and Sanitation Technology) ấn hành [38]. Kiểu bình lọc này chỉ dùng cho nước có nồng độ arsenic thấp hơn 500 µg/l. Nếu nước ngầm có nồng độ cao hơn, cần phải tăng thêm đinh sắt hoặc lọc 2 lần.

Điện giải (ECAR)

Điện giải là một phương pháp mới mẽ nhưng tương đối đơn giản để giảm bớt nồng độ arsenic trong nước ngầm không có hoặc có ít chất sắt. Phương pháp, được gọi là ElectroChemical Arsenic Remediation (ECAR), do Phòng Thí nghiệm Quốc gia Lawrence (Lawrence Berkeley National Laboratory (LBL)) thuộc trường Đại học California/Berkeley nghiên cứu từ năm 2005 và thử nghiệm thành công ở Bangladesh và Cambodia vào năm 2008 [39].



Nguyên tắc của phương pháp điện giải ECAR [39]



Các giai đoạn trong phương pháp ECAR [Ảnh: LBL]

Phương pháp ECAR dùng dòng điện có điện thế thấp hơn 12 Volt; từ nguồn điện nhà, điện mặt trời, hoặc bình điện xe hơi; để làm cho hai điện cực bằng sắt bị rỉ sét nhanh chóng. Rỉ sét sẽ hòa tan vào nước ngầm, bám dính và loại arsenic ra khỏi nước khi kết tủa. Chất kết tủa được gạn ra khỏi nước bằng cách lắng tự nhiên. Kết quả thử nghiệm cho thấy ECAR có thể giảm nồng độ arsenic trong 20 lít nước ngầm từ trên 600 µg/l xuống dưới 10 µg/l mà chỉ tốn có 0.6 Wh/l. Tùy theo đặc tính của nước ngầm, thời gian cần thiết để lọc một mẻ có thể thay đổi từ 40 phút cho đến trên 3 ngày [40]. Phương pháp lỏng phen có thể được dùng để rút ngắn thời gian lỏng cặn sau giai đoạn khuấy đều (mixing stage) như trình bày trong hình.

PHẦN KẾT LUẬN

Vấn đề ô nhiễm arsenic (thạch tín) trong nước uống ở Việt Nam được biết đến từ năm 1998, sau khi hơn 150.000 giếng ống được khoan để thay thế nguồn nước mặt thiếu vệ sinh trong chương trình cung cấp nước sạch của UNICEF nhằm chống lại bệnh tiêu chảy của trẻ em. Một nghiên cứu năm 2006 cho thấy nước ngầm có nồng độ arsenic cao gấp nhiều lần hơn 50 µg/l, là tiêu chuẩn arsenic trong nước uống ở nông thôn Việt Nam, được tìm thấy ở nhiều nơi trong ĐBSH và ĐBSCL. Nồng độ arsenic có thể lên đến 3.050 µg/l ở ĐBSH và 845 µg/l ở ĐBSCL. Tính đến năm 2008, số người có nguy cơ mắc các bệnh do sử dụng nguồn nước có nồng độ arsenic cao hơn tiêu chuẩn cho phép đã lên tới hơn 17 triệu người, tức khoảng 21,5% dân số.

Nhiều nghiên cứu đã được thực hiện ở khắp nơi trên thế giới để tìm cách loại trừ hoặc giảm bớt nồng độ của arsenic ở trong nước cho các nhà máy lọc nước tân tiến ở đô thị hoặc cho các đơn vị gia cư ở nông thôn. Mặc dù những phương pháp này tỏ ra có hiệu quả để giảm nồng độ arsenic trong nước xuống dưới 10 µg/l, là tiêu chuẩn của Tổ chức Y tế Thế giới, chúng vẫn chưa được phổ biến và sử dụng một cách rộng rãi vì rất tốn kém, cần nhiều vật liệu, tốn nhiều công, và bất tiện trong việc vận hành và bảo trì. Ở nông thôn ĐBSH và ĐBSCL, việc áp dụng các phương pháp này lại càng khó khăn hơn

khiến cho người dân nản lòng rồi phó mặc cho... số phận!

Để giúp người dân sống trong những vùng bị ô nhiễm arsenic ở nông thôn có thể tự túc theo đuổi việc loại trừ hoặc giảm thiểu nồng độ arsenic trong nước gia dụng, nhất là nước để nấu ăn và uống, một vài phương pháp thật đơn giản, rẻ tiền, và tiện lợi; chẳng hạn như không dùng nước ngầm vừa mới bơm lên, phơi nắng nước, lóng phèn, dùng bình lọc tự chế, hay điện giải nước; cần phải được phổ biến rộng rãi. Trong các phương pháp này, lóng phèn có lẽ là phương pháp thích hợp nhất.

Các phương pháp đơn giản và rẻ tiền này có thể không loại trừ hết arsenic, nhưng ít ra, chúng có thể giảm bớt ảnh hưởng độc hại của arsenic đối với sức khỏe của người dân ở nông thôn. Gần đây, Ngân hàng Thế giới (World Bank) dự định tài trợ cho một dự án nhằm duyệt xét, thử nghiệm, và soạn thảo tài liệu về những hệ thống và phương pháp đại chúng và hiệu quả để loại trừ arsenic trong nước ngầm ở Lào, Cambodia, và Việt Nam [41]. Một trong những mục tiêu của dự án là duyệt xét và đề nghị những mô hình và phương pháp để thử nghiệm và áp dụng ở các quốc gia vừa nêu. Phương pháp lóng phèn, nhất là lóng phèn với đất sét, cần được quan tâm và nghiên cứu định lượng (quantitative) để xác định hiệu quả của nó trong việc loại trừ arsenic trong nước ngầm, chẳng những ở ĐBSCL mà còn ở nhiều nơi khác trên thế giới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] USEPA. Accessed September 8, 2010. *Arsenic Compounds*. <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/arsenic.html>
- [2] World Health Organization (WHO). 2001. *Arsenic and Arsenic Compounds. Environmental Health Criteria 224. Second Edition*. Geneva, Switzerland. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc224.htm#3.1>
- [3] National Research Council (NRC). 2000. *Arsenic in Drinking Water*. National Academy Press. Washington, D.C.
- [4] Mhd Rakariya and Simon Deeble. December 2008. *Evaluation of Arsenic Mitigation in Four Countries of the Greater Mekong Region – Final Report*. UNICEF – AusAID. http://www.unicef.org/evaldatabase/files/2008_EAPRO_Arsenic_EvaluationI.pdf
- [5] Michael Berg, et al. November 2006. "Magnitude of arsenic pollution in the Mekong and Red River Deltas – Cambodia and Vietnam." *Science of the Total Environment* 372 (2007) 413-425. <http://www.sciencedirect.com/>
- [6] Phương Anh – TTX. 13 tháng 3 năm 2008. "21,5% dân số mắc bệnh vì nguồn nước nhiễm thạch tín." *Nhật báo Tiền Phong*. Hà Nội, Việt Nam.
- [7] USEPA. December 2000. *Technologies and Costs for Removal of Arsenic from Drinking Water*. Office of Water. Washington, D.C.
- [8] USEPA. July 2003. *Arsenic Treatment Technology Evaluation Handbook for Small Systems*. Office of Water. Washington, D.C.
- [9] USEPA. November 2005. *Treatment Technologies for Arsenic Removal*. National Risk Management Research Laboratory. Cincinnati, Ohio.
- [10] National Environmental Services Center. Fall 2006. "Development of Low-Cost Treatment Options for Arsenic Removal in Water Treatment Facilities." *Tech Brief*. West Virginia University. Morgantown, West Virginia.
- [11] Dan Krotz. January 21, 2005. "Water Filter Could Help Millions of Bangladeshis – Innovative technology could also help California comply with tighter U.S. EPA standards for arsenic in drinking water." Lawrence Berkeley National Laboratory. Berkeley, California. <http://www.lbl.gov/Science-Articles/EETD-Gadgil-water-filter.html>
- [12] Susan Amrose and Johanna Mathieu. April 12, 2007. "Trip Report: LBNL/UC Berkeley ARUBA Project, Bangladesh 2/23/2007-4/7/2007." Lawrence Berkeley National Laboratory. Berkeley, California. <http://www.lbl.gov/tt/publications/1742/B'deshTripReport.pdf>

- [13] USFilter. 2003. *GFH Media for Arsenic Removal*. USFilter. Ames, Iowa. <http://www.usfilter.com>
- [14] Sudipta Sarkar, et al. March 20, 2005. "Well-head arsenic removal units in remote villages of Indian subcontinent: Field results and performance evaluation." *Water Research* 39 (2005) 2196-2206.
- [15] Khan, A.H., et al. No date. "On Two Simple Arsenic Removal Methods for Groundwater of Bangladesh." Accessed September 10, 2010. <http://www.bing.com/search?q=Om+two+simple+arsenic+removal+methods&go=&form=QBRE&q=n&sk=>
- [16] M. Ashraf Ali, et al. No date. "Development of Low-Cost Technologies for Removal of Arsenic from Groundwater." Accessed September 10, 2010. <http://www.unu.edu/env/Arsenic/Ali.pdf>
- [17] M. Feroze Ahmed. No date. "An Overview of Arsenic Removal technologies in Bangladesh and India." Accessed September 10, 2010. <http://www.unu.edu/env/Arsenic/Ahmed.pdf>
- [18] SenGupta, Arup K. 2005. "Arsenic Crisis in India Subcontinent: An Indigenous Solution." Accessed September 10, 2010. <http://www.lehigh.edu/%7Eaks0/arsenic.html>
- [19] Vu, Kiem B., Michael D. Kaminski, and Luis Nunez. April 2003. *Review of Arsenic Removal Technologies for Contaminated Groundwaters*. Argonne National Laboratory, University of Chicago. Argonne, Illinois.
- [20] Kathryn VanderWeele. 2005. *Removal of Arsenic from Drinking Water by Water Hyacinths*. U.S. Stockholm Junior Water Prize Winner 2005. Water Environmental Federation. Alexandria, Virginia.
- [21] Jorge Porras. March 10, 2006. "A case study of arsenic removal on Sorghum Biomass – A new biomaterial." Accessed September 10, 2010. <http://wscsd.org/a-case-study-of-arsenic-removal-on-sorghum-biomass-a-new-biomaterial/>
- [22] Zafar Adeel and M. Ashraf Ali. No date. "A Comparative Evaluation and Field Implementation of Treatment Technologies for Arsenic Removal from Groundwater." Accessed September 10, 2010. <http://www.unu.edu/env/Arsenic/Adeel%20KJIST%20Paper.doc>
- [23] Nadim R. Khandaker, Patrick V. Brady, and James L. Krumhansl. March 31, 2009. *Arsenic Removal from Drinking Water: a Handbook for Communities*. Sandia National Laboratories. Albuquerque, New Mexico. http://www.sandia.gov/water/docs/NRK_PVB_JLK_As_Book.pdf
- [24] Samuel Luzi, et al. May 2004. *Household Sand Filters for Arsenic Removal – Technical Report. An Option to mitigate arsenic from iron-rich groundwater*. Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology. Dübendorf, Switzerland. http://www.arsenic.eawag.ch/pdf/luziberg04_sandfilter_e.pdf
- [25] Pham Hung Viet, et al. No date. "Arsenic Removal Technologies for Drinking Water in Vietnam." Accessed September 10, 2010. <http://www.unescap.org/esd/water/publications/CD/escap-iwmi/arsenic/Arsenic%20removal%20technologies%20for%20drinking%20water%20in%20Vietnam..pdf>
- [26] HOANGGIATTS. Không ngày tháng. *Bình lọc nước ArsenFREE, Giải pháp cho nước ăn uống an toàn*. Đọc ngày 10 tháng 9 năm 2010. <http://HOANGGIATTS.com>
- [27] Công ty lọc nước Long Thịnh. Không ngày tháng. *Bộ lọc arsen nhân hiệu Watts*. Đọc ngày 13 tháng 9 năm 2010. <http://thietbiloc.com/nuoc-sinh-hoat/66-bo-loc-arsen-nhan-hieu-watts>
- [28] Song Tuấn. 31 tháng 7 năm 2006. "Người dân vẫn... dùng nước nhiễm arsen." *Nhật báo Người Lao Động*. Đọc ngày 15 tháng 9 năm 2010. <http://nld.com.vn/159184P0C1002/nguoi-dan-van-dung-nuoc-nhiem-arsen.htm>

- [29] Agency for Toxic Substances & Disease Registry. October 1, 2009. *Arsenic Toxicity – What are the Physiologic Effects of Arsenic Exposure?* U.S. Department of Health and Human Services. http://www.atsdr.cdc.gov/csem/arsenic/physiologic_effects.html
- [30] USEPA. Accessed September 13, 2010. Arsenic in Drinking Water. <http://water.epa.gov/lawsregs/rulesreg/sdwa/arsenic/index.cfm>
- [31] USEPA. Accessed September 13, 2010. "Analytical Methods Approved for Drinking Water Compliance Monitoring of Inorganic Contaminants and Other Inorganic Constituents." http://www.epa.gov/ogwdw/methods/pdfs/methods/methods_inorganic.pdf
- [32] UNICEF Supply Division. March 2004. *Monitoring Arsenic in Water. Technical Bulletin No. 8.* Accessed September 14, 2010. <http://www.supply.unicef.dk/catalogue/bulletin8.htm>
- [33] Hach Company. Accessed September 14, 2010. *EZ Arsenic Test Kit, 0-4000 ppb, 100 tests.* Loveland, Colorado. <http://www.hach.com/hc/search.product.details.invoke?PackagingCode=280000/NewLinkLabel=Arsenic+Test+Kit%2C+0-500+ppb%2C+100+tests>
- [34] Trần Hiếu Nhuệ, Nguyễn Việt Anh, Nguyễn Văn Tín, Đỗ Hải. Không ngày tháng. "Một số công nghệ xử lý arsen trong nước ngầm, phục vụ cho cấp nước sinh hoạt đô thị và nông thôn." Bộ môn Cấp thoát nước – Môi trường nước, Trường đại học Xây dựng. Đọc ngày 10 tháng 9 năm 2010. http://www.idm.gov.vn/Nguồn_luc/Xuất_ban/Anpham/Arsen/a87.htm
- [35] Wegelin, Martin, et al. No date. "SORAS – a simple arsenic removal process." Accessed September 2, 2010. http://phys4.harvard.edu/~wilson/arsenic/remediation/sodis/SORAS_Paper.html
- [36] Clark, John W., Warren Viessman, and Mark J. Hammer. 1977. *Water Supply and Pollution Control. Third Edition.* Harper & Row, Publishers. New York, New York.
- [37] Ngai, T; Dangol B.; Murcott, S; Shrestha, R.R. January 2006. *Kanchan Arsenic Filter. Second Edition.* Massachusetts Institute of Technology (MIT) and Environment and Public Health Organization (ENPHO). Kathmandu, Nepal. <http://web.mit.edu/watsan/Docs/Other%20Documents/KAF/KAF%20booklet%202nd%20edition%20final%20Jan06.pdf>
- [38] Tommy Ngai, Susan Murcott, and Bipin Dangol. No date. *Construction, Installation, Operation and Troubleshooting of Kanchan Arsenic Filter (KAF) Gem505 Version.* Presented at Kanchan Arsenic Filter Local Entrepreneur's Training Workshop. January 16-20, 2006. Katmandu, Nepal. <http://web.mit.edu/watsan/Docs/Other%20Documents/KAF/KAF%20construction%20manual%202006.pdf>
- [39] Prof. Ashok Gadgil and Dr. Susan Addy. 2009. *Arsenic-Free Drinking Water, Electrochemical Arsenic Remediation (ECAR), Affordable Access to Clean Water.* Berkeley Arsenic Alleviation Group, University of California/Berkeley, and Lawrence Berkeley National Laboratory. http://arsenic.lbl.gov/pdf/ECAR_Pamphlet_v8.pdf
- [40] Prof. Ashok Gadgil and Dr. Susan Addy. August 17, 2010. ECAR-FAQ. Answers to Frequently Asked Questions (FAQs) about ElectroChemical Arsenic Remediation (ECAR). Dept of Civil and Env. Engineering. UC Berkeley. http://arsenic.lbl.gov/pdf/ECAR_FAQ_v10.pdf
- [41] World Bank. July 12, 2010. "Request for Expressions of Interest. Appropriate Arsenic Removal Technology for Drinking Water in Viet Nam, Cambodia and Lao PDR." <http://www.devex.com/projects/appropriate-arsenic-removal-technology-for-drinking-water-in-vietnam-cambodia-and-lao-pdr>