



ASSESSMENT OF RADON(^{222}Rn) AND RADIUM(^{226}Ra) CONCENTRATIONS IN WATER IN ME LINH DISTRICT, HANOI CITY

Nguyen Van Dung^{1*}, Nguyen Thi Thu Trang², Vu Thi Lan Anh¹

¹ Faculty of Environmental, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

²National Economics University, Hanoi, Vietnam

Email address: nguyenvandung@hmg.edu.vn

<https://doi.org/10.51453/2354-1431/2023/844>

Article info

Received: 15/4/2023

Revised: 6/6/2023

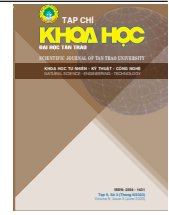
Accepted: 8/8/2023

Keywords

Radon, Radium, RAD-7, radon measurement, radium method, effective annual dose

Abstract

Radon (^{222}Rn) and radium (^{226}Ra) are natural sources of radiation that greatly affect human health. In this work, we investigated the concentration of radioactive gas radon and radium in domestic water, including: 20 samples of clean water provided by the water plant, 30 samples of pre-treated well water and 30 samples of well water from households in households in Me Linh district, Hanoi city. The concentration of radon and radium gas was determined using a specialized measuring device RAD-7. The results showed that radon and radium concentrations varied depending on the water source surveyed. In the clean water provided by the water plant, the radon concentration has a value of $0.05 \div 1.08$ Bq/l, with an average of 0.39 Bq/l; Pre-treated well water has a value of $0.09 \div 4.67$ Bq/l, an average of 2.25 Bq/l and well water has a value of $1.72 \div 8.93$ Bq/l, an average of 3.45 Bq/l, these values are all within the allowable limit of the United States Environmental Protection Agency (US EPA) of 11.1 Bq/l. The radium concentration in clean water is $0.061 \div 0.173$ Bq/l, average 0.097 Bq/l; Pre-treated well water $0.081 \div 0.238$ Bq/l, average 0.128 Bq/l and borehole water value $0.091 \div 0.665$ Bq/l, average 0.182 Bq/l, there are 17 well water samples and 12 The treated well water sample has a radium (^{226}Ra) concentration that exceeds the allowable limit of the United States Environmental Protection Agency (US EPA) of 0.185 Bq/l.



ĐÁNH GIÁ NỒNG ĐỘ RADON(^{222}Rn) VÀ RADIUM(^{226}Ra) TRONG NƯỚC KHU VỰC HUYỆN MÊ LINH, THÀNH PHỐ HÀ NỘI

Nguyễn Văn Dũng^{1,2*}, Nguyễn Thị Thu Trang², Vũ Thị Lan Anh¹

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

²Trường Đại học Kinh tế Quốc dân, Việt Nam

Địa chỉ email: nguyenvandung@humg.edu.vn

<https://doi.org/10.51453/2354-1431/2023/844>

Thông tin bài viết	Tóm tắt
<p>Ngày nhận bài: 15/4/2023</p> <p>Ngày sửa bài: 6/6/2023</p> <p>Ngày duyệt đăng: 8/8/2023</p>	<p>Radon (^{222}Rn) và radium (^{226}Ra) là các nguồn bức xạ tự nhiên ảnh hưởng nhiều đến sức khỏe con người. Trong công trình này, chúng tôi khảo sát nồng độ khí phóng xạ radon và radium trong nước sinh hoạt gồm: 20 mẫu nước sạch do nhà máy nước cung cấp, 30 mẫu nước giếng qua xử lý sơ bộ và 30 mẫu nước giếng khoan của các hộ dân tại các hộ dân thuộc khu vực huyện Mê Linh, thành phố Hà Nội. Nồng độ khí radon và radium được xác định bằng thiết bị đo chuyên dụng RAD-7. Kết quả cho thấy nồng độ radon và radium thay đổi tùy thuộc vào nguồn nước khảo sát. Trong nước sạch do nhà máy nước cung cấp nồng độ radon có giá trị $0,05 \div 1,08$ Bq/l, trung bình $0,39$ Bq/l; nước giếng qua xử lý sơ bộ có giá trị $0,09 \div 4,67$ Bq/l, trung bình $2,25$ Bq/l và nước giếng khoan có giá trị $1,72 \div 8,93$ Bq/l, trung bình $3,45$ Bq/l, các giá trị này đều nằm trong giới hạn cho phép của Cơ quan bảo vệ môi trường Mỹ (EPA) là $11,1$ Bq/l. Nồng độ radium trong nước sạch có giá trị $0,061 \div 0,173$ Bq/l, trung bình $0,097$ Bq/l; nước giếng qua xử lý sơ bộ $0,081 \div 0,238$ Bq/l, trung bình $0,128$ Bq/l và nước giếng khoan có giá trị $0,091 \div 0,665$ Bq/l, trung bình $0,182$ Bq/l, có 17 mẫu nước giếng khoan và 12 mẫu nước giếng qua xử lý có nồng độ radium (^{226}Ra) vượt quá giới hạn cho phép của Cơ quan bảo vệ môi trường Mỹ (EPA) là $0,185$ Bq/l.</p>
<p>Từ khóa</p> <p>Radon, Radium, RAD-7, Phép đo radon, Phương pháp đo radium, Liều hiệu dụng hàng năm.</p>	

1. Mở đầu

Radon (^{222}Rn) là sản phẩm phân rã trực tiếp từ radi (^{226}Ra) trong chuỗi phân rã phóng xạ uranium tự nhiên (^{238}U). Đồng vị ^{238}U là một trong các nguyên tố phóng xạ chiếm phần lớn trong môi trường. Do phân bố rộng rãi trên vỏ Trái đất, ^{238}U có mặt trong hầu hết các loại đất đá, khoáng sản. Khi có các hoạt động kiến tạo địa chất hoặc do tác động của con người, các nguồn nước

ngầm được hình thành trong lòng đất [1, 2]. Khi đó ^{238}U và các đồng con cháu dễ dàng khuếch tán vào trong các nguồn khác nhau. Các nhân phóng xạ ^{226}Ra và ^{222}Rn là các đồng vị có độc tính phóng xạ cao, thường có mặt trong các loại nước với hàm lượng khác nhau. Mỗi đồng vị có tính chất hóa học khác nhau, nhưng cả hai đều gây nhiều tác hại xấu cho con người khi uống phải. Trong các đồng vị của radon thì ^{222}Rn là gây nguy hiểm nhất cho con người khi uống phải vì có thời gian sống dài

là 3,8 ngày [3, 4]. Uống nước chứa nhiều ^{222}Rn trong thời gian dài có nguy cơ ung thư các cơ quan trong cơ thể, đặc biệt là dạ dày [3]. Ngoài ra, ^{222}Rn khuếch tán từ nước vào không khí có thể gây ung thư phổi khi hít phải. Uống nước có chứa đồng vị ^{226}Rn có nguy cơ ung thư, thoái hóa xương, răng [5].

Vi vậy, khảo sát nồng độ ^{222}Rn và ^{226}Ra trong các nguồn nước khác nhau là thật sự cần thiết vì mối nguy hiểm của chúng đối với sức khỏe cộng đồng và môi trường.

Trong nội dung bài báo tác giả đã tiến hành đo nồng độ khí radon (^{222}Rn) và radi (^{226}Ra) trong nước sinh hoạt gồm nước sạch do nhà máy nước cung cấp, nước giếng đã qua xử lý sơ bộ và nước giếng khoan được lấy trực tiếp tại các hộ dân đang sinh sống trên địa bàn huyện Mê Linh, thành phố Hà Nội.

2. Phương pháp nghiên cứu

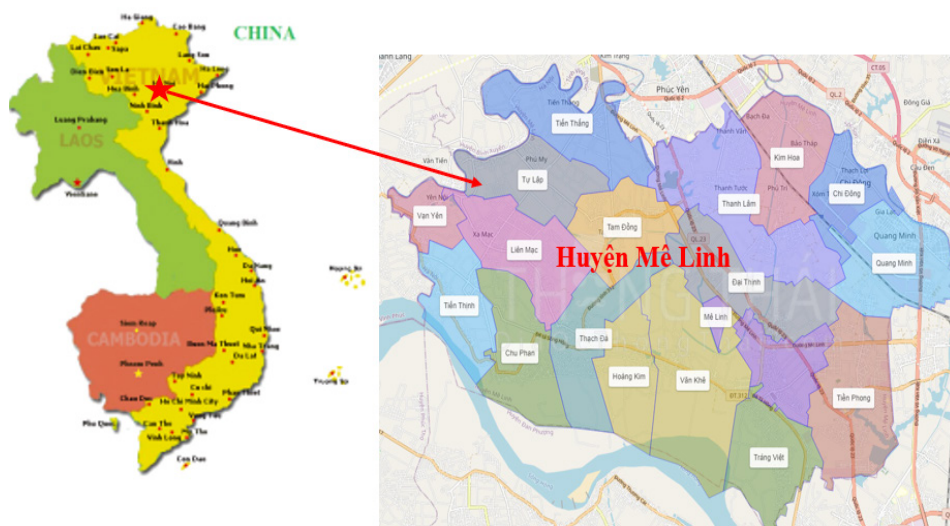
2.1. Khu vực nghiên cứu

Huyện Mê Linh nằm ở phía Tây Bắc của thành phố Hà Nội, cách trung tâm thành phố khoảng 29 km và có vị trí địa lý: Phía đông giáp huyện Đông Anh và huyện Sóc Sơn; Phía tây giáp huyện Phúc Thọ và huyện Yên Lạc, tỉnh Vĩnh Phúc; Phía nam giáp huyện Đan

Phượng.; Phía bắc giáp thành phố Phúc Yên và huyện Bình Xuyên thuộc tỉnh Vĩnh Phúc.

Huyện Mê Linh được thành lập ngày 5 tháng 7 năm 1977 trên cơ sở hợp nhất 2 huyện Bình Xuyên và Yên Lãng; 4 xã Văn Tiến, Nguyệt Đức, Minh Tân và Bình Định của huyện Yên Lạc và 2 xã Kim Hoa và Quang Minh của huyện Kim Anh [6]. Khi mới thành lập, huyện Mê Linh có 38 đơn vị hành chính gồm thị trấn Phúc Yên, thị trấn nông trường Tam Đảo và 36 xã: Bá Hiến, Bình Định, Chu Phan, Đại Thịnh, Đạo Đức, Gia Khánh, Hoàng Kim, Hương Sơn, Kim Hoa, Liên Mạc, Mê Linh, Minh Quang, Minh Tân, Nguyệt Đức, Phú Xuân, Quang Minh, Quất Lưu, Sơn Lôi, Tam Canh, Tam Đồng, Tam Hợp, Tân Phong, Thạch Đà, Thanh Lâm, Thanh Lãng, Thiện Kế, Tiền Châu, Tiền Phong, Tiến Thắng, Tiến Thịnh, Tráng Việt, Trung Mỹ, Tự Lập, Văn Khê, Văn Tiến, Vạn Yên. Huyện lỵ được đặt tại thị trấn Phúc Yên.

Ngày 1 tháng 8 năm 2008, theo Nghị quyết số 15/2008/QH12 ngày 29 tháng 5 năm 2008, huyện Mê Linh đã được tách ra khỏi tỉnh Vĩnh Phúc và sáp nhập vào thành phố Hà Nội (hình 1) [6].



Hình 1. Sơ đồ vị trí khu vực huyện Mê Linh, Hà Nội

2.2. Lấy mẫu nước

Vi huyện Mê Linh được tách từ tỉnh Vĩnh Phúc với đặc thù là sản xuất nông nghiệp nên nhiều hạng mục phục vụ dân sinh chưa được đầu tư trong đó có cung cấp nguồn nước sạch sinh hoạt cho nhân dân, một số phường nhiều hộ dân vẫn phải sử dụng nguồn nước giếng khoan để phục vụ sinh hoạt hàng ngày.

Nồng độ phóng xạ Radon (^{222}Rn) và Radi (^{226}Ra) được xác định trong một số mẫu nước máy, mẫu nước giếng đã được xử lý sơ và mẫu nước giếng khoan chưa qua xử lý ở các trường học, các hộ gia đình đang sinh sống trên địa bàn huyện Mê Linh, thành phố Hà Nội. Tác giả tiến hành lấy mẫu nước tại 10 xã thuộc huyện Mê Linh, thành phố Hà Nội (hình 2).

Có nhiều yếu tố khác nhau ảnh hưởng đến độ chính xác của kết quả như: lượng nước lấy trong mẫu đo, thời gian đo, nhiệt độ, độ ẩm, phòng máy và môi trường... trong đó, yếu tố quan trọng nhất là kỹ thuật lấy mẫu nước. Vì vậy, cần phải lấy mẫu nước theo các nguyên tắc sau [7, 8]: Nước cần được xả một thời gian trước khi lấy để dòng nước ổn định; Dụng cụ lấy mẫu được

tráng rửa ít nhất hai lần trước khi lấy bằng chính nguồn nước sẽ lấy.

Trong quá trình lấy mẫu, không để nước tiếp xúc với không khí. Dùng ống nhựa một đầu gắn với vòi xuất lộ nước, đầu còn lại cho vào lọ, xả nước chảy qua ống cho đến khi đầy tràn, đậy nắp thật kín khi mẫu chưa được đo.



Hình 2. Vị trí lấy mẫu nước tại khu vực khảo sát

Ngoài ra, tốc độ xả nước cũng làm thất thoát nồng độ ^{222}Rn (bảng 1). Trong nghiên cứu này các mẫu nước được lấy với tốc độ 1-2,5 lít/phút nên có thể bỏ qua sự thất thoát ^{222}Rn do tốc độ dòng chảy.

Bảng 1. Lượng ^{222}Rn thất thoát theo tốc độ của nước [8]

TT	Tốc độ dòng chảy (lít/phút)	Lượng ^{222}Rn thất thoát (%)
1	~ 4	5,5
2	~ 6	13,5
3	~ 8	27,5
4	10-12	34,5

Bảng 2. Thống kê khối lượng mẫu thu thập

TT	Khu vực (phường/xã)	Nước sạch (nước máy)	Nước giếng qua xử lý	Nước giếng khoan	Thời gian lấy mẫu
1	Quang Minh	02	03	03	12/5/2022
2	Chi Đông	02	03	03	12/5/2022
3	Chu Phan	02	03	03	12/5/2022
4	Đại Thịnh	02	03	03	12/5/2022
5	Hoàng Kim	02	03	03	13/5/2022
6	Kim Hoa	02	03	03	13/5/2022
7	Mê Linh	02	03	03	13/5/2022
8	Thạch Đà	02	03	03	14/5/2022
9	Tiền Phong	02	03	03	14/5/2022
10	Tiền Thịnh	02	03	03	14/5/2022
Tổng		20	30	30	

2.3. Phương pháp xác định nồng độ radon (²²²Rn)

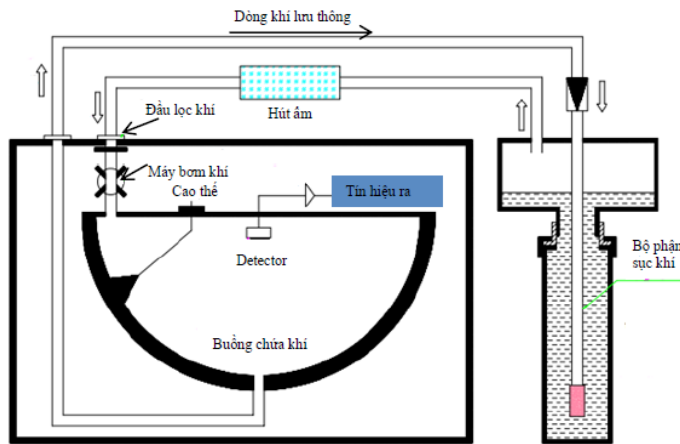
Trong nội dung bài báo tác giả xác định nồng độ radon bằng phương pháp phổ alpha RAD-7. RAD-7 là thiết bị chuyên đo nồng độ radon với độ nhạy cao. RAD-7 gồm một buồng đo hình bán cầu thể tích khoảng 700ml. Detector bán dẫn silic đặt ở tâm bán cầu. Thuận lợi của máy là khả năng xác định năng lượng mỗi hạt alpha, từ đó phân biệt được các đồng vị của radon ²²²Rn, ²²⁰Rn, ²¹⁹Rn mới và cũ, tín hiệu và nhiễu. Máy đi kèm bộ phụ kiện cho phép xác định nồng độ radon trong nước với độ nhạy từ dưới 4 đến trên 400.000Bq/m³ [8]. Thiết bị RAD-7 xác định nồng độ ²²²Rn thông qua các đồng vị con cháu ²¹⁸Po, ²¹⁴Po. Độ ẩm tương đối trong buồng đo ảnh hưởng đến khả năng đến detector của các đồng

vị này. RAD-7 cần được làm khô trước mỗi phép đo sao cho độ ẩm duy trì dưới 10% trong quá trình đo [7].

Để đảm bảo kết quả chính xác, phòng được xác định. Mẫu nước cất hoặc nước đã khử ²²²Rn được đo trong 10 lần với chế độ tương tự đo mẫu phân tích. Giá trị phòng trung bình đo được (0,04±0,01) Bq/l.

Phương pháp RAD-H₂O sử dụng chu trình vòng khí kín, trong đó, lượng khí và nước không đổi. Hiệu suất lấy ²²²Rn từ nước đưa vào vòng khí kín đạt tối đa 99% đối với lọ 50ml và 94% đối với lọ 250ml. Lọ 250ml được sử dụng đối với các mẫu nước có nồng độ thấp hơn 100 Bq/l, ngược lại lọ 50ml được sử dụng [8].

Sơ đồ đo nồng độ radon được đưa ra trong hình 3.



Hình 3. Sơ đồ đo nồng độ radon trong mẫu nước

2.4. Phương pháp xác định nồng độ radi (²²⁶Ra)

Nồng độ radi (²²⁶Ra) trong nước được xác định bằng phương pháp nhốt mẫu nước đã khử ²²²Rn trong khoảng 10-14 ngày, sau đó đem đo nồng độ ²²²Rn và suy ra nồng độ ²²⁶Ra theo công thức sau [1]:

$$N_{Ra} = \frac{kN_{Rn}}{1 - e^{-\lambda_{Rn}t}} \quad (1)$$

Trong đó:

N_{Rn} là nồng độ radon đo được;

$\lambda_{Rn} \approx 0,26/\text{ngày}$ là hằng số phân rã của ²²²Rn

t là thời gian nhốt mẫu.

k là hệ số thoát khí radon được xác định theo công thức sau:

$$k = \frac{A_{Rn}}{A_{Ra}} \quad (2)$$

với A_{Rn} và A_{Ra} là hoạt độ của ²²²Rn và ²²⁶Ra.

2.5. Tính liều hiệu dụng hàng năm

Liều hiệu dụng hàng năm đóng góp cho một người uống nước chứa ²²²Rn hoặc ²²⁶Ra là E_n (Sv) được xác định theo công thức sau:

$$E_n = \epsilon \times V_n \times C_n \quad (3)$$

Trong đó:

ϵ (Sv/Bq) là hệ số chuyển đổi liều hiệu dụng trên một đơn vị nồng độ phóng xạ, đối với ²²²Rn thì $\epsilon = 10^{-8}$ Sv/Bq [7], đối với ²²⁶Ra thì $\epsilon = 2,8.10^{-7}$ Sv/Bq [1];

$V_n = 730$ lít/năm, là thể tích nước mỗi người uống hàng năm (một người trung bình mỗi ngày uống 2 lít × 365 ngày);

C_n (Bq/l) là nồng độ ²²²Rn hoặc ²²⁶Ra trong nước.

Ngoài ra, ²²²Rn trong nước thường khuếch tán vào không khí. Do đó, không khí có chứa lượng ²²²Rn đáng kể thoát ra từ nước. Giả sử nguồn nước được đặt trong nhà với thể tích khí một người hít mỗi ngày là $V = 20m^3$ và thể tích nước được xả trong 1 giờ là $W = 0,01m^3/\text{giờ}$.

Khi đó liều hiệu dụng hằng năm do hít khí ^{222}Rn thoát ra từ nước D(Sv) được tính theo công thức sau[10-12]:

$$D = f \times C_n \times (\epsilon_f + \epsilon_p F) \quad (4)$$

Trong đó:

$$f = W \times e / V \lambda = 3,571 \times 10^{-4} \quad (5)$$

$e = 0,5$ là hệ số chuyển đổi ^{222}Rn từ nước vào không khí;

$\lambda = 0,7/\text{giờ}$ là tốc độ trao đổi không khí;

$C_n (\text{Bq}/\text{m}^3)$ là nồng độ ^{222}Rn trong nước;

$\epsilon_f = 0,33 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^3/\text{năm}/\text{Bq}$ là hệ số chuyển đổi liều hiệu dụng đối với ^{222}Rn ;

$\epsilon_p = 80 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^3/\text{năm}/\text{Bq}$ là hệ số chuyển đổi liều hiệu dụng đối với ^{218}Po , ^{214}Bi , ^{214}Po .

$F = 0,4$ là hệ số cân bằng giữa ^{222}Rn và các con cháu.

Theo US EPA đã khảo sát, nồng độ radon trong nước gây ra khoảng 175 ca tử vong mỗi năm, trong đó 87% là do hít phải khí chứa radon và 13% là do uống nước có chứa hàm lượng radon cao [13].

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Nồng độ radon (^{222}Rn) trong nước

3.1.1. Nước giếng qua xử lý sơ bộ

Nồng độ ^{222}Rn trong nước giếng qua xử lý sơ bộ dao động từ $(0,09 \pm 0,03) \text{Bq}/\text{l}$ đến $(4,67 \pm 0,07) \text{Bq}/\text{l}$, thấp hơn nồng độ giới hạn từ $\sim 3,10$ đến $\sim 139,81$ lần [14]. Nồng độ trung bình $(2,25 \pm 0,04) \text{Bq}/\text{l}$. Theo đó, liều uống hiệu dụng hằng năm dao động từ $(0,59 \pm 0,22) \mu\text{Sv}/\text{năm}$ đến $(13,43 \pm 0,587) \mu\text{Sv}/\text{năm}$. Liều hiệu dụng trung bình $(16,11 \pm 0,28) \mu\text{Sv}/\text{năm}$. Nếu nguồn nước được đặt trong nhà, liều hiệu dụng hằng năm do hít khí ^{222}Rn thoát ra từ nước khoảng $(0,98 \pm 0,35) \mu\text{Sv}/\text{năm}$ đến $(43,21 \pm 0,98) \mu\text{Sv}/\text{năm}$. Liều hiệu dụng trung bình $(22,23 \pm 0,46) \mu\text{Sv}/\text{năm}$.

3.1.2. Nước sạch do nhà máy nước cung cấp

Nồng độ ^{222}Rn trong nước máy dao động từ $(0,05 \pm 0,02) \text{Bq}/\text{l}$ đến $(1,08 \pm 0,05) \text{Bq}/\text{l}$, thấp hơn nồng độ giới hạn từ $\sim 11,1$ đến ~ 220 lần[14]. Nồng độ trung bình $(0,39 \pm 0,06) \text{Bq}/\text{l}$. Như vậy, liều uống hiệu dụng hằng năm dao động từ $(0,37 \pm 0,16) \mu\text{Sv}/\text{năm}$ đến $(7,81 \pm 0,32) \mu\text{Sv}/\text{năm}$. Liều hiệu dụng trung bình $(2,80 \pm 0,45) \mu\text{Sv}/\text{năm}$. Nếu nguồn nước được đặt trong nhà, liều hiệu dụng hằng năm do hít khí ^{222}Rn dao động từ

$(0,61 \pm 0,25) \mu\text{Sv}/\text{năm}$ đến $(12,63 \pm 0,51) \mu\text{Sv}/\text{năm}$. Liều hiệu dụng trung bình $(4,58 \pm 0,71) \mu\text{Sv}/\text{năm}$.

3.1.3. Nước giếng khoan

Nồng độ ^{222}Rn trong nước giếng khoan dao động từ $(1,72 \pm 0,07) \text{Bq}/\text{l}$ đến $(8,93 \pm 0,24) \text{Bq}/\text{l}$, thấp hơn nồng độ giới hạn từ $\sim 1,28$ đến $\sim 6,76$ lần[14]. Nồng độ trung bình $(3,45 \pm 0,13) \text{Bq}/\text{l}$. Tương ứng, liều uống hiệu dụng hằng năm dao động từ $(12,32 \pm 0,56) \mu\text{Sv}/\text{năm}$ đến $(65,21 \pm 1,68) \mu\text{Sv}/\text{năm}$. Liều hiệu dụng trung bình $(24,56 \pm 0,91) \mu\text{Sv}/\text{năm}$. Nếu nguồn nước được đặt trong nhà, liều hiệu dụng hằng năm do hít khí ^{222}Rn khoảng $(20,44 \pm 0,95) \mu\text{Sv}/\text{năm}$ đến $(107,32 \pm 2,876) \mu\text{Sv}/\text{năm}$. Liều hiệu dụng trung bình $(40,28 \pm 1,46) \mu\text{Sv}/\text{năm}$.

3.2. Nồng độ radi (^{226}Ra) trong nước

3.2.1. Nước giếng qua xử lý sơ bộ

Nồng độ ^{226}Ra trong nước giếng qua xử lý sơ bộ tại một số nhà dân khu vực huyện Mê Linh dao động từ $(0,081 \pm 0,025) \text{Bq}/\text{l}$ đến $(0,238 \pm 0,071) \text{Bq}/\text{l}$, nồng độ trung bình $(0,128 \pm 0,023) \text{Bq}/\text{l}$. Tại khu vực khảo sát có 12 mẫu nước giếng qua xử lý có nồng độ cao hơn nồng độ giới hạn từ $\sim 1,07$ đến $\sim 1,31$ lần [14]. Tương ứng, liều hiệu dụng hằng năm do uống nước chứa ^{226}Ra dao động từ $(15,65 \pm 4,94) \mu\text{Sv}/\text{năm}$ đến $(49,54 \pm 13,98) \mu\text{Sv}/\text{năm}$. Liều hiệu dụng trung bình $(26,11 \pm 4,62) \mu\text{Sv}/\text{năm}$.

3.2.2. Nước sạch do nhà máy nước cung cấp

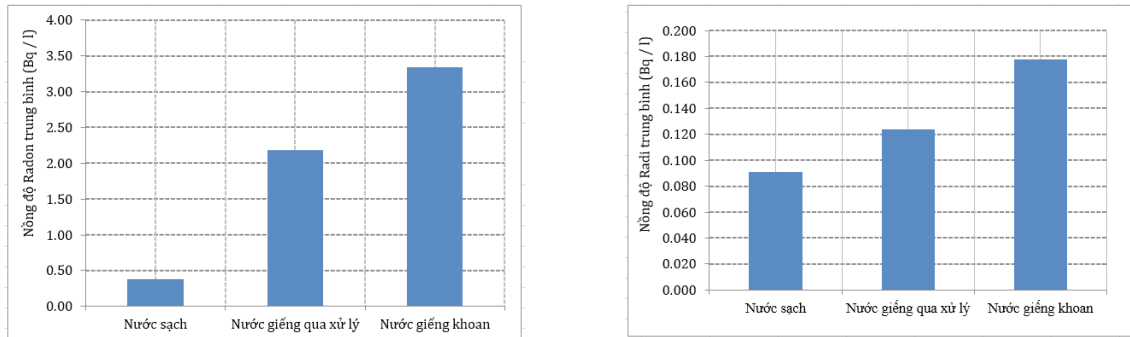
Nồng độ ^{226}Ra trong nước máy ở một số nhà dân khu vực huyện Mê Linh dao động từ $(0,061 \pm 0,021) \text{Bq}/\text{l}$ đến $(0,173 \pm 0,080) \text{Bq}/\text{l}$, thấp hơn nồng độ giới hạn từ $\sim 1,0$ đến $\sim 3,19$ lần [14]. Nồng độ trung bình $(0,097 \pm 0,020) \text{Bq}/\text{l}$. Khi đó, liều hiệu dụng hằng năm do uống nước chứa ^{226}Ra dao động từ $(11,68 \pm 11,84) \mu\text{Sv}/\text{năm}$ đến $(35,21 \pm 17,05) \mu\text{Sv}/\text{năm}$. Liều hiệu dụng trung bình $(17,99 \pm 3,42) \mu\text{Sv}/\text{năm}$.

3.2.3. Nước giếng khoan

Nồng độ ^{226}Ra trong nước giếng khoan ở một số nhà dân khu vực huyện Mê Linh dao động từ $(0,091 \pm 0,042) \text{Bq}/\text{l}$ đến $(0,665 \pm 0,123) \text{Bq}/\text{l}$. Tại khu vực khảo sát có 17 mẫu nước giếng có nồng độ cao hơn nồng độ giới hạn từ $\sim 1,06$ đến $\sim 3,67$ lần[14]. Nồng độ trung bình $(0,182 \pm 0,024) \text{Bq}/\text{l}$. Tương ứng, liều hiệu dụng hằng năm do uống nước chứa ^{226}Ra dao động từ $(18,18 \pm 8,87) \mu\text{Sv}/\text{năm}$ đến $(132,12 \pm 24,84) \mu\text{Sv}/\text{năm}$. Liều hiệu dụng trung bình $(36,76 \pm 4,82) \mu\text{Sv}/\text{năm}$.

So sánh nồng độ ^{222}Rn và ^{226}Ra trung bình trong ba loại nước khảo sát cho thấy: Nồng độ ^{222}Rn trung bình trong nước giếng khoan cao hơn ~ 1,65 lần nồng độ ^{222}Rn trung bình trong nước giếng đã qua xử lý và ~9,12 lần nồng độ ^{222}Rn trung bình trong nước máy;

Nồng độ ^{226}Ra trung bình trong nước giếng khoan cao hơn khoảng 1,53 lần nồng độ ^{226}Ra trung bình trong nước giếng đã qua xử lý và khoảng 1,95 lần nồng độ ^{226}Ra trung bình trong nước máy (hình 4).



Hình 4. Đồ thị so sánh nồng độ ^{222}Rn (a) và ^{226}Ra (b) trung bình trong các loại nước khảo sát

Như vậy, có thể thấy nồng độ ^{222}Rn và ^{226}Ra phụ thuộc nhiều vào nguồn gốc của các loại nước. Nước giếng khoan có nồng độ phóng xạ cao hơn so với hai loại nước còn lại. Điều này là do:

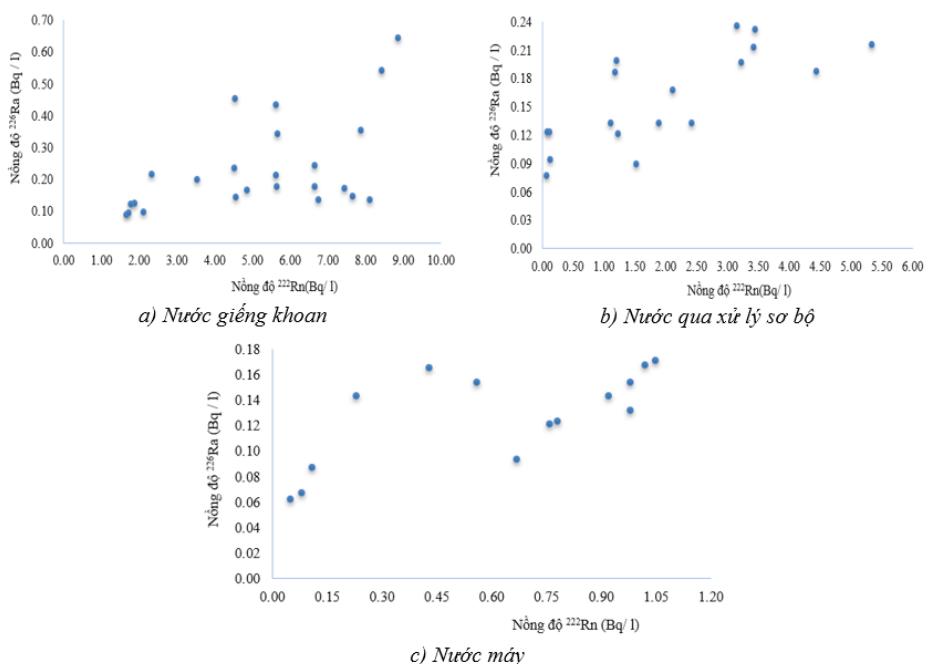
- Phần lớn, nước máy và nước giếng đã qua xử lý sơ bộ đã được xử lý qua nhiều công đoạn trước khi đưa đến người sử dụng nên lượng ^{222}Rn , ^{226}Ra đã được hạn chế đáng kể.

- Nước giếng khoan là nước ngầm có nguồn gốc từ đất đá và chưa qua xử lý nên nồng độ ^{222}Rn và ^{226}Ra vẫn còn khá cao.

Kết quả khảo sát cũng cho thấy, sự chênh lệch nồng độ ^{226}Ra giữa các loại nước khảo sát thấp hơn sự chênh

lệch nồng độ ^{222}Rn . Điều này là do ^{222}Rn ở dạng khí, khả năng thất thoát qua các giai đoạn xử lý sẽ cao hơn ^{226}Ra .

Vì ^{222}Rn là sản phẩm phân rã trực tiếp từ ^{226}Ra , bằng kết quả khảo sát, tác giả đã xây dựng được mối tương quan giữa chúng. Hình 5 thể hiện mối quan hệ giữa nồng độ ^{222}Rn và nồng độ ^{226}Ra trong các mẫu nước khảo sát. Kết quả cho thấy, tại các mẫu nước khảo sát nồng độ ^{222}Rn và ^{226}Ra không có mối quan hệ tuyến tính (hệ số tương quan $R^2 = 0,279 \pm 0,565$). Phần lớn, sự tồn tại của ^{222}Rn trong nước không chỉ phụ thuộc vào lượng ^{226}Ra trong nước mà phụ thuộc mạnh vào hàm lượng ^{238}U trong đất và các đặc điểm địa chất mỗi khu vực.



Hình 5. Mối tương quan giữa nồng độ ^{222}Rn và ^{226}Ra trong các mẫu nước khảo sát

4. Kết luận

Kết quả cho thấy, nồng độ ^{222}Rn trong tất cả các mẫu nước khảo sát đều nằm trong giới hạn đề nghị của US EPA, 11,1 Bq/l. Tại khu vực khảo sát có 17 mẫu nước giếng khoan và 12 mẫu nước giếng đã qua xử lý sơ bộ có nồng độ ^{226}Ra vượt quá mức đề nghị 0,185 Bq/l. Do đó cần có biện pháp làm giảm ^{226}Ra trước khi sử dụng với mục đích ăn uống.

Nồng độ phóng xạ phụ thuộc vào loại nước. Nhìn chung, các mẫu nước giếng (nước ngầm) có nồng độ ^{222}Rn , ^{226}Ra cao hơn so với các mẫu nước máy, nước qua xử lý (nước mặt). Sự khác nhau của nồng độ phóng xạ chủ yếu phụ thuộc vào nguồn gốc loại nước, môi trường địa chất của nguồn nước. Ngoài ra, nồng độ còn phụ thuộc vào một số yếu tố khác như sự vận chuyển, tốc độ chảy của nước, chiều sâu của giếng... Cần có các biện pháp làm giảm nồng độ phóng xạ trước khi sử dụng nguồn nước ngầm.

Nồng độ ^{222}Rn và ^{226}Ra trong các nguồn nước khảo sát không có mối quan hệ tuyến tính. Điều này cho thấy ^{222}Rn không chỉ có nguồn gốc từ ^{226}Ra trong nước. Phần lớn ^{222}Rn được sinh ra từ chuỗi phân rã ^{238}U trong đất. Tuy nhiên, sự tồn tại của nó trong nước lại phụ thuộc vào nhiều yếu tố ảnh hưởng từ môi trường địa chất.

REFERENCES

[1] P.Vesterbacka (2005). ^{238}U -series radionuclides in Finnish Groundwater - based drinking water and effective doses. *Univ Hels Hels*.

[2] Friedmann H., Baumgartner A., Bernreiter M., et al. (2017). Indoor radon, geogenic radon surrogates and geology - Investigations on their correlation. *J Environ Radioact*, 166, 382-389.

[3] Monika Kusyk and Kalina Mamont-Ciesla (2002). Radon levels in household waters in southern Poland. *NUKLEONIKA*, 47(2), 65-68.

[4] Ongori J.N., Lindsay R., and Mvelase M.J. (2015). Radon transfer velocity at the water-air interface. *Appl Radiat Isot*, 105, 144-149.

[5] Nisar Ahmad, Javed Rehman, Jalil ur Rehman, et al. (2019). Assessments of ^{226}Ra and ^{222}Rn concentration in well and tap water from Sik, Malaysia, and consequent dose estimates. *Human and Ecological Risk Assessment*.

[6] Statistical Yearbook of Hanoi City (2019). *General Statistics Office*, Hanoi Statistical Office, 2019.

[7] Billerica (2009). RAD7 radon detector, User manual. .

[8] Billerica (2009). RAD H₂O User Manual, User manual. .

[9] Tam. P.T.M. (2011). *Determination of radon concentration in some bottled water samples in the Vietnam market*, Master Thesis.

[10] Natasa Todorovic, Jovana Nikolov, Sofija Forkapic, et al. *Public exposure to radon in drinking water in SERBIA*.

[11] D.C. Nita, M. Moldovan, T. Sferle, et al. (2012). Radon concentration in water and indoor air in north-west regions of Romania. *Rom Journ Phys*, 58.

[12] Ali N., Khan E.U., Akhter P., et al. (2010). Estimation of mean annual effective dose through radon concentration in the water and indoor air of Islamabad and Murree. *Radiat Prot Dosimetry*, 141(2), 183-191.

[13] the United States Environmental Protection Agency - Washington, DC (2003). *EPA Assessment of Risks from Radon in Homes EPA 402-R-03-003*. Office of Radiation and Indoor Air.

[14] U.S. Environmental Protection Agency (2012). *Report to Congress: Radon in Drinking Water Regulations*, Office of Water. <www.epa.gov/safewater>.