

## XÁC ĐỊNH NỒNG ĐỘ RADON TRONG MỘT SỐ MẪU NƯỚC ĐÓNG CHAI TRÊN THỊ TRƯỜNG VIỆT NAM

PHAN THỊ MINH TÂM<sup>\*</sup>, HOÀNG ĐỨC TÂM<sup>\*</sup>,  
NGUYỄN THỊ TÂN<sup>\*\*</sup>, TRẦN THỊ BÉ VŨNG<sup>\*\*\*</sup>

### TÓM TẮT

*Trong nghiên cứu này, chúng tôi khảo sát nồng độ radon của một số mẫu nước đóng chai trên thị trường Việt Nam bằng máy RAD7. Từ đó, tính toán liều hiệu dụng hằng năm mà người dân nhận được khi sử dụng nước đóng chai. Kết quả cho thấy các thông số này nằm trong giới hạn an toàn cho phép so với tiêu chuẩn do Cơ quan bảo vệ môi trường của Mỹ (EPA), Ủy ban khoa học Liên Hiệp Quốc về những ảnh hưởng của bức xạ nguyên tử (UNSCEAR) và Tổ chức Y tế thế giới (WHO) đề ra.*

**Từ khóa:** RAD7, nước đóng chai, nồng độ radon.

### ABSTRACT

**Measurement of the radon concentration in bottled drinking water samples in Vietnam**

*In this study, the radon concentration of some bottled drinking water samples in Vietnam was investigated by using RAD7 machine. The total annual effective dose which people can receive by drinking the bottled drinking water was calculated as well. The results showed that calculated parameters were lower than these of the EPA, UNSCEAR and WHO recommended limits.*

**Keywords:** RAD7, bottled drinking water, radon concentration.

### 1 Giới thiệu

Nước là một thành phần không thể thiếu cho sự sống của con người và sinh vật trên Trái Đất. Đồng thời, nước cũng là một trong những nguồn tự nhiên có chứa nhiều nguyên tố phóng xạ như uranium, thorium, radium và các đồng vị con cháu của chúng. Radon được hình thành trong sự phân rã của hạt nhân radium ( $^{226}\text{Ra}$ ) trong chuỗi phân rã của uranium; vì thế nơi nào có chứa nhiều uranium thì nơi đó có khả năng nồng độ radon sẽ cao. Khi xảy ra một cuộc kiến tạo địa chấn, cấu trúc bên trong lòng đất bị thay đổi và tạo nên các vị trí đứt gãy. Dòng chảy của nước ngầm thường được

hình thành tại các vị trí đứt gãy đó. Chảy xuyên qua các vị trí đứt gãy cũng đồng nghĩa với việc dòng nước đó sẽ tiếp xúc với đá chứa nhiều uranium nên nồng độ radon ở vị trí đó cao là điều tất yếu. Thêm vào đó, các quá trình khác như khuếch tán và phân tán đồng thời xảy ra nên radon được vận chuyển khắp nơi. Đây là nguyên nhân quan trọng dẫn đến nước ngầm có chứa nhiều radon hơn so với các loại nước thông thường khác. [9]

Radon (gồm  $^{222}\text{Rn}$  và  $^{220}\text{Rn}$ ) và các sản phẩm con cháu khi phân rã bên trong cơ thể có thể cung cấp một liều bức xạ đến các mô và các cơ quan. Tuy nhiên, trong một số trường hợp như nước được

<sup>\*</sup> ThS, Trường Đại học Sư phạm TP HCM

<sup>\*\*</sup> CN, Trường THPT Văn Hiến, Long Khánh, Đồng Nai

<sup>\*\*\*</sup> CN, Trường Đại học Khoa học tự nhiên, ĐHQG TP HCM

tiêu thụ ngay lập tức (uống trực tiếp) thì nước trước tiên sẽ đi vào dạ dày và sau đó mới đến các bộ phận khác của cơ thể, do đó một số radon hòa tan trong nước có thể khuếch tán lên thành dạ dày và xuyên qua thành dạ dày [6]. Tại đây, radon phân rã ra các hạt alpha. Các hạt alpha này sẽ bắn phá hạt nhân tế bào dạ dày, gây ra các sai hỏng nhiễm sắc thể, tác động tiêu cực đến cơ chế phân chia tế bào. Bên cạnh đó, một lượng radon và các sản phẩm phân rã đi xuyên qua dạ dày sẽ được hấp thu vào máu, vận chuyển khắp cơ thể, nên quá trình phá hủy tế bào trên cũng diễn ra tương tự, và việc uống nước cũng sẽ cung cấp một liều chiếu cho các cơ quan khác. Tóm lại, nếu ta uống nước có chứa nồng độ radon cao thì số tế bào bị bắn phá sẽ rất lớn dẫn đến xác suất gây ung thư cao, đặc biệt là ung thư dạ dày. [6, 10, 11]

Các loại nước đóng chai thường có nguồn gốc từ nước ngầm (bao gồm cả nước khoáng). Thời gian gần đây, việc tiêu thụ các sản phẩm nước đóng chai thay thế nước uống thông thường ngày càng được đẩy mạnh, đặc biệt là trong công sở và các hộ gia đình có điều kiện kinh tế; hoặc ở thành phố và các khu đô thị, nơi mà nguồn nước máy không đủ đảm bảo vệ sinh. Do đó, vai trò của nước đóng chai cũng trở nên quan trọng hơn đối với cuộc sống con người. Vì những lí do trên, chất lượng của nước đóng chai phải được kiểm định cẩn thận trên nhiều phương diện và phải có một hệ thống kiểm soát chặt chẽ nhằm kiểm định nguy cơ tiềm tàng đối với sức khỏe do các nhân phóng xạ trong nước gây nên, đặc biệt là radon. Tuy nhiên, cho tới nay, Việt

Nam vẫn chưa có nghiên cứu về nồng độ radon trong nước đóng chai.

Nghiên cứu này được thực hiện với mong muốn thông qua việc đo đặc nồng độ radon bằng máy RAD7, bước đầu đánh giá vấn đề an toàn radon trong một số mẫu nước đóng chai trên thị trường Việt Nam.

## 2. Thực nghiệm

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng được sử dụng trong nghiên cứu này là 20 loại nước đóng chai được bày bán nhiều trên thị trường Việt Nam. Để tăng thêm tính phong phú và làm cơ sở so sánh, chúng tôi cố gắng thu thập các loại nước sản xuất ở nhiều địa phương khác nhau từ Bắc tới Nam của Việt Nam.

Toàn bộ các loại nước đóng chai trong nghiên cứu này đều là nước ngầm. Lí do để có lựa chọn này là vì nước ngầm bắt nguồn từ tầng ngậm nước rất sâu và cho thấy có phóng xạ nhiều hơn so với các loại nước uống thông thường.

Các loại nước đóng chai trong nghiên cứu này có thể chia thành hai loại. Thứ nhất là nước khoáng: là loại nước ngầm có chứa nhiều khoáng chất, có lợi cho sức khỏe, đa số được khai thác và đóng chai tại nguồn. Ví dụ: Lavie, Vĩnh Hảo, Thạch Bích, Vital. Thứ hai là nước ngầm thông thường: là loại nước bình thường (như nước giếng), đa số được bơm lên, qua quy trình xử lí thẩm thấu ngược và Ozon, thanh trùng bằng tia cực tím rồi đóng chai. Các nhà máy sản xuất loại nước này thường sử dụng nguồn nước ngầm tại chỗ.

Nguồn gốc sản xuất các loại nước này được trình bày trong bảng 1.

**Bảng 1.** Xuất xứ các mẫu nước đóng chai

STT	Kí hiệu	Tên mẫu	Thông tin sản phẩm
1	A	Aquafina	- Là nước ngầm thông thường - Nơi sản xuất: nhà máy PepsiCo Vietnam, đường Lê Văn Khương, Phường Thới An, Quận 12, TP Hồ Chí Minh
2	B	Awa	- Là nước ngầm thông thường - Nơi sản xuất: Thị Xã Đồng Xoài, Bình Phước
3	C	Bidrico	- Là nước ngầm thông thường - Nơi sản xuất: Bình Chánh, TP Hồ Chí Minh
4	D	Cielo	- Là nước ngầm thông thường - Nơi sản xuất: Thuận An, Bình Dương
5	E	CoopMart	- Là nước ngầm thông thường - Nơi sản xuất: Gò Vấp, TP.Hồ Chí Minh
6	F	Dasani	- Là nước ngầm thông thường - Nơi sản xuất: Quận Thủ Đức, TP Hồ Chí Minh
7	G	Good life	- Là nước ngầm thông thường - Nơi sản xuất: Vĩnh Diêm Trung, Vĩnh Hiệp, Nha Trang
8	H	Green life	- Là nước ngầm thông thường - Nơi sản xuất: Bến Cầu, Tây Ninh
9	I	Icy	- Là nước ngầm thông thường - Nơi sản xuất: Huyện Nhà Bè, TP Hồ Chí Minh
10	K	I-on life	- Là nước ngầm thông thường - Nơi sản xuất: nhà máy ION-ALKLINE, A106 – 107, Đường số 2, KCN Thái Hòa, Đức Hoà 3, Long An
11	L	Kokochee	- Là nước ngầm thông thường - Nơi sản xuất: Thuận An, Bình Dương
12	M	Lavie	- Là nước khoáng tự nhiên - Nơi lấy nước: đóng chai trực tiếp tại nguồn nước khoáng Khánh Hậu, Tân An, Long An - Nơi sản xuất: nhà máy Công ti TNHH LaVie, QL1A, Khánh Hậu, Tân An, Long An
13	N	Li-a	- Là nước ngầm thông thường - Nơi sản xuất: Triệu Đông, Triệu Phong, Quảng Trị
14	O	Number 1	- Là nước ngầm thông thường - Nơi sản xuất: 219 đại lộ Bình Dương, Phường Vĩnh Phú, thị xã Thuận An, Tỉnh Bình Dương
15	P	Sakie	- Là nước ngầm thông thường - Nơi sản xuất: Diên Sanh, Hải Lăng, Quảng Trị

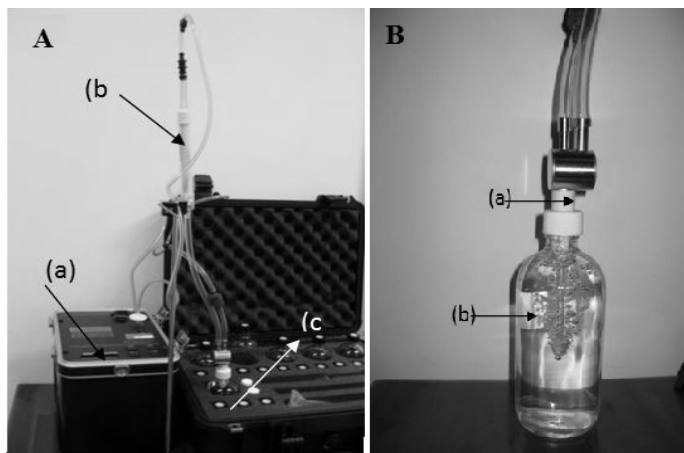
16	Q	Sapuwa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Là nước ngầm thông thường</li> <li>- Nước ngầm được lấy ở độ sâu 106m thông qua giếng bơm, xử lí qua 3 giai đoạn</li> <li>- Nơi sản xuất: 683 Quang Trung, Phường 11, Quận Gò Vấp, TP Hồ Chí Minh</li> </ul>
17	R	Thạch Bích	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Là nước khoáng tự nhiên</li> <li>- Nơi lấy nước: khai thác nguồn khoáng nóng tự nhiên ở độ sâu 1200m tại Thạch Bích, xã Trà Bình, huyện Trà Bồng, tỉnh Quảng Ngãi</li> <li>- Nơi sản xuất: nhà máy nước khoáng Thạch Bích, 02 Nguyễn Chí Thanh, TP Quảng Ngãi</li> </ul>
18	S	Vĩnh Hảo có gas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Là nước khoáng tự nhiên</li> <li>- Nơi lấy nước: khai thác và đóng chai ngay tại nguồn suối khoáng nóng Vĩnh Hảo, huyện Tuy Phong, tỉnh Bình Thuận. Nước được lấy ở độ sâu 30m, không xử lí nước qua hóa chất</li> <li>- Nơi sản xuất: Vĩnh Hảo, Tuy Phong, Bình Thuận</li> </ul>
19	T	Vĩnh Hảo không gas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Là nước khoáng tự nhiên</li> <li>- Nơi lấy nước: khai thác và đóng chai ngay tại nguồn suối khoáng nóng Vĩnh Hảo, huyện Tuy Phong, tỉnh Bình Thuận. Nước được lấy ở độ sâu 30m, không xử lí nước qua hóa chất</li> <li>- Nơi sản xuất: Vĩnh Hảo, Tuy Phong, Bình Thuận</li> </ul>
20	U	Vital	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Là nước khoáng tự nhiên</li> <li>- Nơi lấy nước: đóng chai ngay tại nguồn nước khoáng Tiên Hải. Nước được lấy ở độ sâu 450m</li> <li>- Nơi sản xuất: nhà máy sản xuất được xây dựng ngay trên mỏ nước khoáng để khai thác tại nguồn. Địa chỉ: Đông Cơ, Tiên Hải, Thái Bình</li> </ul>

## 2.2. Phương pháp thực nghiệm

### 2.2.1. Quy trình đo

Thí nghiệm đo lường nồng độ radon được thực hiện với máy RAD7 và bộ dụng cụ RAD-H<sub>2</sub>O (do Công ti DURRIDGE sản xuất) với quy trình làm việc khép kín. Trong hình 1A: (a) máy RAD7 với màn hình và các phím làm việc, bộ RAD-H<sub>2</sub>O gồm: (b) ống hút âm được dựng đứng trên một chân sắt chuyên dụng, (c) các cốc chứa mẫu nước [10]. Hình 1B là quá trình sục khí.

Hoạt động của hệ thống này như sau: mẫu nước được lấy vào cốc chứa (ở nghiên cứu này, chọn cốc 250 ml) và được lắp đặt như hình 1A. Sau đó, khai báo chế độ đo mẫu nước. Máy bơm khí (có trong RAD7) sẽ sục khí vào cốc đo (hình 1B), đẩy các khí phóng xạ hòa tan trong cốc ra khỏi nước và tạo thành dòng lưu thông khép kín đi qua buồng đo. Máy bơm sẽ dừng sau khi bơm được 5 phút, tiếp đó, RAD7 sẽ xác định nồng độ khí phóng xạ có trong buồng đo.

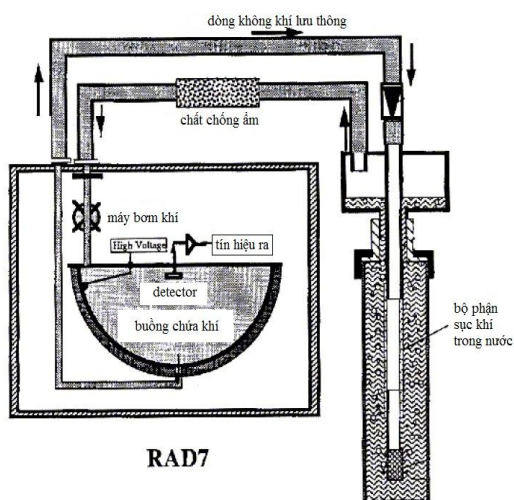


**Hình 1.** Máy RAD7 và bộ dụng cụ RAD-H<sub>2</sub>O

RAD7 xác định nồng độ radon dựa vào việc đo phổ năng lượng tia alpha. Máy bơm đưa dòng khí có chứa radon (đã làm khô bằng ống hút ẩm) vào buồng đo của máy. Detector gắn trong đó sẽ nhận tín hiệu điện do tia alpha đập vào. Bộ xử lí sẽ xác định năng lượng của từng tia alpha, xây dựng phổ năng lượng của chúng và tự động tính toán nồng độ radon. Nồng độ radon (gồm <sup>222</sup>Rn và <sup>220</sup>Rn) được tính toán bằng việc ghi nhận tia alpha phát ra từ con cháu của <sup>222</sup>Rn

(<sup>218</sup>Po (6,00 MeV), <sup>214</sup>Po (7,69 MeV)) và con cháu của <sup>220</sup>Rn (<sup>216</sup>Po (6,78 MeV), <sup>212</sup>Po (8,78 MeV)). [1]

Mỗi mẫu nước được đo trong bốn chu kì, mỗi chu kì 30 phút. Sau khi kết thúc chu trình đo, máy sẽ in ra một báo cáo ngắn bằng máy in hồng ngoại. Báo cáo này cho ta biết kết quả nồng độ radon trong mẫu nước vừa đo với đơn vị Bq/m<sup>3</sup> hoặc pCi/lít (tùy thuộc việc cài đặt đơn vị ban đầu).



**Hình 2.** Sơ đồ cấu tạo máy RAD7 [10]

2.2.2. Cách tính liều hiệu dụng

Để tính liều hiệu dụng hàng năm, ta sử dụng công thức [10]:

$$D_w = C_w * CR_w * Dc_w$$

Trong đó,  $D_w$  là liều hiệu dụng hàng năm (Sv/ năm) do uống phải hạt nhân phóng xạ từ việc tiêu thụ nước,  $C_w$  là nồng độ radon trong nước uống (Bq/lít),  $CR_w$  là lượng nước tiêu thụ hàng năm (lít/năm),  $Dc_w$  là hệ số hấp thụ

chuyển đổi (Sv/Bq). Theo đề nghị của UNSCEAR thì hệ số này là  $5.10^{-9}$  Sv/Bq trong hoạt động ăn uống phải radon cho toàn thân [2, 4, 10], và hệ số này là  $3,5.10^{-9}$  Sv/Bq trong hoạt động ăn uống riêng cho dạ dày. [5, 6]

Qua việc tham khảo một số quốc gia khác trên thế giới, ta thấy lượng nước uống được tiêu thụ hàng năm là khác nhau. Điều này được thể hiện ở bảng 2.

**Bảng 2. Lượng nước uống trung bình của một số quốc gia trên thế giới**

Quốc gia	Sơ sinh (lít/năm)	Trẻ em (lít/năm)	Người lớn (lít/năm)	Tài liệu tham khảo
Áo	250	-	365	[12]
Ấn Độ	-	-	730	[10]
Bangladesh	-	-	803	[2]
Brazil	-	-	730	[7]
Phần Lan	-	-	803	[3]
Việt Nam	?	?	?	chưa có

Ở nghiên cứu này, ta giả định người dân Việt Nam sử dụng nước uống hoàn toàn là nước đóng chai và mỗi người uống 2 lít/ngày hay 730 lít/năm.

**3. Kết quả và thảo luận**

Bảng 3 trình bày kết quả của nghiên cứu này, gồm nồng độ radon trung bình trong các mẫu nước đóng chai, liều hiệu dụng hàng năm tính cho toàn thân và liều hiệu dụng hàng năm tính riêng cho dạ dày.

Qua kết quả đạt được, ta thấy rằng tất cả các loại nước này đều có nồng độ radon nhỏ hơn rất nhiều so với tiêu chuẩn quy định của UNSCEAR, WHO và EPA (11,1 Bq/lít) [2, 10] cũng như liều hiệu dụng nhận được hàng năm cho toàn thân (dao động từ 0,065  $\mu$ Sv/năm đến 1,070  $\mu$ Sv/ năm) luôn dưới mức quy định (EPA

quy định 1000  $\mu$ Sv/năm [2], Ủy ban châu Âu là 100  $\mu$ Sv/năm [12]) và liều hiệu dụng tính riêng cho dạ dày (dao động từ 0,046 đến 0,749  $\mu$ Sv/ năm) cũng thấp hơn rất nhiều với mức trung bình thế giới trong hoạt động ăn uống (2  $\mu$ Sv/năm). [10]

Kết quả nồng độ radon khá thấp này có thể do vài nguyên nhân sau: khi bơm và xử lí nước, một lượng lớn radon đã thất thoát ra bên ngoài (bản thân radon là chất khí nên nó có tính chất khuếch tán); hơn nữa radon có thời gian bán rã khá ngắn ( $^{222}\text{Rn}$  có thời gian bán rã 3,82 ngày;  $^{220}\text{Rn}$  là 55,6 giây) nên trong khoảng thời gian từ khi sản xuất cho đến khi được bày bán trên thị trường, một lượng radon lớn cũng bị phân rã.

**Bảng 3.** Nồng độ radon trung bình, liều hiệu dụng cho toàn thân và dạ dày

STT	Mẫu	Tên mẫu	Nồng độ radon trung bình (Bq/lít)	Liều toàn thân ( $\mu\text{Sv}/\text{năm}$ )	Liều dạ dày ( $\mu\text{Sv}/\text{năm}$ )
1	A	Aquafina	$0,071 \pm 0,051$	$0,260 \pm 0,184$	$0,182 \pm 0,129$
2	B	Awa	$0,031 \pm 0,018$	$0,115 \pm 0,064$	$0,080 \pm 0,045$
3	C	Bidrico	$0,036 \pm 0,028$	$0,130 \pm 0,103$	$0,091 \pm 0,072$
4	D	Cielo	$0,035 \pm 0,039$	$0,128 \pm 0,144$	$0,090 \pm 0,101$
5	E	CoopMart	$0,031 \pm 0,024$	$0,115 \pm 0,086$	$0,080 \pm 0,060$
6	F	Dasani	$0,039 \pm 0,031$	$0,142 \pm 0,112$	$0,100 \pm 0,078$
7	G	Good life	$0,034 \pm 0,026$	$0,126 \pm 0,096$	$0,088 \pm 0,067$
8	H	Green life	$0,033 \pm 0,028$	$0,122 \pm 0,102$	$0,085 \pm 0,072$
9	I	Icy	$0,030 \pm 0,026$	$0,108 \pm 0,095$	$0,076 \pm 0,067$
10	K	I-on life	$0,057 \pm 0,044$	$0,208 \pm 0,161$	$0,145 \pm 0,113$
11	L	Kokochee	$0,026 \pm 0,028$	$0,095 \pm 0,101$	$0,066 \pm 0,071$
12	M	Lavie	$0,086 \pm 0,035$	$0,313 \pm 0,128$	$0,219 \pm 0,089$
13	N	Li-a	$0,028 \pm 0,018$	$0,102 \pm 0,065$	$0,071 \pm 0,046$
14	O	Number 1	$0,041 \pm 0,039$	$0,149 \pm 0,143$	$0,104 \pm 0,100$
15	P	Sakie	$0,020 \pm 0,017$	$0,073 \pm 0,061$	$0,051 \pm 0,043$
16	Q	Sapuwa	$0,136 \pm 0,047$	$0,495 \pm 0,170$	$0,347 \pm 0,119$
17	R	Thạch Bích	$0,018 \pm 0,013$	$0,065 \pm 0,048$	$0,046 \pm 0,033$
18	S	Vĩnh Hảo có ga	$0,293 \pm 0,077$	$1,070 \pm 0,283$	$0,749 \pm 0,198$
19	T	Vĩnh Hảo không ga	$0,083 \pm 0,037$	$0,301 \pm 0,135$	$0,211 \pm 0,095$
20	U	Vital	$0,023 \pm 0,022$	$0,085 \pm 0,079$	$0,060 \pm 0,055$

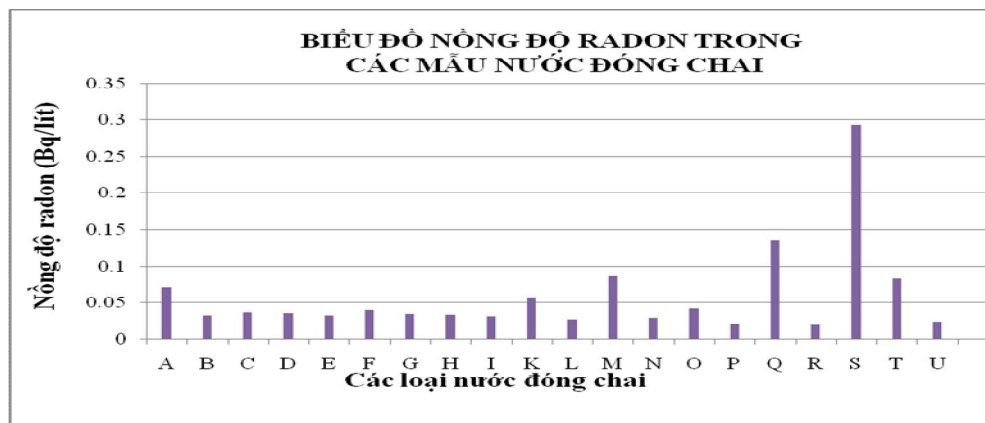
Một vấn đề đặt ra là sai số của nồng độ radon trong các mẫu nước khá lớn. Điều này được giải thích như sau: Máy RAD7 khi đo radon trong nước sẽ làm việc tốt nhất ở khoảng nồng độ radon từ  $30\text{pCi}/\text{lít}$  tới  $10^5\text{pCi}/\text{lít}$  (theo tài liệu kèm theo máy RAD7 – công ti DURRIDGE), tương ứng  $1,11\text{Bq}/\text{lít}$  tới  $3700\text{Bq}/\text{lít}$ . Tất cả các mẫu nước đo được nồng độ dưới từ  $0,018$  đến  $0,293\text{ Bq}/\text{lít}$ , nhỏ hơn rất nhiều so với giới hạn dưới, tức nằm ngoài vùng làm việc tốt nhất của máy nên sai số lớn là tất yếu. Tuy nhiên, vấn đề chính

chúng ta quan tâm là loại nước này khi đến tay người tiêu thụ thì có an toàn về phương diện radon hay không. Một khi nồng độ quá nhỏ, chúng tỏ khả năng ảnh hưởng của radon tới sức khỏe con người không đáng kể thì sai số lớn không còn là điều đáng lo ngại. Một vài nghiên cứu về nồng độ radon trong nước trên thế giới với phương pháp đo tương tự (dùng máy RAD7) cũng cho kết quả và sai số khá tương đồng với nghiên cứu này: khi nồng độ quá thấp (nhất là khi ngoài giới hạn làm việc tốt nhất của máy) thì sai số khá

cao. Cụ thể các nghiên cứu đó là đo nồng độ radon trong nước ngầm ở vùng vịnh sông Varahi and Markandeya thuộc Karnataka State, Ấn Độ [10]; nghiên cứu về lượng radon trong khí đất và nước ngầm để dự đoán động đất ở Tây Bắc dãy

Himalaya, Ấn Độ [8]. Do đó, khả năng sai số lớn do hệ thống đo và phương pháp đo là không có.

Để so sánh nồng độ radon trong 20 loại nước đóng chai được sử dụng trong nghiên cứu này, ta có biểu đồ ở hình 3.



Hình 3. Biểu đồ so sánh nồng độ radon trong các mẫu nước đóng chai

Biểu đồ cho thấy, nồng độ radon trung bình của hãng nước S – Vĩnh Hào có ga (0,293 Bq/ lít) cao hơn so với các hãng nước còn lại. Nồng độ radon nhỏ nhất là hãng R – Thạch Bích (0,018 Bq/ lít).

Loại nước Vĩnh Hào có ga có kết quả nồng độ radon cao nhất khi so sánh với các loại khác vì nguồn Vĩnh Hào là mỏ nước chứa nhiều vi khoáng và nằm sâu trong lòng đất, lượng khoáng hòa tan lớn (2500mg/lít) chứng tỏ đây là loại nước ngầm đi qua vùng địa chất chứa nhiều sa khoáng, nên cuốn theo lượng khoáng lớn đồng thời cuốn theo nhiều nguyên tố phóng xạ có trong khoáng, trong đó có uranium. Điều này giải thích vì sao nồng độ radon của nguồn nước khoáng này sẽ cao.

Cùng là sản phẩm của hãng Vĩnh Hào, nhưng nước khoáng Vĩnh Hào không ga được giảm nhẹ lượng khoáng xuống thấp hơn 450mg/ lít để phù hợp uống hàng ngày nên nồng độ radon thu được khá nhỏ.

#### 4. Kết luận

Kết quả cho thấy, nồng độ radon và liều hiệu dụng hàng năm đều thấp hơn khá nhiều so với một số quy định quốc tế cũng như so với mức trung bình trên toàn thế giới. Qua đó, chúng tôi có thể bước đầu khẳng định 20 loại nước đóng chai của Việt Nam đã nghiên cứu có nồng độ radon nằm trong giới hạn an toàn cho người tiêu dùng.



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vũ Văn Bích (2005), *Nghiên cứu xây dựng quy trình công nghệ xác định riêng biệt radon, thoron trên máy phổ alpha RAD7 nhằm nâng cao hiệu quả điều tra địa chất và nghiên cứu môi trường*, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu Khoa học và Công nghệ, Bộ Tài nguyên và Môi trường – Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam – Liên đoàn Địa chất Xạ hiếm, Hà Nội.
2. M.N.Alam, M.I.Chowdhury, M.Kamal, S.Ghose, M.N.Islam and M.Anwaruddin (1999), “Radiological assessment of drinking water of the Chittagong region of Bangladesh”, *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 8(3), pp. 207–214.
3. A.Auvinen, P.Kurtio, J.Pekkanen, E.Pukkala, T.Ilus and L.Salonen (2002), “Uranium and other natural radionuclides in drinking water and risk of leukemia: a case-cohort study in Finland”, *Cancer Causes and Control*, Vol. 13, pp.825–829.
4. U.C.Evik, N.Damla1, G.Karahan, N.Celebi and A.Kobyal (2006), “Natural radioactivity in tap water of Eastern Black Sea region of Turkey”, *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 118 (1), pp. 88–92.
5. A.O.Mustapha, J.P.Patel and I.V.S.Rathore (2002), “Preliminary report on radon concentration in drinking water and indoor air in Kenya”, *Environmental Geochemistry and Health*, Vol. 24, pp.387–396.
6. J. Nikolov, N. Todorovic, S. Forkapic, I. Bikit and D. Mrdja (2011), “Radon in Drinking Water in Novi Sad, World Academy of Science”, *Engineering and Technology*, Vol. 76, pp.307–310.
7. J.de Oliveira, B.Paci Mazzilli, P.da Costa and P.Akiko Tanigava (2001), “Natural radioactivity in Brazilian bottled mineral waters and consequent doses”, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Vol. 249 (1), pp. 173–176.
8. S. Singh, A. Kumar, B.S. Bajwa, S. Mahajan, V. Kumar1, and S. Dhar (2010), “Radon Monitoring in Soil Gas and Ground Water for Earthquake Prediction Studies in North West Himalayas, India”, *Terr. Atmos. Ocean. Sci.*, Vol. 21(4), p.685-695.
9. K.Skeppstrom and B.Olofsson (2007), "Uranium and radon in ground water, an overview of the problem", *European Water* , Vol. 17, p.51–62.
10. R.K.Somashekar and P.Ravikumar (2010), “Radon concentration in groundwater of Varahi and Markandeya river basins, Karnataka State, India”, *J.Radioanal Nucl. Chem*, Vol. 285, pp.343–351.
11. L.Villalba, M.E.Montero-Cabrera, G.Manjo’n-Collado, L.Colmenero-Sujo, M. Rentería-Villalobos, A.Cano-Jime’nez1, A.Rodríguez-Pineda, I.Da’vila-Rangel, L.Quirino-Torres and E.F.Herrera-Peraza1 (2006), “Natural radioactivity in groundwater and estimates of committed effective dose due to water ingestion in the state of Chihuahua (Mexico)”, *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 121 (2), pp.148–157.
12. G.Wallner and T.Jabbar (2010), “Natural radionuclides in Austrian bottled mineral waters”, *J. Radioanal Nucl. Chem*, Vol. 286, pp.329–334.

(Ngày Tòa soạn nhận được bài: 25-12-2013; ngày phản biện đánh giá: 04-3-2014;  
ngày chấp nhận đăng: 16-5-2014)