

XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG MỘT SỐ NGUYÊN TỐ TRONG MÁU NGƯỜI BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH KÍCH HOẠT NEUTRON DỤNG CỤ TRÊN Lò PHẢN ỨNG ĐÀ LẠT

Nguyễn Văn Hùng

Viện Nghiên cứu hạt nhân, Đà Lạt

(Bài nhận ngày 06 tháng 04 năm 2010, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 14 tháng 04 năm 2011)

TÓM TẮT: Phân tích kích hoạt neutron trên lò phản ứng hạt nhân được ứng dụng rộng rãi để xác định hàm lượng các nguyên tố trong các đối tượng môi trường, sinh học, địa chất, khảo cổ, v.v. Trong bài báo này trình bày việc xác định hàm lượng một số nguyên tố trong máu người bằng phương pháp phân tích kích hoạt neutron dụng cụ trên Lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt kết hợp với việc xử lý kết quả bằng phương pháp k -zero sử dụng chương trình k_0 -Dalat và phương pháp tương đối. 50 mẫu máu người được thu góp chủ yếu từ các đối tượng dân cư ở tỉnh Lâm Đồng, được chuẩn bị, chiếu kích hoạt cùng với các mẫu chuẩn trên kênh khô 7-1 và mâm quay (kênh ướt) của Lò phản ứng. Sau đó chúng được đo trực tiếp trên phổ kế gamma HPGe và số liệu đo được xử lý. Kết quả xác định thực nghiệm về dải hàm lượng và giá trị trung bình của 8 nguyên tố tương ứng là: Na (1,06 - 2,48; $1,71 \pm 0,30$ mg/ml), Cl (1,10 - 3,75; $2,66 \pm 0,71$ mg/ml), Fe (0,26 - 0,72; $0,49 \pm 0,09$ mg/ml), K (0,31 - 1,14; $0,73 \pm 0,15$ mg/ml), Zn (4,55 - 13,97; $8,08 \pm 1,24$ μ g/ml), Rb (2,73 - 7,92; $5,11 \pm 0,86$ μ g/ml), Se (0,04 - 0,18; $0,08 \pm 0,03$ μ g/ml) và Sc (0,22 - 1,61; $0,56 \pm 0,24$ ng/ml). Ngoài ra, hàm lượng natri được xác định bằng phương pháp k -zero (dùng chương trình k_0 -Dalat) và phương pháp tương đối (dùng mẫu chuẩn) cũng được so sánh. Kết quả xác định hàm lượng 8 nguyên tố trong các mẫu máu người được so sánh với những kết quả của các tác giả khác cho thấy phương pháp này là tin cậy, có thể áp dụng thường quy trong việc xác định hàm lượng đa nguyên tố.

Từ khóa: Phân tích kích hoạt neutron dụng cụ (INAA), phương pháp k -zero, chương trình k_0 -Dalat, lò phản ứng hạt nhân.

1. MỞ ĐẦU

Phân tích kích hoạt neutron trên lò phản ứng hạt nhân được ứng dụng rất rộng rãi để xác định hàm lượng các nguyên tố trong các đối tượng khác nhau như môi trường, sinh học, địa chất, khảo cổ, v.v. do có độ nhạy và độ tin cậy cao. Thành phần các nguyên tố trong máu người là đối tượng rất được quan tâm do chúng có liên quan đến chế độ dinh dưỡng và sức

khỏe con người [1]. Ngoài ra, thành phần natri trong máu người còn là đại lượng chỉ thị đối với phép định liều neutron nhiệt trong trường hợp tai nạn sự cố khi đối tượng bị chiếu xạ với nguồn neutron hoạt độ cao [2, 3]. Báo cáo này trình bày việc xác định hàm lượng của 8 nguyên tố trong 50 mẫu máu người được thu góp ở một số vùng của tỉnh Lâm Đồng và một số nơi khác bằng phương pháp phân tích kích hoạt neutron dụng cụ (INAA) trên Lò phản ứng

hạt nhân Đà Lạt. Các mẫu máu sau khi được chuẩn bị, chiếu kích hoạt, rồi đo trên phổ kế gamma dùng detector bán dẫn siêu tinh khiết (HPGe) và xử lý kết quả tính hàm lượng nguyên tố bằng phương pháp k-zero (sử dụng chương trình k₀-Dalat) và phương pháp đo tương đối (sử dụng các mẫu chuẩn) [4, 5].

Chương trình k₀-Dalat được xây dựng tại Viện Nghiên cứu hạt nhân, sử dụng với mục đích là đọc và xử lý phổ gamma, tính các thông số phổ neutron, tính hàm lượng và giới hạn phát hiện cũng như sai số của các nguyên tố quan tâm trong mẫu. Chương trình k₀-Dalat có thể xử lý đồng thời nhiều phổ gamma (≤ 128 phổ) trong cùng một loạt mẫu chiếu xạ một cách tự động, cho kết quả nhanh chóng, không cần phải sử dụng các mẫu chuẩn như trong phương pháp đo tương đối mà chỉ cần sử dụng một lá dò chuẩn (thường dùng lá dò vàng) [4, 5].

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Thu gộp và chuẩn bị mẫu

Thu gộp 50 mẫu máu (với thể tích mỗi mẫu từ 0,5 – 2 ml, được chứa trong lọ thủy tinh sạch và dán nhãn; 21 mẫu máu nam và 29 mẫu máu nữ từ 15 đến 78 tuổi) từ 50 đối tượng dân cư chủ yếu là dân cư tỉnh Lâm Đồng (trong đó có 35 mẫu từ dân cư Tp. Đà Lạt, 3 mẫu từ dân cư huyện Lâm Hà, 6 mẫu từ dân cư huyện Đức Trọng, 1 mẫu từ dân cư huyện Đơn Dương, 1 mẫu từ dân cư huyện Lạc Dương), 1 mẫu từ dân cư Tp. Huế, 1 mẫu từ dân cư tỉnh Đồng Nai, 2 mẫu từ dân cư Tp. Hồ Chí Minh.

Mẫu máu sau khi thu gộp được làm đông khô trên máy đông khô với thời gian khoảng 24 giờ/mẻ, sau đó được nghiền và cân (cân phân tích điện tử có độ chính xác đến 0,1 mg) để tính trọng lượng mẫu khô trên thể tích mẫu (theo mg/ml). Các mẫu sau khi cân (khối lượng mẫu chiếu ngắn và trung khoảng 25-30 mg/mẫu, khối lượng mẫu chiếu dài khoảng 40-50 mg/mẫu) được chứa trong túi nilon sạch với kích thước cỡ 2×2 cm²/túi. Các mẫu chuẩn cũng được chuẩn bị tương tự như mẫu phân tích [6].

Các mẫu phân tích, mẫu chuẩn và lá dò vàng được đưa vào container chiếu xạ chuyên dụng (Dùng ống chiếu bằng nhựa cho chiếu ngắn và chiếu trung, và dùng container bằng nhôm cho chiếu dài). Ở đây sử dụng 3 mẫu chuẩn của IAEA là A-13 (Animal blood), V-10 (Powder), SRM-1547 (Peach leaves) và lá dò chuẩn vàng (Au) [7, 8].

2.2. Chiếu kích hoạt, đo và xử lý mẫu

Các mẫu máu đã chuẩn bị cùng với mẫu chuẩn được chiếu đồng thời trên Lò phản ứng. Tùy theo chu kỳ bán rã của các nguyên tố quan tâm mà chọn thời gian chiếu, rã, đo thích hợp. Thí nghiệm này thực hiện phép chiếu ngắn 5 phút kèm mẫu chuẩn SRM-1547, chiếu trung 10 phút kèm mẫu chuẩn A-13 tại kênh khô 7-1 (với thông lượng neutron nhiệt $4,5.10^{12}$ n/cm².giây); chiếu dài 10 giờ kèm mẫu chuẩn A-13 và V-10 tại mâm quay (với thông lượng neutron nhiệt $4,3.10^{12}$ n/cm².giây) của Lò phản ứng tại công suất 500 kW. Chế độ chiếu - rã - đo được nêu trong Bảng 1 [9, 10]. Do một số khó khăn về thời gian và thiết bị đo nên trong

phép chiếu dài chỉ đo được 1 lần với thời gian 30 phút/mẫu. Khi đo phổ gamma của mẫu chiếu trung 10 phút, chúng tôi nhận thấy cường độ tại đỉnh năng lượng 1368,6 keV của ^{24}Na trong mẫu rất lớn, không thể tính hàm lượng natri trong máu dựa vào mẫu chuẩn SRM-1547. Vì vậy, chúng tôi đã chiếu mẫu đợt 2 với thời gian chiếu mẫu là 5 phút, để 15 giờ rồi mới đo thành phần natri.

Sau khi chiếu xạ, các mẫu chiếu ngắn, chiếu trung và mẫu chuẩn đo trực tiếp trên phổ kế gamma dùng detector HPGe loại GMX-3090 (ghi nhận phổ gamma bằng phần mềm Genie-2000) đặt tại khoảng cách 12,1 cm so với bề mặt detector. Các mẫu chiếu dài và chuẩn được đo trực tiếp trên phổ kế gamma HPGe phong thấp Canberra (ghi nhận phổ gamma bằng phần mềm Aptec) đặt tại vị trí sát

bề mặt detector [9, 10, 11]. Các phổ gamma của mẫu chiếu trung được đưa vào chương trình k_0 -Dalat để xử lý [4, 5].

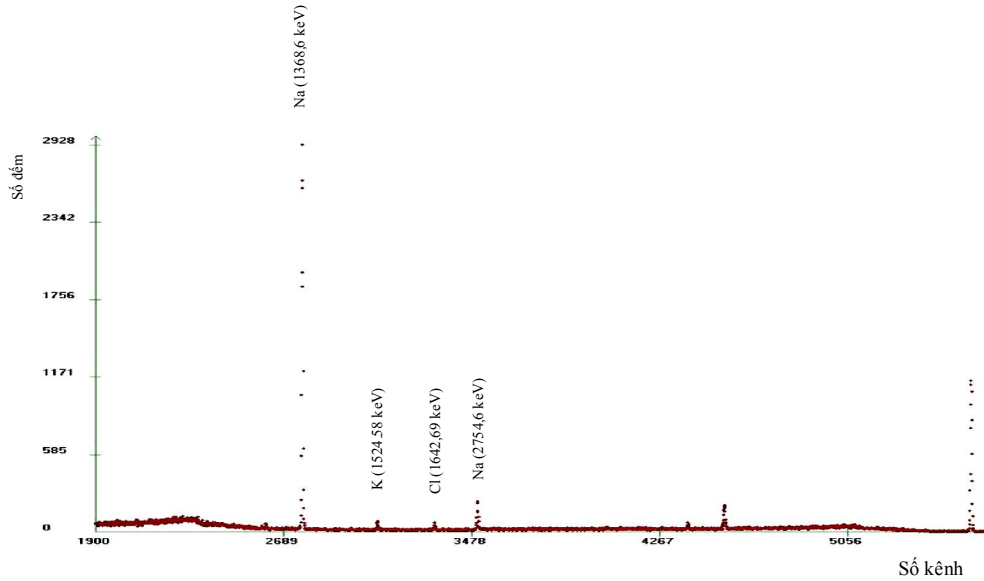
Do điều kiện thiết bị và để thời gian rã quá dài (15 giờ) nên phổ gamma của các mẫu chiếu ngắn thu được sau khi đo chỉ chứa các đỉnh năng lượng của đồng vị ^{24}Na . Đo phổ gamma của các mẫu chiếu trung 10 phút đối với các đỉnh năng lượng của đồng vị ^{24}Na , ^{37}Cl và ^{42}K . Đo phổ gamma của các mẫu chiếu dài 10 giờ đối với các đỉnh năng lượng của đồng vị ^{82}Br , ^{59}Fe , ^{65}Zn , ^{75}Se , ^{46}Sc , ^{47}Ca , ^{60}Co , ^{203}Hg , ^{51}Cr và ^{86}Rb . Do các đỉnh năng lượng của đồng vị ^{82}Br , ^{47}Ca , ^{60}Co , ^{203}Hg và ^{51}Cr có cường độ rất yếu (bởi vì không có điều kiện đo mẫu sau thời gian rã khoảng một tuần), nên trong phạm vi báo cáo này không tính hàm lượng các nguyên tố này.

Bảng 1. Chế độ chiếu - rã - đo đối với các mẫu máu.

| Chế độ chiếu kích hoạt | Thời gian chiếu | Thời gian rã | Thời gian đo | Nhân đo được |
|------------------------|-----------------|--------------|--------------|--|
| Chiếu ngắn (Kênh 7-1) | 5 phút | 15 giờ | 200 giây | ^{24}Na |
| Chiếu trung (Kênh 7-1) | 10 phút | 4 giờ | 120 giây | ^{24}Na , ^{37}Cl , ^{42}K . |
| Chiếu dài (Mâm quay) | 10 giờ | 2 tuần | 30 phút | ^{59}Fe , ^{65}Zn , ^{75}Se , ^{46}Sc , ^{86}Rb |

Hàm lượng natri được xác định theo phương pháp k-zero (chương trình k_0 -Dalat) và phương pháp tương đối (dựa theo mẫu chuẩn A-13). Hàm lượng của clo được xác định theo chương trình k_0 -Dalat. Hàm lượng của các nguyên tố K, Rb, Se, Fe, Zn và Sc được xác định theo phương pháp tương đối như sau:

nguyên tố K dựa vào mẫu chuẩn SRM-1547; các nguyên tố Rb, Se, Fe và Zn dựa vào mẫu chuẩn A-13; và nguyên tố Sc dựa vào mẫu chuẩn V-10. Một phổ gamma điển hình của mẫu máu chiếu trung 10 phút được trình bày trên Hình 1.

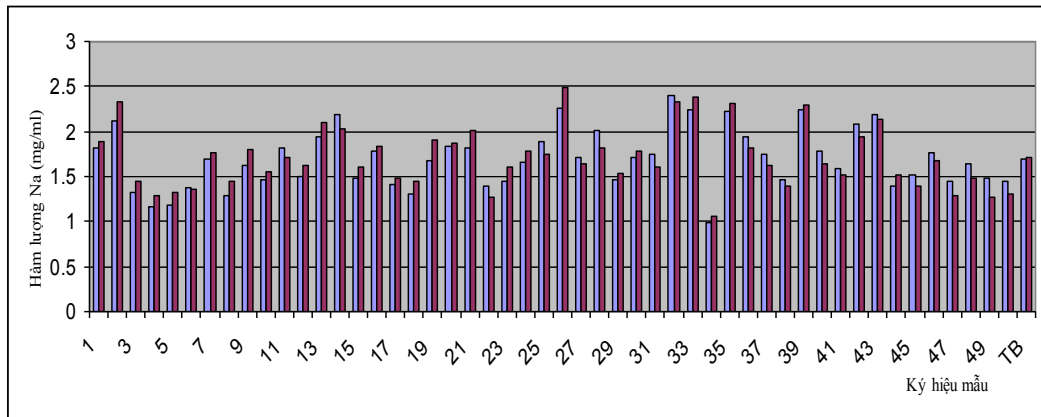


Hình 1. Phổ gamma điển hình của mẫu máu chiếu trung (10 phút).

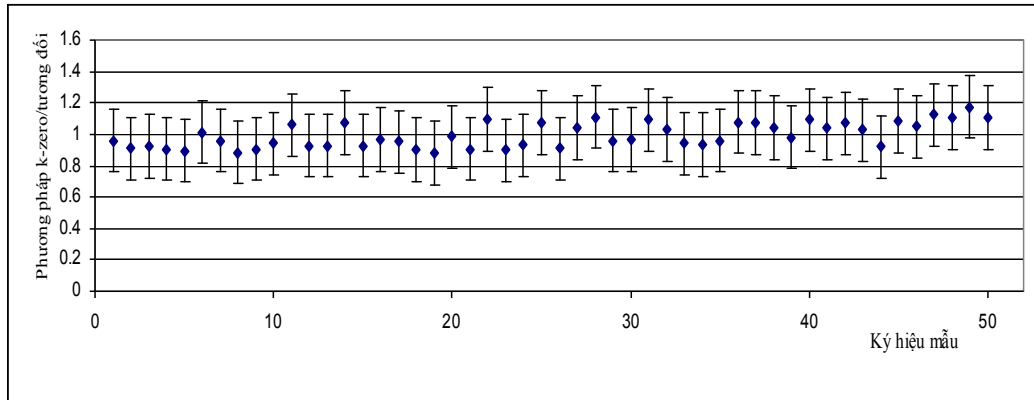
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Đồ thị so sánh kết quả xác định hàm lượng natri bên theo phương pháp k-zero (chương trình k₀-Dalat) và phương pháp tương đối (theo

mẫu chuẩn A-13) được trình bày trên Hình 2 và 3. Kết quả này cho thấy sự tương đương khi sử dụng phương pháp k-zero và phương pháp tương đối, và độ lệch về kết quả xác định hàm lượng nguyên tố là không quá 5%.



Hình 2. Đồ thị so sánh các giá trị hàm lượng natri đo được trong 50 mẫu máu sử dụng phương pháp k-zero (■) và phương pháp tương đối (■).



Hình 3. Đồ thị biểu diễn tỉ số tính hàm lượng natri theo phương pháp k-zero và phương pháp tương đối trong 50 mẫu máu.

Dải hàm lượng và giá trị trung bình của 8 nguyên tố đo được trong 50 máu người được nêu trong Bảng 2.

Bảng 2. So sánh dải hàm lượng và giá trị trung bình của 8 nguyên tố trong 50 mẫu máu.

| TT | Nguyên tố | Đơn vị đo | Dải hàm lượng | Giá trị trung bình | Theo các tài liệu khác | |
|----|-----------|------------------|---------------|--------------------|--|--------------------------|
| | | | | | Giá trị trung bình | Tài liệu |
| 1 | Na | mg/ml | 1,06 - 2,48 | $1,71 \pm 0,30$ | 1,98 1,90 $1,55 \pm 0,36$ | [10] [3] [12] |
| 2 | Cl | mg/ml | 1,10 - 3,75 | $2,66 \pm 0,71$ | 2,80 | [13] |
| 3 | Fe | mg/ml | 0,26 - 0,72 | $0,49 \pm 0,09$ | 0,45 $0,51 \pm 0,06$ $0,55 \pm 0,08$ | [10] [13, 14] [12] |
| 4 | K | mg/ml | 0,31 - 1,14 | $0,73 \pm 0,15$ | $0,22 \pm 0,02$ | [14] |
| 5 | Zn | $\mu\text{g/ml}$ | 4,55 - 13,97 | $8,08 \pm 1,24$ | 7,60 7,00 | [10] [15] |
| 6 | Rb | $\mu\text{g/ml}$ | 2,73 - 7,92 | $5,11 \pm 0,86$ | $4,2 \pm 0,5$ | [12] |
| 7 | Se | $\mu\text{g/ml}$ | 0,04 - 0,18 | $0,08 \pm 0,03$ | 0,07 | [9] |
| 8 | Sc | ng/ml | 0,22 - 1,61 | $0,56 \pm 0,24$ | $2,6 \pm 0,7$ | [12] |

Từ Bảng 2 thấy rằng: Dải hàm lượng của natri đo được trong 50 mẫu máu người là 1,06 -

2,48 mg Na/ml máu, tương ứng với giá trị trung bình là 1,71 mg Na/ml; trong đó đối với

35 mẫu máu của cư dân Tp. Đà Lạt thì giá trị trung bình là 1,69 mg Na/ml và của 6 dân cư huyện Đức Trọng là 1,70 mg Na/ml. Đối với cư dân sống ở các vùng gần Tp. Đà Lạt thì hàm lượng natri trung bình trong máu cũng không chênh lệch nhiều so với hàm lượng natri trung bình trong máu của cư dân Tp. Đà Lạt và huyện Đức Trọng. Riêng đối với 4 mẫu máu còn lại của cư dân sống ở các tỉnh ngoài tỉnh Lâm Đồng thì hàm lượng natri trung bình trong máu của 4 cư dân này là thấp hơn nhưng không đáng kể so với cư dân sống ở tỉnh Lâm Đồng. Kết quả thực nghiệm cho thấy, hàm lượng natri trong máu của các đối tượng khác nhau là khác nhau. Do số lượng mẫu được thu góp còn ít nên chưa thấy quy luật nào về hàm lượng natri trong máu người phụ thuộc theo độ tuổi và giới tính.

Từ Bảng 2 cũng nhận thấy: Các giá trị hàm lượng của các nguyên tố có trong máu người như Na, Cl, Fe và K nằm trong dải rộng và có giá trị lớn (mg/ml) so với các giá trị hàm lượng của các nguyên tố Zn, Se, Sc và Rb từ ng/ml (như Sc) đến $\mu\text{g/ml}$ (như Zn, Se và Rb). Kết quả thực nghiệm được so sánh với kết quả từ các tài liệu khác cho thấy: Dải hàm lượng và giá trị trung bình của các nguyên tố như Na, Cl, Fe, Zn, Se và Rb đều phù hợp với các giá trị trong các tài liệu khác [3, 10, 12, 13, 14, 15]. Riêng hàm lượng của K cao hơn 3,3 lần so với kết quả trong [14], còn hàm lượng của Sc chỉ bằng 0,22 lần so với kết quả trong [12] - Điều

này cần được nghiên cứu thêm với số mẫu máu thu góp nhiều hơn.

4. KẾT LUẬN

Báo cáo trình bày việc xác định hàm lượng của 8 nguyên tố có trong 50 mẫu máu người được thu góp chủ yếu ở một số vùng của tỉnh Lâm Đồng bằng phương pháp phân tích kích hoạt neutron dụng cụ trên Lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt và xử lý kết quả bằng phương pháp k-zero sử dụng chương trình k_0 -Dalat và phương pháp tương đối sử dụng các nguồn chuẩn. Kết quả thực nghiệm về hàm lượng natri được so sánh giữa hai phương pháp cho thấy chúng tương đương nhau, nhưng phương pháp k-zero cho kết quả tự động và nhanh chóng hơn so với phương pháp đo tương đối (xử lý phổ gamma bằng tay). Kết quả đo thực nghiệm về hàm lượng của 8 nguyên tố (như Na, Cl, Fe, K, Zn, Rb, Se và Sc) đã được so sánh với kết quả trong các tài liệu khác cho thấy, về cơ bản, chúng phù hợp nhau và nằm trong phạm vi sai số. Điều này chứng tỏ phương pháp phân tích kích hoạt neutron trên Lò phản ứng hạt nhân sử dụng phương pháp k-zero có nhiều ưu điểm là cho kết quả nhanh chóng và tin cậy. Hiện nay, phương pháp này đang được sử dụng thường quy để xác định hàm lượng các nguyên tố trong các đối tượng môi trường, sinh học, địa chất, khảo cổ, dầu khí, v.v. tại Viện Nghiên cứu hạt nhân.

**DETERMINATION OF CONTENT OF SOME ELEMENTS IN THE HUMAN BLOOD
BY METHOD OF INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS USING
DALAT NUCLEAR REACTOR**

Nguyen Van Hung

Nuclear Research Institute, Dalat city

ABSTRACT: Neutron activation analysis using nuclear reactor has been used widely to determine of content of elements in environment, biology, geology, archaeology, etc. In this report, determination of content of some elements in the human blood by method of instrumental neutron activation analysis using Dalat nuclear reactor coupled with processing of results by k -zero method (using k_0 -Dalat code) and by relative one (using standard samples) is presented. 50 samples of the human blood are mainly collected from public objects in Lamdong province. They are prepared and activated together with the standard samples at the dry channel No. 7-1 and the rotary specimen rack (wet channel) of the reactor. Then they are directly measured by the HPGe gamma spectrometer and the measured data are processed. The experimental results for determination of ranges of contents and average values for 8 elements respectively are Na (1.06 - 2.48; 1.71 ± 0.30 mg/ml), Cl (1.10 - 3.75; 2.66 ± 0.71 mg/ml), Fe (0.26 - 0.72; 0.49 ± 0.09 mg/ml), K (0.31 - 1.14; 0.73 ± 0.15 mg/ml), Zn (4.55 - 13.97; 8.08 ± 1.24 μ g/ml), Rb (2.73 - 7.92; 5.11 ± 0.86 μ g/ml), Se (0.04 - 0.18; 0.08 ± 0.03 μ g/ml) and Sc (0.22 - 1.61; 0.56 ± 0.24 ng/ml). Besides, content of sodium to be determined by the k -zero method and the relative one are compared also. The results for determination of contents of 8 elements in the human samples to be compared with those of other authors are shown that this method has had confidence, and it could be applied routinely in determination of contents of multi-elements.

Keywords: Instrumental neutron activation analysis (INAA), k -zero method, k_0 -Dalat code, nuclear reactor.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. IAEA, *Elemental analysis of biological material*, Technical reports Series No. 197, Vienna, Austria (1980).
- [2]. Dale E. Hankins, *Dosimetry of criticality accidents using activations of the blood and hair*, Vol. 38 (April), (1980) pp. 529-541.
- [3]. IAEA, *Dosimetry for criticality accidents*, A manual, Technical reports series No. 211, Vienna, Austria (1982).
- [4]. Hồ Mạnh Dũng, *Nghiên cứu phát triển phương pháp k -zero trong phân tích kích hoạt neutron lò phản ứng hạt nhân cho xác định đa nguyên tố*, Luận án tiến sĩ, trường Đại học KHTN Tp. HCM (2002).
- [5]. Hồ Mạnh Dũng và cộng sự, *Xác định các nguyên tố độc và vết trong tóc người và*

- trầm tích bằng kỹ thuật phân tích kích hoạt neutron lò phản ứng dựa trên phương pháp k-zero*, Báo cáo kết quả thực hiện đề tài khoa học cấp Cơ sở năm 2003, Viện NLNTVN (2004).
- [6]. R. Cornelis et al, *Sample collection guidelines for trace elements in blood and urine*, Great Britain (1995).
- [7]. IAEA, *AQCS Catalogue for reference materials and intercomparison exercises 1998/1999*, Vienna, Austria (1998).
- [8]. IAEA, *Analytical Quality Control Services – Reference materials catalogue 2000-2001*, Vienna, Austria (May, 2000).
- [9]. IAEA, *Nuclear activation techniques in the life sciences*, Proceedings of a symposium, Bled, Vienna, Austria (1972).
- [10]. IAEA, *Nuclear activation techniques in the life sciences*, Proceedings of a symposium, Amsterdam, Austria (1967).
- [11]. M. Noguchi, *Gamma ray spectrometry with a Ge detector*, Lecture for the training course to be held from 29 Jan. to 9 Feb. 2007 at Nuclear Research Institute in Dalat city, NuTEC/JAEA (2005).
- [12]. C. E. Trindade et al, *Comparative study between trace element concentrations in human whole blood and serum samples*, Brazil (2007).
- [13]. Nguyễn Thế Khánh và cộng sự, *Hóa nghiệm sử dụng trong lâm sàng*, Nhà xuất bản Y học, Hà Nội (1990).
- [14]. Nguyễn Tấn Gi Trọng và cộng sự, *Hàng số sinh học người Việt Nam*, Nhà xuất bản Y học, Hà Nội (1975).
- [15]. R. Delon Hull et al, *Elements in blood or tissue*, Method 8005, Issue 2, NIOSH/DBBS, USA (15 Aug. 1994).