

**NGHIÊN CỨU SẢN XUẤT ĐỒNG VỊ PHÓNG XẠ ^{177}Lu
TRÊN Lò PHẢN ỨNG HẠT NHÂN ĐÀ LẠT
VÀ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG ĐỒNG VỊ NÀY TRONG Y TẾ
PHẦN 1. NGHIÊN CỨU SẢN XUẤT ĐỒNG VỊ ^{177}Lu TRÊN Lò
PHẢN ỨNG HẠT NHÂN ĐÀ LẠT**

Đến tòa soạn 31 – 3 – 2015

**Nguyễn Ngọc Tuấn, Dương Văn Đông, Bùi Văn Cường,
Phạm Thành Minh, Nguyễn Thị Hằng**

SUMMARY

**STUDY ON PRODUCTION OF ^{177}Lu FOR MEDICAL PURPOSES AT
DALAT NUCLEAR RESEARCH REACTOR
PART 1. STUDY ON PRODUCTION OF ^{177}Lu AT DALAT
NUCLEAR RESEARCH REACTOR**

Dalat Nuclear Research Reactor is a low power reactor with 500MW. Its neutron flux at neutron trap is $2.10^{13}\text{n/cm}^2.\text{sec}$.

Study on production of ^{177}Lu radioisotope for medical application has been carried out during 2012-2014 in Dalat Nuclear Research Reactor.

The obtained analytical results shows that ^{177}Lu radioisotope can be produced by irradiation of target ^{176}Lu enriched to 2,59% at Dalat Nuclear Research Reactor with the following reaction $^{176}\text{Lu} (n,\gamma) ^{177}\text{Lu}$. The radioactivity of ^{177}Lu obtained by using this procedure is 39,59 Ci/g; meanwhile the radioactivity of ^{177}Lu produced by irradiation of target ^{176}Yb enriched to 97,1% at Dalat Nuclear Research Reactor with the following reaction $^{176}\text{Yb}(n,\gamma) ^{177}\text{Yb} \rightarrow ^{177}\text{Lu} + \beta^-$ is very low, 15mCi/50mg. Therefore, it cannot be applied to medical purposes. The yield of separation of ^{177}Lu from ^{177}Yb is approximately 70%.

1. MỞ ĐẦU

Lu-177 là đồng vị phóng xạ được ứng dụng rất có hiệu quả trong điều trị nhắm đích do có chu kỳ bán rã ngắn (6,7 ngày) và năng lượng phát bức xạ beta rất thích hợp trong

việc điều trị các khối u [1, 2]. Đồng vị ^{177}Lu được điều chế bằng hai cách:

- Cách thứ nhất: Chiếu xạ ^{176}Lu trên lò phản ứng hạt nhân theo phản ứng sau: $^{176}\text{Lu} (n,\gamma) ^{177}\text{Lu}$; trong đó ^{176}Lu tự nhiên có độ phổ

biến là 2,59%; tiết diện bắt neutron của phản ứng là 2050barn. Trong phản ứng này, bia đem chiếu xạ dưới dạng $^{176}\text{Lu}_2\text{O}_3$, sản phẩm là đồng vị ^{177}Lu phát bức xạ beta với năng lượng cực đại 497 keV chiếm 78,8%, năng lượng trung bình 149keV; phát bức xạ gamma với các đỉnh 113, 208, 250 và 321 keV, trong đó đỉnh 208 keV có hiệu suất phát cao nhất là 11% [1, 2].

- Cách thứ hai: Chiếu xạ ^{176}Yb trên lò phản ứng hạt nhân; phản ứng tạo thành ^{177}Lu như sau:

$^{176}\text{Yb}(n,\gamma) ^{177}\text{Yb} \rightarrow ^{177}\text{Lu} + \beta^-$; tiết diện của phản ứng là 5,5 barn

Tuy sản phẩm ^{177}Lu tạo thành không có chất mang, rất thích hợp cho việc đánh dấu, nhưng do tiết diện bắt neutron khá nhỏ nên sản phẩm tạo thành có hoạt độ phóng xạ không cao như cách thứ nhất [2, 3].

Trong công trình này, chúng tôi giới thiệu kết quả nghiên cứu điều chế ^{177}Lu trên lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt (loại lò có công suất thấp) bằng hai cách trên.

2. THIẾT BỊ, DỤNG CỤ VÀ HÓA CHẤT

2.1. Thiết bị:

- Lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt có công suất danh định 500kW, thông lượng neutron tại bể chiếu (kênh 1-4) là $\Phi = 2 \times 10^{13} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{s}$.
- Máy đo hoạt độ phóng xạ liều cao Capintec của Mỹ, dải đo từ 0,001-80.000mCi
- Máy đo hoạt độ phóng xạ, CR- 127, Capintec và ISOMED 2000, Mỹ
- Hệ phổ kế gamma đa kênh của hãng Ortec, Mỹ
- Bếp đun khuấy từ của Cộng hòa Liên bang Đức

- Máy sắc ký lỏng cao áp (HPLC) của hãng Shimadzu, Nhật Bản

2.2. Dụng cụ

- Container nhôm hình trụ; độ dài: 23,6cm; đường kính trong: 2,2cm; đường kính ngoài: 2,6cm
- Ampule thạch anh có đường kính trong: 0,6cm; đường kính ngoài: 0,8cm, dài 2,5cm
- Các loại cốc thủy tinh chịu nhiệt: 50mL, 100 mL, 250mL; bình định mức 50mL, 100mL; pipete, micropipet đều của cộng hòa Liên bang Đức.
- Cột trao đổi ion bằng thủy tinh của Đức; đường kính trong 1cm, dài 30 cm; cột C18

2.3. Hóa chất:

- Lu_2O_3 có độ giàu đồng vị ^{176}Lu là 2,59%, độ sạch hóa học là 99,99% của hãng Sigma-Aldrich, Mỹ
- Yb_2O_3 có độ giàu đồng vị ^{176}Y là 97,1%, độ sạch hóa học là 99,99% của hãng Sigma-Aldrich, Mỹ
- Nhựa trao đổi ion Dowex-50X8, 200-400mesh được nhập khẩu từ Công ty Hóa chất Dow, Mỹ
- Axit HCl đặc của hãng Merck, cộng hòa Liên bang Đức
- Các hóa chất và dung môi khác phục vụ cho quá trình tách Lu ra khỏi bia Yb sau chiếu xạ

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Tính hoạt độ phóng xạ ^{177}Lu tạo thành từ bia ^{176}Lu được chiếu xạ trên lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt.

Theo phương trình[4]:

$$A_1(\tau) = \frac{6.023 \cdot 10^{23} \cdot \phi \cdot \sigma_{ac} \cdot G \cdot g}{100 \cdot M} \left[1 - e^{-\frac{0.693}{T_1} \tau} \right]$$

Trong đó:

- A_1 : Hoạt độ phóng xạ của đồng vị cần xác định
- Φ : Là thông lượng neutron tại vị trí chiếu mẫu
- σ_{ac} : Tiết diện hoạt hoá (barn)
- G : Độ phổ biến đồng vị (%)
- g : Khối lượng mẫu chiếu (g) $1\mu g = 10^{-6} \text{ gram}$
- M : Khối lượng nguyên tử (g) của đồng vị cần điều chế
- T_1 : Thời gian bán rã (giây) của đồng vị tạo thành

$$A_2(\tau) = \frac{6.023 \cdot 10^{23} \cdot \phi \cdot \sigma_{ac} \cdot G \cdot g}{100 \cdot M} \left[K \left(1 - e^{-\frac{0.693}{T_1} \tau} \right) e^{-\frac{0.693}{T_1} t} + F \left(1 - e^{-\frac{0.693}{T_2} \tau} \right) e^{-\frac{0.693}{T_2} t} \right]$$

$$K = x \frac{T_1}{T_1 - T_2}$$

$$F = x \left(1 - \frac{T_1}{T_1 - T_2} \right)$$

Trong đó:

Φ : Thông lượng neutron ($\Phi = 2 \times 10^{13} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) (Thông lượng của lò Đà Lạt)

σ_{ac} : Tiết diện kích hoạt ^{176}Yb tính bằng; (barn = 10^{-24} cm^2) = $5,5 \times 10^{-24} \text{ cm}^2$ (tiết diện neutron của phản ứng $^{176}\text{Yb}(n, \gamma)^{177}\text{Yb}$)

G : Độ giàu hay độ phổ biến đồng vị ^{176}Yb

g : Khối lượng mẫu chiếu ($1 \mu g = 10^{-6} \text{ gram}$);

M : Trọng lượng nguyên tử của Yb.

T_1 : Thời gian bán rã của ^{177}Yb là $1,91 \text{ h} \times 3600 \text{ s} = 6876 \text{ s}$

T_2 : Thời gian bán rã của ^{177}Lu là $6,7 \text{ d} \times 24 \text{ h} \times 3600 \text{ s} = 5,788 \times 10^5 \text{ s}$

τ : Thời gian chiếu xạ neutron

t : Thời gian làm nguội, ở đây chỉ tính hoạt độ ngay sau khi lò dừng nên $t=0$, do đó các hệ số $e^0=1$ được loại trừ trong các tích số ở công thức trên.

- t : Thời gian chiếu

- $6,023 \times 10^{23}$: Số Avogadro

3.2. Tính hoạt độ phóng xạ ^{177}Lu tạo thành từ bia ^{176}Yb được chiếu xạ trên lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt.

Phản ứng: $^{176}\text{Yb}(n, \gamma)^{177}\text{Yb}$ ($T_1 \frac{1}{2} = 1,911 \text{ h}$) $\rightarrow$ ^{177}Lu ($T_2 \frac{1}{2} = 6,7 \text{ d}$); sau thời gian chiếu xạ τ hoạt độ phóng xạ của đồng vị ^{177}Lu được tính như sau [4]:

x : Tỷ lệ phân nhánh dẫn tới hình thành nguyên tố con (được liệt kê trong bảng phân rã)

Từ 2 công thức trên và các thông số của bia chiếu xạ ^{176}Lu và ^{176}Yb , dễ dàng tính được hoạt độ phóng xạ của đồng vị phóng xạ ^{177}Lu tạo thành. Như vậy, theo lý thuyết, nếu chiếu 1 gam

^{176}Lu có độ giàu 2,59%, tiết diện bắt neutron là 2050 barn, tại bể neutron có thông lượng

$\Phi = 2.10^{13} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{sec}$ trong thời gian 108 giờ sẽ nhận được hoạt độ phóng xạ của sản phẩm tạo thành $^{177}\text{Lu} = 42 \text{ mCi/g}$

Nếu chiếu 1 g ^{176}Yb có độ giàu 12,76%, tiết diện bắt neutron là 5,5 barn tại bể neutron có thông lượng $\Phi = 2.10^{13} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{sec}$, trong thời gian 108 giờ sẽ nhận được hoạt độ phóng

xạ của sản phẩm tạo thành ^{177}Lu = 216mCi/g.

Nếu chiếu 1g ^{176}Yb có độ giàu 97,1 %, tiết diện bắt neutron là 5,5barn tại bể neutron có thông lượng $\Phi = 2.10^{13} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{sec}$, trong thời gian 108 giờ sẽ nhận được hoạt độ phóng xạ của sản phẩm tạo thành ^{177}Lu = 1628mCi/g.

Nhận xét: Từ kết quả tính toán, có thể nhận thấy rằng khi chiếu ^{176}Yb có độ giàu 12,76% trên lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt (Loại lò có công suất nhỏ), sản phẩm ^{177}Lu thu được có hoạt độ rất thấp, không đủ để ứng dụng trong y tế. Vì vậy, trong các nghiên cứu tiếp theo, chúng tôi tập trung vào việc chiếu xạ ^{176}Lu có độ giàu 2,59% và ^{176}Yb có độ giàu 97,1 %.

4. ĐIỀU CHẾ ^{177}Lu BẰNG VIỆC CHIẾU XẠ ^{176}Lu CÓ ĐỘ GIÀU 2,59% VÀ ^{176}Yb CÓ ĐỘ GIÀU 97,1 %.

4.1. Điều chế ^{177}Lu từ bia chiếu xạ ^{176}Lu có độ giàu 2,59% trên lò phản ứng Đà Lạt.

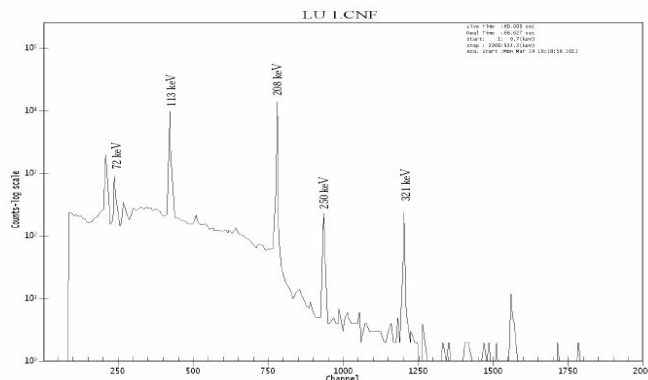
Cân chính xác 0,3950g Lu (tính theo Lu_2O_3) cho vào ampule thủy tinh thạch anh, hàn kín; cho ampule vào container nhôm; chiếu xạ trên lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt có công suất 500kW, thông lượng neutron $2.10^{13} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{s}$, thời gian chiếu 108 giờ. Để

nguội khoảng 30 giờ cho một số hạt nhân phóng xạ phụ có thời gian sống ngắn như $^{176\text{m}}\text{Lu}$ ($T_{1/2} = 3,7\text{h}$) rã hết. Sau thời gian làm nguội, bia Lu_2O_3 được chuyển vào box chuyên dụng, (có che chắn bức xạ bằng gạch chì và kính chì, có thông gió và lọc khí)

Bia chiếu xạ được hoà tan bằng 8mL acid HCl 8M và 5mL H_2O_2 30% trong bình cầu 3 cổ có gắn sinh hàn hồi lưu và đun trên bếp khuấy từ trong vòng 2-4 giờ. Sau khi bia tan hoàn toàn, tiếp tục cô cạn bằng cách cho bay hơi đến khi chỉ còn bã màu trắng, để nguội. Tái hòa tan bằng 5ml HCl 0,05M, như vậy sẽ thu được $^{177}\text{LuCl}_3$. Sản phẩm được lọc qua phin lọc milipore 0,22 μm để làm dung dịch gốc và thực hiện các thí nghiệm tiếp theo [1, 2].

Từ dung dịch gốc dùng micropipete lấy 100 μl pha loãng thành 10ml (dd-I), sau đó pha loãng thêm một lần nữa bằng các lấy 100 μl dd-I pha loãng thành 10ml (dd-II)

Lấy 3 μl dung dịch thấm lên giấy lọc, để khô tự nhiên; sau đó, đo hoạt độ phóng xạ trên Hệ phổ kế gamma đa kênh DSPEC ORTEC detector HPGE, hiệu suất ghi tương đối 58%, độ phân giải năng lượng 1,9keV. Kết quả thu được ở hình 1.



Hình 1: Phổ của ^{177}Lu trong mẫu

Kết quả đo 3 mẫu làm như trên được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Kết quả xác định hoạt độ phóng xạ của ^{177}Lu

Mẫu Lu-177 (1)	T.gian đo 1phút= 60sec
Số đếm	36480 (113keV)
Hoạt độ thời điểm đo	$2194979 = 2,19\text{E}+06 \text{ Bq}$
Số đếm	53921 (208 keV)
Hoạt độ thời điểm đo	$2440948 = 2,44\text{E}+06 \text{ Bq}$
Mẫu Lu-177 (2)	Tgian đo 1phút= 60sec
Số đếm	37968 (113keV)
Hoạt độ thời điểm đo	$2284511 = 2,28\text{E}+06 \text{ Bq}$
Số đếm	56297 (208keV)
Hoạt độ thời điểm đo	$2548507 = 2,55\text{E}+06 \text{ Bq}$
Mẫu Lu-177 (3)	Tgian đo 1phút= 60sec
Số đếm	41949 (113keV)
Hoạt độ thời điểm đo	$2524045 = 2,52\text{E}+06 \text{ Bq}$
Số đếm	61929 (208 keV)
Hoạt độ thời điểm đo	$2803462 = 2,80\text{E}+06 \text{ Bq}$

Tính hoạt độ phóng xạ ở 208 keV (đỉnh năng lượng cao nhất) cho kết quả như sau:

- Hoạt độ trung bình = $2,5966 \times 10^6 \text{ Bq}$
- Số lượng: 3μl dung dịch gốc đã pha loãng 100 lần
- Thời gian làm nguội là 67 giờ
- Hệ số phân rã của ^{177}Lu tại thời điểm 67 giờ là 0,7481
- Hoạt độ thực là:

$$\frac{2,5966 \times 10^6 \times 10^2 \times 5 \times 10^3}{39,56} = 15,63 \text{ Ci}/0,395\text{g}$$

$$\text{Lu} = 39,56\text{Ci/g hay } 39,56\text{mCi/mg}$$

$$3 \times 0,7481 \times 3,7 \times 10^{10}$$

Kết quả tính toán từ số liệu đo được ở trên cho tổng hoạt độ phóng xạ của ^{177}Lu trong mẫu là: 39,56mCi/mgLu

Kết quả nhận được trong Bảng 1 cho thấy: Hoạt độ thực thấp hơn hoạt độ tính toán theo lý thuyết. Điều này hoàn toàn phù hợp bởi lẽ kết quả tính toán lý thuyết là điều kiện lý tưởng, trong khi thực tế sản xuất còn phụ thuộc rất nhiều thông số thực nghiệm như container nhôm, ampule thủy tinh, mật độ bia chiếu xạ, nhiệt độ, v.v...đặc biệt do hiệu ứng cháy của bia chiếu xạ làm giảm số nguyên tử bia tham gia phản ứng kích hoạt.

4.2. Điều chế ^{177}Lu bằng việc chiếu xạ ^{176}Yb có độ giàu 97,1% trên lò phản ứng Đà Lạt

+ Chuẩn bị mẫu, chiếu xạ

Sau khi sấy khô, cân chính xác bằng cân phân tích một lượng 50mg bia Yb_2O_3 đã được làm giàu (độ giàu đồng vị ^{176}Yb là 97,1%) cho vào ampule thạch anh, hàn kín, cho ampule vào container nhôm, chiếu xạ neutron trên lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt.

- Vị trí chiếu là bẫy neutron
- Thông lượng: $2.10^{13} \text{ n/cm}^2.\text{s}$
- Thời gian chiếu: 108giờ
- Thời gian làm nguội: 30giờ

+ Xử lý mẫu [3, 5, 6]

Làm nguội mẫu bia Yb_2O_3 đã chiếu xạ được chuyển vào box thí nghiệm. Ở đó ampule mẫu được mở và cho bia chiếu xạ vào trong cốc. Hòa tan bia bằng 8ml HCl 8M, chuyển toàn bộ mẫu sang bình cầu 3 cổ 250ml đã gắn sẵn sinh hàn hồi lưu và

được đặt trên bếp từ. Cốc chứa mẫu được tráng bằng 2 ml HCl 8M (mảnh thủy tinh sẽ được giữ lại trong cốc), bật bếp đun có khuấy từ, đồng thời thêm từ từ vào bình 5ml H₂O₂ 30%, tiếp tục đun hồi lưu cho đến khi bia tan hoàn toàn. Sau khi bia tan hết, làm bay hơi cho đến khi chỉ còn bã màu trắng thì tắt bếp, để nguội. Bia sau khi nguội sẽ được tái hòa tan bằng 5ml HCl 0,05M, thu được dung dịch ¹⁷⁷YbCl₃. Dung dịch này là dung dịch gốc, từ đây có thể pha loãng nồng độ theo yêu cầu. Để nạp mẫu lên cột; nồng độ của mẫu phải $\geq 1 \mu\text{g}/\mu\text{l}$.

+ Tách ¹⁷⁷Lu từ bia chiếu xạ [3, 5, 6]

Cột C18 được làm sạch và lắp vào máy HPLC. Kiểm tra các thông số của máy sao cho phù hợp với các quá trình đã khảo sát. Trước khi nạp mẫu lên cột C18, cột phải được rửa bằng cách chạy cột bằng acetonitrin, sau đó tiêm vào cột 10 μl dung dịch mẫu.

Pha động là hỗn hợp dung dịch gồm 2-HIBA 0,25M và 1-OS 0,01M, là tác nhân tạo phức và tác nhân tạo cặp ion.

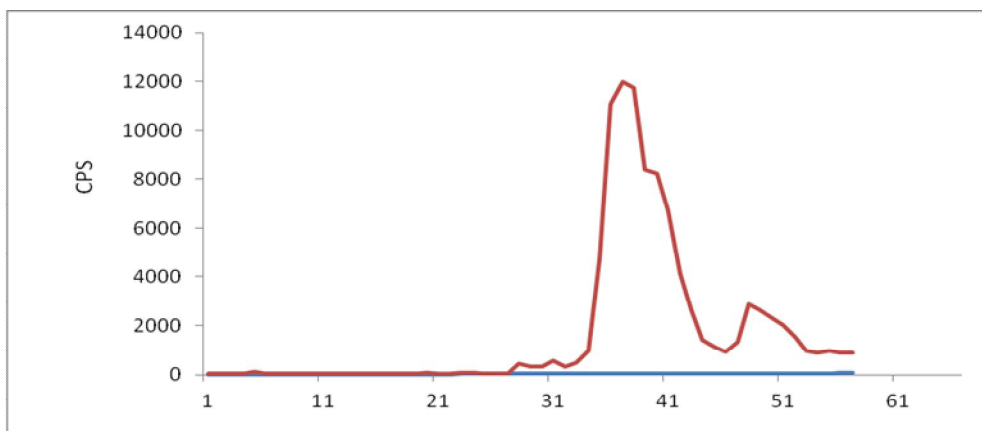
Quá trình khảo sát được thực hiện với các nồng độ pha động khác nhau giữa 2-HIBA 0,25M và 1-OS 0,01M (pH = 2,2-2,4) với các tỷ lệ 1:2; 2:1 và 1:1.

Tiến hành chạy pha động qua cột với tốc độ dòng 0,5ml/phút, lúc này áp lực trên cột C-18 là 6-10 bar (1bar=0.9869232667 atmosphere).

Vì trên thiết bị HPLC không có đầu dò phóng xạ nên trong khi thiết bị chạy pha động tại lối ra của cột đã chuẩn bị sẵn các khay chuyển mẫu có lắp sẵn các ống tube nhựa để lấy phân đoạn các mẫu dung dịch qua cột từng ml rồi đem đo trên máy đo đếm phóng xạ CAPRAC, ghi hoạt độ phóng xạ đo được. Mẫu được đánh số thứ tự và được lưu giữ để làm các thí nghiệm tiếp theo. Pha động được chạy liên tục đồng thời với việc lấy phân đoạn từng ml cho đến khi tổng số đếm của tất cả các mẫu xấp xỉ bằng với số đếm của 10 μl dung dịch mẫu đã được tiêm vào cột. Lấy riêng phần ¹⁷⁷Lu trong các phân đoạn nằm trong pha động, điều chỉnh dung dịch sao cho pH < 1 bằng HCl 6M. Sau đó, cho dung dịch chạy qua cột thủy tinh (có đường kính trong 1,0cm, chiều dài cột 30cm) đã được nạp sẵn nhựa Dowex – 5-X8 (Cột trước đó đã được xử lý bằng việc rửa 2 lần với 50 ml NH₄Cl 3M, HCl 3M và nước cất). Sau khi cho mẫu qua cột, cột được rửa bằng 200 ml HCl 0.1M để loại bỏ 2-HIBA và 1-OS .

¹⁷⁷Lu tinh khiết trên cột được rửa giải bằng HCl 6M. Cho dung dịch thu được vào bình 3 cổ và thực hiện như quá trình xử lý mẫu ở trên; định mức dung dịch thành 5mL bằng HCl 0,05M. Tiến hành lọc vô trùng, đo hoạt độ phóng xạ của sản phẩm thu được.

- Kết quả tách ¹⁷⁷Lu bằng pha động 2-HIBA 0,25M và 1-OS 0,1M có tỷ lệ 2:1
Số đếm 10k/ μl ;

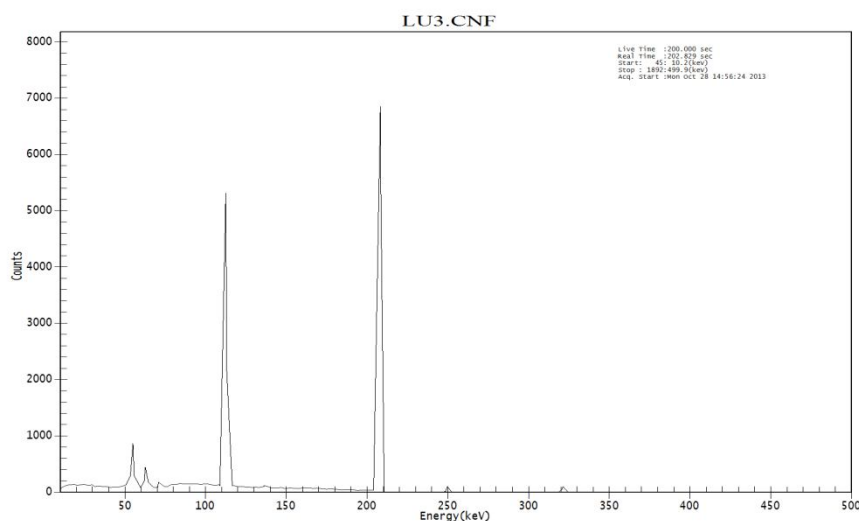


Hình 2: Giải đồ tách ^{177}Lu từ pha động 2-HIBA 0,25M và 1-OS 0,1M có tỷ lệ 2:1.

Trục tung biểu diễn số đếm trong từng phân đoạn, trục hoành là số phân đoạn thu được từ pha động. ^{177}Lu xuất hiện từ phân đoạn 26 đến phân đoạn 43; những phân đoạn tiếp theo là của ^{176}Yb .

Nhận xét: Kết quả kiểm tra chất lượng sản phẩm sau khi tách cho thấy với điều kiện

tách theo tỷ lệ pha động như trên, thể tích thu được 10ml pha động, hiệu suất tách >80%. Tuy vậy, hoạt độ riêng vẫn còn thấp chưa đủ để ứng dụng (~15mCi/50mg).



Hình 3: Phổ ^{177}Lu sau khi tách ^{177}Lu khỏi bia chiếu xạ

Trước khi tách không ghi được phổ do các đồng vị khác nhau của Yb phát bức xạ beta che phủ các đỉnh năng lượng phát tia gamma của ^{177}Lu ; sau khi tách, các đỉnh năng lượng gamma của ^{177}Lu rất rõ ràng.

Điều đó chứng tỏ ^{177}Lu đã được tách khỏi bia Yb chiếu xạ. Tách ^{177}Lu từ pha động 2-HIBA 0,25M và 1-OS 0,1M có tỷ lệ khác đều cho hiệu suất thấp hơn và sự tách là không hoàn toàn.

5. KẾT LUẬN

- Qua kết quả khảo sát quá trình tách ^{177}Lu khỏi bia Yb chiếu xạ, mặc dù hoạt độ riêng còn thấp song có thể thấy pha động 2-HIBA 0,25M và 1-OS 0,1M có tỷ lệ 2:1 có thể được lựa chọn để phát triển tối ưu cho phương pháp tách ^{177}Lu không chất mang từ bia Yb_2O_3 .

- Công suất và thông lượng neutron của lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt không thích hợp cho việc sản xuất đồng vị phóng xạ ^{177}Lu từ bia Yb_2O_3 kể cả khi bia đã được làm giàu tới 97,1%.

- Có thể sử dụng đồng vị ^{177}Lu điều chế từ bia ^{176}Lu sau khi bia được chiếu xạ trên lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt để nghiên cứu quá trình đánh dấu với EDTMP và thử nghiệm mức độ phân bố của dược chất phóng xạ này trên động vật thí nghiệm nhằm tiến tới ứng dụng để điều trị di căn ung thư xương trên người.

- Để có thể ứng dụng ^{177}Lu trong y tế, cần phải có lò phản ứng hạt nhân có công suất lớn hơn nhiều lần lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt, lò phải có thông lượng neutron tại bấy $> 10^{14} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{sec}$ để chiếu xạ bia Yb_2O_3 .

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Edita Mjekiqi. (2012) Estimation of the absorbed dose to patients treated with ^{177}Lu -Dotatate with regards to the long-term retention and radionuclide impurity in the form of $^{177\text{m}}\text{Lu}$. Master's Thesis, Department of Physics, Lund University, Germany.

2. Christoph Barkhausen. (2011) Production of non carrier added (n.c.a.) ^{177}Lu for radiopharmaceutical application. Technische Universitat Munchen, Germany.

3. P.S. Balasubramanian. (1994) Separation of carrier-free Lutetium-177 from neutron irradiated natural ytterbium target. Journal of radioanalytical and nuclear chemistry, Articles, Vol.185, No.2, 305-310.

4. E.Bujdoso, I. Feher, G.Kardos. (1973) Activation and decay Tables of Radioisotopes. Akademia, Kiado, Budapest.

5. Le Van So, N.Morcos, M.Zaw, P.Pellerini, I.Greguric, A. Nevissi. (2008) Alternative chromatographic processes for no carrier added ^{177}Lu radioisotope separation.

Part I. Multi-column chromatographic process for clinically applicable. Journal of radioanalytical and nuclear chemistry, Vol. 277, No.3, 663-673.

6. Le Van So, N.Morcos, M.Zaw, P.Pellerini, I.Greguric, A. Nevissi. (2008) Alternative chromatographic processes for no.carrier added ^{177}Lu radioisotope separation.

Part II. The conventional column chromatographic separation combined with HPLC for high purity. Journal of radioanalytical and nuclear chemistry, Vol. 277, No.3 675-683.