

# Pomiar skażeń wewnętrznych izotopami promieniotwórczymi metodami *in vivo* oraz szacowanie pochodzącej od nich dawki obciążającej

## SPRAWOZDANIE

### Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia było zapoznanie się ze sposobem pomiaru skażeń wewnętrznych substancjami promieniotwórczymi metodami *in vivo* oraz metodami szacowania pochodzącej od nich dawki obciążającej.

### Wykonanie ćwiczenia

#### Kalibracja energetyczna

Do kalibracji energetycznej i wydajnościowej wykorzystano źródło wzorcowe  $^{133}\text{Ba}$ . Aktywność źródła wg świadectwa wzorcowania wynosiła  $155,2 \pm 0,8 \text{ kBq}$  na dzień 1 lutego 2010.

Aktywność w dniu wykonywania pomiarów wynosiła:

$$A = A_0 \cdot e^{-\frac{0,693t}{T}} = 147,14 \text{ kBq}$$

Czas trwania pomiaru: 300 s.

Położenie pików w widmie przedstawiono w tabeli:

| Energia [keV] | Nr kanału |
|---------------|-----------|
| 30            | 157,48    |
| 80            | 404,16    |
| 356           | 1614,41   |

Do wyznaczenia krzywej kalibracyjnej wykorzystano wielomian stopnia 2.

$$E(k) = A_0 + A_1 k + A_2 k^2$$

Otrzymano następujące współczynniki wielomianu:

$$A_0 = -0,811 \pm 1,16$$

$$A_1 = 0,193 \pm 0,16$$

$$A_2 = 1,75e-5 \pm 1,1e-8$$

#### Kalibracja wydajnościowa

Do wykonania kalibracji wydajnościowej wykorzystano to samo źródło wzorcowe, co do wykonania kalibracji energetycznej.

Czas trwania pomiaru:  $t = 180 \text{ s}$ .

Liczba zliczeń w głównym pikcie energetycznym 356 keV:  $P = 23243 \pm 7,03 \%$

Wydajność detekcji dla energii 356 keV wyniosła:

$$\varepsilon = \frac{P}{t \cdot k_\gamma \cdot A} = 1,41 \cdot 10^{-5}$$

### Pomiary aktywności źródła wzorcowego nr 2.

Wykonano cztery pomiary aktywności źródła wzorcowego nr 2 dla różnego położenia tarczycy w fantomie.

Aktywność źródła wg świadectwa wzorcowania wynosiła  $156,2 \pm 0,8$  kBq na dzień 1 lutego 2010.

Aktywność w dniu wykonywania pomiarów wynosiła:

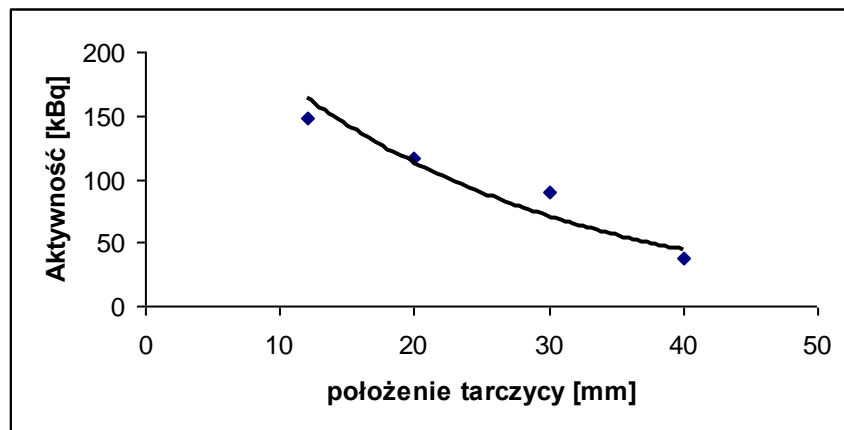
$$A = A_0 \cdot e^{-\frac{0,693t}{T}} = 148,09 \text{ kBq}$$

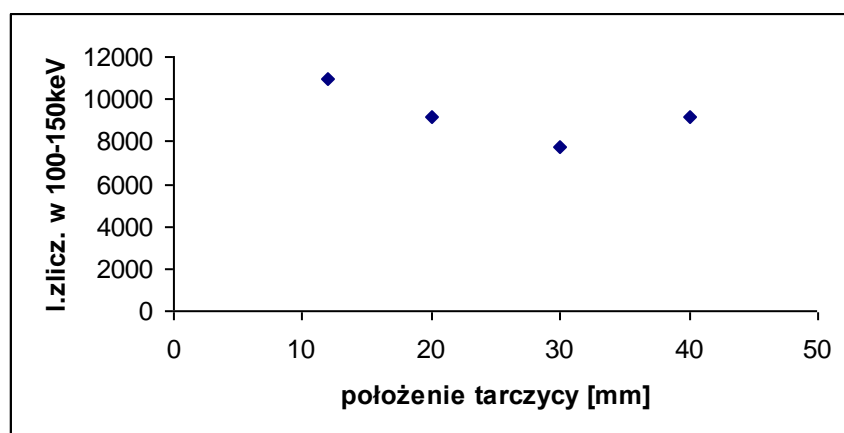
Czas trwania każdego z pomiarów: 180 s.

Podczas pomiarów rejestrowano liczbę zliczeń w pikie 356 keV oraz liczbę zliczeń w obszarze 100-150 keV. Wyznaczono również aktywność zmierzoną podczas każdego z pomiarów. Wyniki przedstawiono w tabeli:

| Położenie tarczycy | licz.zlicz. 356keV | licz.zlicz. 100-150keV | A [kBq] |
|--------------------|--------------------|------------------------|---------|
| 12                 | 23264              | 10995                  | 147,27  |
| 20                 | 18490              | 9156                   | 117,05  |
| 30                 | 14091              | 7714                   | 89,20   |
| 40                 | 5950               | 9146                   | 37,67   |

Na wykresach przedstawiono zależność aktywności oraz liczby zliczeń w obszarze 100-150 keV od położenia tarczycy w szyi.





### Obliczanie dawki obciążającej

Na podstawie podanego scenariusza skażenia izotopem cezu  $^{139}\text{Cs}$ , wyznaczono aktywność wnukniętą i dawkę obciążającą. Skorzystano z oprogramowania IMBA Professional Plus.

Wyznaczono aktywność wnukniętą oraz dawkę obciążającą na podstawie jednego wyniku pomiaru, wykonanego 7 dni po wnuknięciu. Otrzymano następujące wyniki:

Dla modelu ICRP- , absorpcja typu F:

$$A = 118,3 \text{ kBq}$$

$$D = 0,79 \text{ mSv}$$

Dla modelu ICRP- , absorpcja typu M:

$$A = 432,7 \text{ kBq}$$

$$D = 2,99 \text{ mSv}$$

Dla modelu ICRP- , absorpcja typu S:

$$A = 456,3 \text{ kBq}$$

$$D = 15,6 \text{ mSv}$$

Następnie wyznaczono aktywność wnukniętą oraz dawkę obciążającą na podstawie serii pomiarów. Obliczenia wykonano zgodnie z modelem ICRP-71, absorpcja typu F i uzyskano wyniki:

$$A = 88,11 \text{ kBq}$$

$$D = 0,59 \text{ mSv}$$

Po analizie dopasowania danych pomiarowych do teoretycznej krzywej wydalania radionuklidu z organizmu uznano pomiar z dnia 468 za niedokładny i usunięto go z danych. Wykonano ponowne obliczenia:

$$A = 96,52 \text{ kBq}$$

$$D = 0,65 \text{ mSv}$$

Analiza dopasowania danych pomiarowych do teoretycznej krzywej wydalania wykazała, że jest ono wystarczająco dokładnie.

### Wnioski

- Wykonanie kalibracji energetycznej i wydajnościowej jest niezbędne do prawidłowego określenia aktywności metodą spektrometryczną.
- Aktywność źródła nr 2 umieszczonego w fantomie tarczycy na tej samej głębokości co podczas wykonywania kalibracji wydajnościowej jest identyczna (w granicach niepewności pomiaru) jak obliczona na podstawie świadectwa wzorcowania.
- Aktywność źródła nr 2 umieszczonego w fantomie tarczycy na większej głębokości niż podczas wykonywania kalibracji wydajnościowej jest zaniżona w stosunku do rzeczywistej (obliczonej na podstawie świadectwa wzorcowania).

- W celu poprawy dokładności pomiarów przy różnym położeniu tarczycy w szyi, należy zmienić i dopracować procedurę kalibracji wydajnościowej.
- Liczba zliczeń w paśmie widma 100-150 keV, pochodzącym głównie z rozprożeń komptonowskich ... *(Powinna maleć zdecydowanie wolniej niż zmierzona aktywność, 3 minutowe pomiary są jednak za krótkie, aby uzyskać dobrą statystykę. Jest to ilustracja metody pomiaru stosowanej w LPD – wydajność detekcji układu pomiarowego jest wyznaczana w funkcji stosunku liczby zliczeń w piku 364(356) keV do liczby zliczeń w paśmie 100-150 keV).*
- Dobór modelu metabolizmu ma duży wpływ na wartość wyznaczonej aktywności wnikiętej i dawki obciążającej.
- Na podstawie pojedynczego pomiaru nie można właściwie dobrać modelu.
- Na podstawie serii pomiarów można dopasować dane pomiarowe do jednej z krzywych teoretycznych.
- Wyznaczenie aktywności wnikiętej i dawki obciążającej na podstawie serii pomiarów jest dokładniejsze i bliższe rzeczywistym wartościom niż na podstawie pojedynczego pomiaru.