**Radioaktywność i jej skutki. Rozmowa z dr. hab. Radosławem Zaleskim, prof. UMCS z Katedry Fizyki Materiałowej**

**Na czym polega zjawisko radioaktywności?**

Teorie kosmologiczne głoszą, że powstaliśmy z popiołu, który jest efektem wybuchu supernowej. To był taki kocioł fuzji jądrowej, gdzie jądra atomowe łączyły się ze sobą, poczynając od Wodoru, w coraz cięższe i cięższe aż po te najcięższe, które w tym momencie znamy. Okazuje się, że tylko niektóre z nich powstały w takim stanie równowagi, w jakim mogą nieskończenie długo przetrwać. Jest 251 jąder tzw. stabilnych. Reszta jest w stanie niestabilnym. Te jądra są poniekąd „zdenerwowane”, wzbudzone i dążą do stanu równowagi. Zazwyczaj na drodze do tego stanu przechodzą przez wiele przemian w coraz stabilniejszą postać. Niektórym z nich zajmuje to ułamki sekundy, a inne mogą przetrwać w takim niestabilnym stanie nawet miliardy lat. Te niestabilne jądra atomowe obniżają swój poziom wzbudzenia (energii), emitując cząstki – promieniowanie elektromagnetyczne. Nie jest to promieniowanie elektromagnetyczne, z jakim zazwyczaj mamy do czynienia w naszym otoczeniu (pochodzące z telefonów komórkowych, mikrofalówek itp.), ale promieniowanie o większej energii. Nazywamy je promieniowaniem jonizującym. Ma ono energię wystarczającą do tego, żeby przerywać wiązania chemiczne i uszkadzać molekuły (…). Oprócz promieniowania elektromagnetycznego takie wzbudzone, rozpadające się jądra wysyłają cząsteczki o wysokiej energii, które mają tę samą własność. Promieniowanie jonizujące, które jest przez nie emitowane to jest promieniowanie elektromagnetyczne – taki odpowiednik światła, ale o większej energii (…) albo też cząsteczki o wysokiej energii. I właśnie emisje tych cząsteczek i tego promieniowania nazywamy promieniotwórczością albo radioaktywnością. Z kolei jądra, które emitują to promieniowanie określamy mianem radioizotopów (…).

**Kiedy mówimy, że doszło do skażenia promieniotwórczego np. powietrza, wody, gleby?**

Skażenie promieniotwórcze to sytuacja, kiedy w naszym otoczeniu znajdą się znaczne ilości radioizotopów, które zostały wytworzone przez człowieka (…). Musimy jednak pamiętać, że wokół nas cały czas znajduje się bardzo dużo izotopów naturalnych, które powstały razem z Ziemią albo takich, które są wytwarzane przez promieniowanie kosmiczne (…). Skażenie promieniotwórcze nie dotyczy tych izotopów. Ono jest związane tylko z tymi radioizotopami wytworzonymi przez człowieka.

**Jakie działania należy podjąć, gdy dojdzie do takiego skażenia?**

Trzeba unikać sztucznych radioizotopów, a w szczególności przedostania się ich do wnętrza organizmu. Najtrudniej zabezpieczyć się przed ich wdychaniem, jeżeli unoszą się w powietrzu. Jednak prawie zawsze są to atomy cięższe od powietrza i dosyć szybko opadające na ziemię. Wtedy osadzają się na glebie albo na roślinach. Zjadają je zwierzęta i tą drogą również mogą dostać się do naszego organizmu. Zabezpieczeniem przed skażeniem promieniotwórczym byłoby zachowanie przeciwne do zdrowych nawyków. Powinniśmy nie wietrzyć pomieszczeń, nie jeść świeżej żywności. Kiedy jednak taki radioizotop wniknie do wnętrza organizmu, to sposób postępowania zależy od rodzaju skażenia. Tutaj nie możemy leczyć się sami. Powinniśmy zdać się na specjalistów. Najsłynniejszym sposobem obrony jest podawanie związków jodu, które chronią tarczycę. Mowa o płynie Lugola. Nie jest jednak wskazane, by podawać go bez konkretnej przyczyny (…).

**Jakie są skutki biologiczne napromieniowania żywych organizmów?**

Generalnie nie zawsze występują takie skutki. To czy się pojawią zależy od dawki promieniowania i tego, w jakim czasie została ona przyjęta (…). Ze względu na to, że dawki promieniowania są zamaskowane przez inne czynniki wpływające na zdrowie naszego organizmu (np. infekcje, chemiczny wpływ środowiska itp.) nie da się zbadać skutków małych dawek. Prawdopodobna jest hipoteza hormezy głosząca, że małe dawki mogą mieć pozytywny wpływ na zdrowie, stymulując mechanizmy obronne organizmu albo niszcząc słabsze komórki.

Różne izotopy gromadzą się w organach i tam powodują uszkodzenia (…). Najbardziej na skutki promieniowania narażone są narządy, w których najszybciej dzielą się komórki, czyli gonady, szpik kostny, jelita, płuca, żołądek. We wszystkich przypadkach te negatywne skutki sprowadzają się do uszkodzeń DNA (…).

Skutki biologiczne napromieniowania dzielimy na dwa rodzaje. Pierwszym z nich są skutki stochastyczne. Nie są uzależnione wprost od tego, ile pochłonęliśmy promieniowania, ale zwiększone jest prawdopodobieństwo zachorowania na różnorakie choroby związane głównie z uszkodzeniami DNA. Są bardzo trudne do odróżnienia od zachorowań wywołanych innymi przyczynami (…). Drugi rodzaj to skutki deterministyczne. Pojawiają się w wyniku krótkotrwałego napromieniowania dużą dawką. Zazwyczaj prowadzą do śmierci pewnej liczby komórek i te efekty pojawiają się dopiero wtedy, gdy zostanie przekroczony próg dawki promieniowania. W zależności od tego, jak dużo promieniowania pochłonął nasz organizm niesie to za sobą różne skutki (…). Przy większej dawce może nastąpić osłabienie układu odpornościowego. Przy jeszcze większej zaczynają się uszkodzenia szpiku kostnego, czyli efektem tego jest niedokrwistość, potem uszkodzenia układu pokarmowego (…). Największa dawka niszczy układ nerwowy i prowadzi do śmierci w ciągu kilkunastu, kilkudziesięciu godzin, ale to już są naprawdę ogromne dawki.

Jeżeli zostaniemy napromieniowani miejscowo, np. na powierzchni skóry mogą nastąpić oparzenia skórne (…). Dosyć podatne na napromieniowanie są soczewki oka, co w konsekwencji może prowadzić do zaćmy i pogorszenia widzenia. Do innych efektów zaliczyć można bezpłodność (często tymczasową) i niedoczynność tarczycy. Dlatego w 1986 r. podawany był płyn Lugola.

Okazuje się, że ssaki mają zbliżoną odporność na promieniowanie. Co ciekawe osioł jest trochę bardziej odporny niż człowiek, ale koza mniej. Z kolei szczur jest dwa razy bardziej odporny. Dużym zaskoczeniem było dla mnie to, że nietoperz jest wyjątkowo odporny – trzydzieści razy bardziej niż człowiek. Gdy wymrą ssaki, to zostają muchy (dwieście razy bardziej odporne), bakterie (ponad tysiąc razy bardziej) i najprostsze organizmy, czyli pantofelki.

Dla ludności określona jest tzw. roczna dawka graniczna, która wynosi 1 milisiwert. Jedna tysięczna siwerta to jest jednostka dawki promieniowania. Mierzymy tę dawkę, wykorzystując naszą aparaturę, która wchodzi w skład Monitora radioaktywności w powietrzu w Lublinie. Nie jest to jakaś wygórowana wartość, ponieważ naturalne tło promieniowania pochodzące od izotopów, które nas otaczają wynosi ok. 2 milisiwertów (…). Załogi samolotów, które zawodowo latają samolotami przez cały rok dostają 9 milisiwertów, czyli znacznie więcej niż przeciętna dawka. Z kolei kosmonauta na orbicie otrzymuje nawet 420 milisiwertów. I te osoby (…) nie umierają (…).

**Wspomniał Pan o Monitorze radioaktywności w powietrzu w Lublinie. Jaką funkcje pełni on na UMCS?**

Monitor radioaktywności w powietrzu w Lublinie ma podwójną funkcję. Pierwsza to ostrzeganie przed skażeniem. Nasz monitor (podobnie jak sieć stacji dozymetrcznych Państwowej Agencji Atomistyki) wyświetla informacje na temat tego czy wzrosła dawka promieniowania. Ostrzega również przed wykryciem skażeń produktami rozszczepienia (…) pochodzącymi zwykle z wypalonego paliwa elektrowni jądrowych, ewentualnie z broni jądrowej. Jednak nigdy nie zdarzyło nam się wykryć czegoś takiego. Drugą funkcją naszego Monitora radioaktywności w powietrzu w Lublinie jest edukacja na temat naturalnego promieniowania, jego źródeł, wahań, natężenia (…). Informujemy o poziomie promieniowania i radioizotopów naturalnych pochodzących z rozpadów Radonu, który emitowany jest z ziemi, jak również z tych radioizotopów znajdujących się w okolicznych materiałach budowlanych, skałach, ale także od promieniowania kosmicznego. Monitor umieszczony jest na dachu wieżowca przy placu Marii Curie-Skłodowskiej. Działa on całkowicie automatycznie, czyli jego wskazania nie są w żaden sposób modyfikowane, cenzurowane i w związku z tym myślę, że są bardzo wiarygodne. Bazuje na dwóch niezależnych detektorach (…). Wyniki możemy zobaczyć na stronie: https://www.umcs.pl/pl/radioaktywnosc-w-powietrzu-w-lublinie,21784.htm.

**15 maja br. w Lublinie zaobserwowano wzrost natężenia promieniowania. Okazało się jednak, że to zjawisko zupełnie naturalne spowodowane opadami deszczu. W jaki sposób naukowcy z Instytutu Fizyki UMCS badają zmiany natężenia promieniowania?**

Już kilkanaście lat temu, kiedy uruchamialiśmy pierwszą wersję Monitora radioaktywności w powietrzu w Lublinie zauważyliśmy takie wzrosty w niektórych sytuacjach. Wtedy z dr. Janem Wawryszczukiem opracowaliśmy metodę pomiarów i potwierdziliśmy, że przyczyną wzrostów są opadające z deszczem produkty rozpadu promieniotwórczego gazu – Radonu (Rn), który wydobywa się z ziemi. Od kilkunastu lat wyjaśnienie to można znaleźć w odpowiedziach na najczęściej zadawane pytania, które znajdują się na stronie internetowej monitora. W zeszłym roku nasz absolwent – Dominik Kozieł napisał pracę inżynierską, w której zebrał dane zgromadzone przez Monitor radioaktywności w powietrzu w Lublinie i przedstawił bardzo ciekawe zależności między natężeniem promieniowania a zmianami pogodowymi (przede wszystkim zmianą ciśnienia i opadami deszczu) (…).

*Rozmawiała Magdalena Wołoszyn-Mróz*

**Materiał pierwotnie ukazał się w formie podcastu „Głos nauki”. Pełna wersja dostępna jest na stronie: https://www.umcs.pl/pl/odcinki,20240,1.lhtm.**