

STANOVENIE ^{226}Ra V MINERÁLNÍCH VODÁCH POMOCOU KOMPOZITNÉHO SORBENTU

SILVIA DULANSKÁ, MICHAELA ŠTOFANÍKOVÁ, ĽUBOMÍR MÁTEL

^{226}Ra

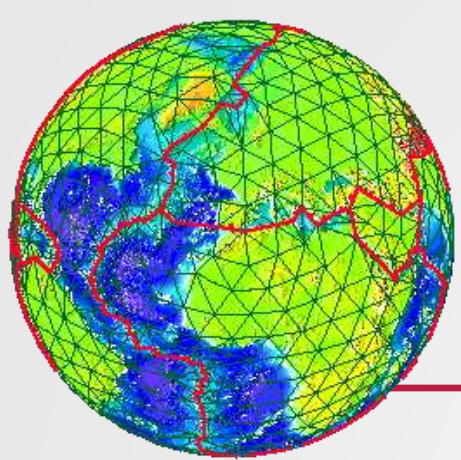


- Primárny zdroj najvýznamnejších prírodných rádionuklidov (^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra a ^{40}K) predstavujú horniny a pôda.
- Z hľadiska rozboru expozičných ciest je nutné brať na vedomie to, že pôda a horniny sú nielen zdrojom externého gama žiarenia, ale uvoľňované rádionuklidy migrujú do ovzdušia, vody a potravných reťazcov.
- Práve ^{226}Ra sa radí medzi najvýznamnejšie prírodné rádionuklidy prispievajúce k radiačnému pozadiu.
- ^{226}Ra je akumulované v kostiach a jeho premenou sa uvoľňuje ^{222}Rn . Počiatočné zmeny pri inkorporácii ^{226}Ra sú nepatrné, ale neskoršie zmeny boli lokalizované v kostiach, ako rôzne deštrukcie, komplikované infekcie a nádory. **Všetky dcérske produkty ^{226}Ra prispievajú k vnútornému ožiareniu, pričom dlhodobá expozícia môže vyvolať vznik pľúcnych nádorov.**

^{226}Ra

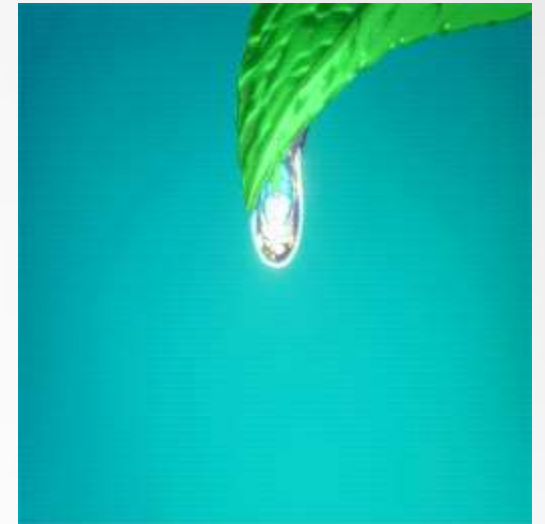
- Z ekologického hľadiska je možné rádionuklidy rozdeliť do troch skupín, **prvá skupina** - prírodné rádionuklidy ako ^{235}U , ^{238}U , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , ^{14}C . Tieto rádioaktívne nuklidy sa vyskytujú v prírode a majú dlhú dobu polpremeny, na základe čoho možno **predpokladať ich významný príspevok k radiačnému pozadiu**.
- Zo všetkých izotopov rádia je ^{226}Ra najvýznamnejší. ^{226}Ra je najaktívnejším alfa-žiaričom v životnom prostredí ($T_{1/2} = 1\,622$ rokov), produkovaný z rádioaktívneho premenového radu ^{238}U .
- Vždy mu bola venovaná osobitná pozornosť kvôli zdravotným rizikám spôsobené jeho prítomnosťou v pitných vodách. Metabolicky je podobný vápniku .
- **Koncentrácia ^{226}Ra vo fľašiach minerálnych vôd sa môže líšiť v závislosti od pôvodu vody .**
- ^{226}Ra a jeho dcérske nuklidy vo vode sú zodpovedné za väčšinu vnútornej dávky prijatej populáciou z prírodných rádionuklidov. Monitorovanie ^{226}Ra v minerálnych vodách je nevyhnutné, kvôli ochrane obyvateľstva pred vysokou radiačnou záťažou.

- Rádioaktivita vôd predstavuje seriózny problém v 18-tich európskych krajinách, predovšetkým v Rakúsku, Belgicku, Slovenskej republike, Bulharsku, Českej republike, Nemecku, Španielsku, Francúzsku a atď. Rádioaktivitu vody charakterizujeme celkovou objemovou α – rádioaktivitou a β - rádioaktivitou . Táto aktivita zahrňuje rádioaktivitu prírodných ako aj umelých rádionuklidov.
- Svetová zdravotnícka organizácia odporúča nasledovné aplikačné vyšetrenia pre rádionuklidy v pitnej vode - neprekročiť kumulovanú efektívnu dávku 0,1 mSv za jeden kalendárny rok, táto efektívna dávka pri ročnom objeme vody prijatého ingesciou 730 dm³ predstavuje objemovú aktivitu ²²⁶Ra 0,5 Bq ·dm⁻³
- Pri premene ²²⁶Ra uloženého v kostiach sa uvoľňuje ²²²Rn, z ktorého asi 67 % difunduje do krvi a následne sa z nej vylučuje
- V pitnej vode sa najčastejšie zisťuje prítomnosť izotopov uránu ²³⁸U a ²³⁴U, ²²⁶Ra, ²²²Rn, ²¹⁰Pb, ²¹⁰Po, ²²⁸Ra.



- Prírodná rádioaktivita hydrosféry sa vytvára v dôsledku jej interakcie s litosférou a atmosférou.
- Rádium je neustále produkované rádioaktívnou premenou uránu a tória.
- V prírodných vodách sa rádium môže nachádzať v iónovej, molekulárnej a pseudokoloidnej forme.
- Veľký význam pre koncentráciu rádia vo vodách má aj trvanie kolobehu vody v horninách.
- Rádium získava voda svojou pomalou cirkuláciou v trhlinách a puklinách. Zvýšená koncentrácia rádia v roztoku súvisí s rastom mineralizácie vody

-
- Ciel' práce ???



Vyvinúť sorbent (materiál) pre separáciu ^{226}Ra z vôd (pitné, minerálne vody)

PRÍPRAVA KOMPOZITNÉHO SORBENTU

Roztok I:

19.7 g KMnO_4 + 1.2 L HCl (37 %) + 1.25 L vodného skla

Roztok II:

1 L 3 % $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ + 200 mL HCl (37 %) + 1.25 L H_2O .



Vodné sklo



KMnO_4



3 % $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$



HCl

- Roztok I a 2 boli zmiešané, H_2SiO_3 gel a MnO_2 suspenzia bola zmiešaná 2 h
 - Zrazenina dispergovaná v gély bola filtrovaná a premývaná s vodou (4 L, pH 6.5-7)
 - Filter sa nechal vysušiť 60 °C 24 h.
 - m=195-200 g, sitovanie: (< 0.15 mm; **0.5 mm**; > 0.5 mm)
-



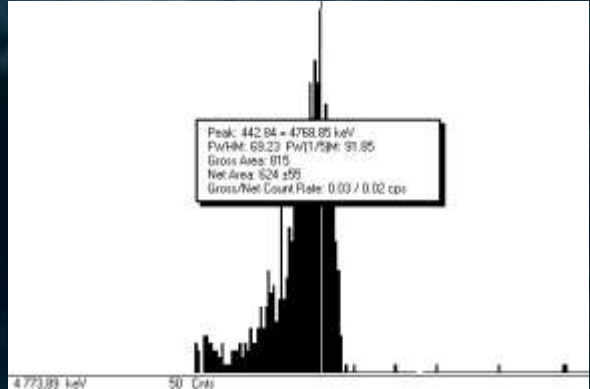
Voda pH 7



1 g
sorbentu



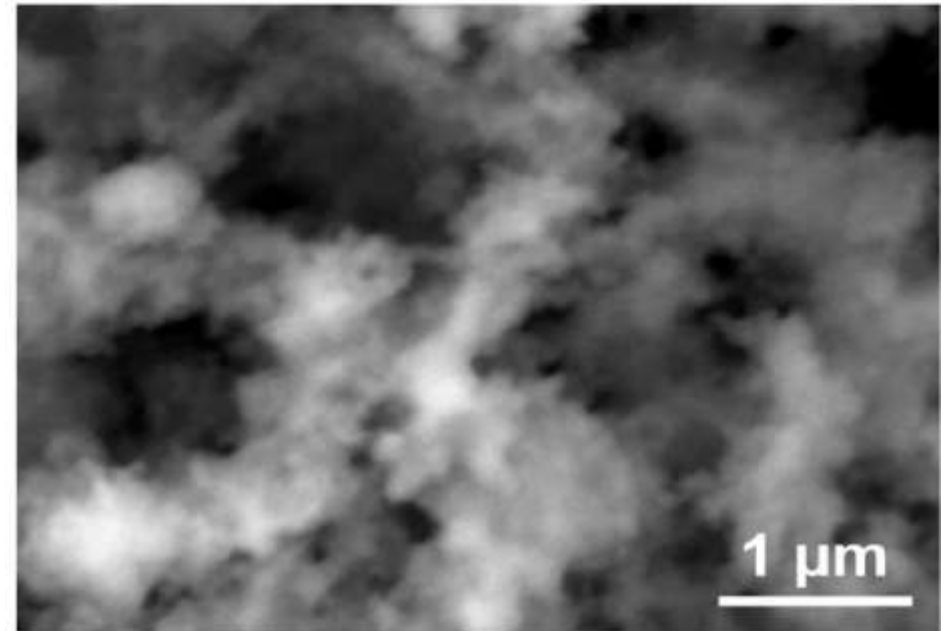
^{226}Ra



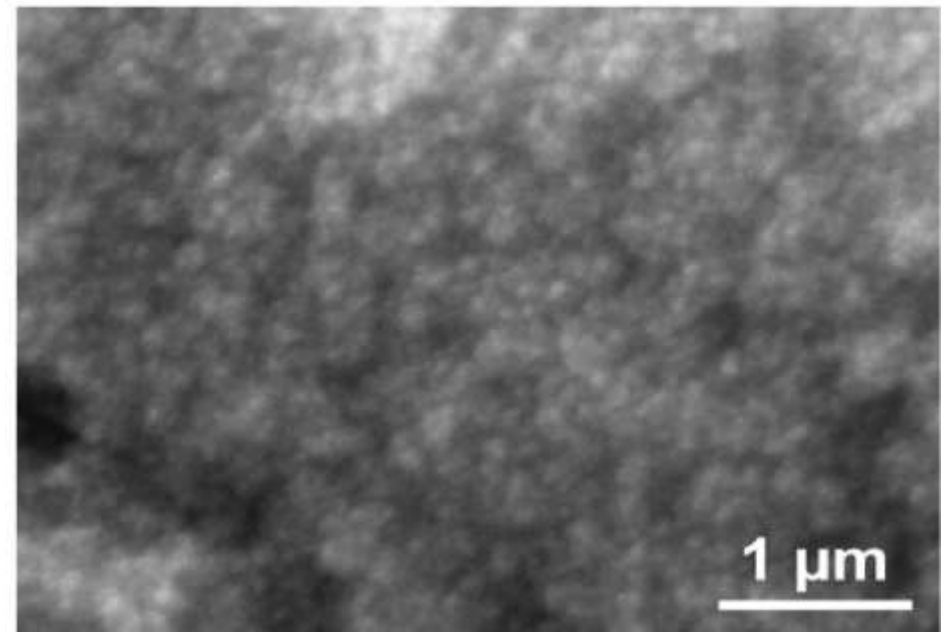
Elektrónový mikroskop

- Pre vzorku SG (a) zrná zrejme obsahujú vysoké množstvá voľného objemu, zatiaľ čo pri vzorke SG + MnO₂ (b) sa zrnká zdajú byť relatívne omnoho kompaktnejšie, takže ich objem **musí byť účinne naplnený prídavkom MnO₂**
- Základná porézna silikagélová matrica je veľmi dobre vyplnená molekulami MnO₂. Veľké póry vnútri kompozitnej živice neboli zistené.
- Malé množstvo pórov s priemernou veľkosťou 0,72 nm (
- Tento príspevok s najväčšou pravdepodobnosťou pochádza z čiastočne vyplnených menších pórov základnej matrice, aj keď nie je vylúčený malý príspevok zo zvyškových voľných priestorov naplnených väčších pórov (napríklad voľné objemy medzi vnútornými povrchmi matrice a plniva)

a)



b)



Vplyv katiónov a objemu vzorky na sorpciu


Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ a Na⁺ na sorpciu Ba(Ra) na MnO₂- SiO₂

- Ca²⁺ a Mg²⁺ majú podobné vlastnosti - testovalo sa (0.07 - 5.07) g L⁻¹ 98 ± 7 %
- Na⁺ a K⁺ (1 - 300) g L⁻¹ = 100 ± 7 % sorpcie Ba(Ra) na MnO₂- SiO₂

Vplyv objemu vody

- MnO₂-SiO₂ **rozdielne objemy** (0.5 L, 1 L, 3 L, 5 L a 10 L) + ¹³³Ba (prietok bol 10 mL min⁻¹)
- Bárium bolo eluované s 50 ml 4 M HNO₃ , HPGe gama detektore ¹³³Ba E_γ= 356 keV. Rádiochemické výťažky boli väčšie ako 90 ± 9 %

Aplikácia



	Sample name	Sampling point	Total mineralization (mgL ⁻¹)	R (¹³³ Ba) ± U (%)	A(²²⁶ Ra) ± U (Bq dm ⁻³)
Natural mineral water	Budiš (SVK)	Budiš	1690	77.8 ± 3.6	0.120 ± 0.010
	Mitická (SVK)	Trenčianske Mitice	1550	77.2 ± 3.6	0.014 ± 0.002
	Ondrášovka (CZ)	Hraničné Petrovice	560	96.3 ± 4.5	0.007 ± 0.002
	Ľubovianka (SVK)	Nová Ľubovňa	2068	89.9 ± 4.2	0.023 ± 0.003
	Fatra (SVK)	Martin - Záturčie	2811	77.8 ± 8.8	0.011 ± 0.002
	Gemerka (SVK)	Tornaľa	2500-2750	85.0 ± 3.9	0.134 ± 0.011
	Salvator (SVK)	Lipovce	3570	85.3 ± 3.9	0.174 ± 0.013
Mountain spring water	Rajec (SVK)	Rajecká Lesná	317	100.0 ± 9.0	0.002 ± 0.001
Natural water	Nimnická (SVK)	Nimnica	6300	92.0 ± 8.9	0.019 ± 0.002
	Brusnianka (SVK)	Brusno	1926	100.0 ± 9.0	0.711 ± 0.050

Najvyššie prípustné hodnoty obsahu ²²⁶Ra v dodávanej vode odvodené z úväzku efektívnej dávky 0,1 mSv z príjmu ²²⁶Ra pitnou vodou za rok sú pre pramenitú vodu „vhodnú na prípravu stravy pre dojčatá“ 0,2 Bq·dm⁻³, pre prírodnú minerálnu vodu 1,9 Bq·dm⁻³ a pre pramenitú vodu, balenú pitnú vodu a pitnú vodu je 0,6 Bq·dm⁻³.

- Kompozitný sorbent bol pripravený na báze oxidov mangánu a bol aplikovaný pre zakoncentrovanie ^{226}Ra vo vzorkách vôd.
 - Testoval sa vplyv vybraných katiónov na separáciu rádia, vplyv prietokovej rýchlosti a možnosti elúcie ^{226}Ra .
-

- Rádium bolo merané pomocou alfa spektrometri, výtťažok separácie bol stanovený gama spektrometricky pomocou ^{133}Ba .
- Nová metóda separácie ^{226}Ra vo vodách bola porovnaná s komerčne dostupnými metódami pre stanovenie ^{226}Ra .

ĎAKUJEM
ZA POZORNOST!

