

Analýza izotopového poměru řeší složité problémy

Laboratoře ALS jako jedny z mála na světě nabízejí komerční služby testování poměru izotopů nejen pro radiogenní systémy (Sr, Nd, Pu, U) a lehké stabilní izotopy (Li, B, Si), ale také pro těžké stabilní prvky, jako jsou Ag, Ca, Cd, Cu, Fe, Mg, Mo, Si a Zn. Všechny tyto testy poměru izotopů lze použít jako otisk prstu, který poskytuje informace o původu nebo geologickém stáří, a lze je potenciálně využít pro sledování zdrojů znečištění a expozice.



Obrázek 1: Ilustrační obrázek

Úvod do analýzy izotopového poměru

Izotopové složení prvku může být ovlivněno faktory, jako je jeho zdroj, vystavení zvětrávání, biologické a biochemické procesy nebo geologické stáří materiálu a může poskytnout cenné charakteristické a diagnostické informace.

Analýza izotopových poměrů se používá k přesnému měření velmi malých rozdílů v poměrech různých izotopů prvků, a je mocným nástrojem v mnoha oborech, jako je geologie, geochronologie, geochemie, forenzní vědy, lidská výživa, zdravotnictví a archeologie. Většina lidí zná radiouhlíkové datování, pravděpodobně nejznámější využití analýzy poměru izotopů, kdy poměr radioaktivních izotopů uhlíku-14 a uhlíku-12 dokáže přesně určit stáří organických materiálů až do doby přibližně 60 000 let. Hmotnostní spektrometrie izotopových poměrů (IRMS) se široce používá k měření poměrů stabilních izotopů nejběžnějších lehkých prvků, včetně C, N, S, O a H. Měření poměrů stabilních izotopů těžších prvků bývá náročnější, vyžaduje specializované přístroje a obvykle vyžaduje prekoncentraci, protože koncentrace těžkých prvků jsou ve většině typů vzorků velmi nízké. Některé z nejběžnějších testů a aplikací poměru izotopů těžkých prvků jsou uvedeny v tabulce 1.

Rozsáhlejší přehled těžkých prvků a dalších netradičních aplikací stabilních izotopů pro podzemní vody lze nalézt v článku Elemental stable isotope assessment of groundwater contamination:

Tabulka 1. Běžné netradiční aplikace izotopového poměru

Izotopový systém	Měřené izotopy	Běžné aplikace izotopového poměru
Bór	$^{10,11}\text{B}$	Kontrola obohacování v jaderné, sledování zdrojů znečištění
Olovo	$^{204,206,207,208}\text{Pb}$	Sledování zdrojů znečištění a expozice, geologie, geochronologie, studium původu, forenzní věda, archeologie
Neodym	$^{143,144}\text{Nd}$	Geologie, geochronologie, studium provenience
Selen	$^{77,78,82}\text{Se}$	Zjišťování a monitorování útlumu selenu po těžbě v těžebních lokalitách
Stroncium	$^{86,87}\text{Sr}$	Geologie, geochronologie, studium původu, forenzní věda
Uran	$^{234,235,238}\text{U}$	Kontrola obohacování v jaderné energetice, sledování zdrojů znečištění a expozice
Ostatní těžké kovy	Stabilní izotopy Ag, Ca, Cd, Cu, Fe, Mg, Mo, Si, Zn	Geologie, sledování zdrojů znečištění a expozice

Možnosti ALS pro analýzu izotopového poměru

Odborníci společnosti ALS mají více než 30 let zkušeností s výzkumem a komerčními testy pro analýzu poměru stabilních izotopů pomocí přístrojů ICP-MS s vysokým rozlišením (ICP-SFMS) a ICP-MS s více kolektory (MC-ICP-MS). Náš tým odborníků významně přispěl do oblasti analýzy izotopových poměrů 170 recenzovanými publikacemi.

Laboratoře ALS nabízejí analýzy poměru izotopů pro více než 20 stabilních a radiogenních izotopových systémů v různých maticích vzorků s vysokou přesností, a to i v případě velmi nízkých koncentrací vzorků.

Většina testů izotopových poměrů vyžaduje vysokou přesnost, protože rozdíly pozorované v izotopových poměrech většiny prvků jsou malé. MC-ICP-MS se používá pro nejnáročnější měření izotopových poměrů, kde je vyžadována co nejvyšší přesnost. Například datování stárí hornin a meteoritů pomocí izotopových poměrů samaria a neodymu vyžaduje přesnost nejméně 0,002 %, které lze dosáhnout pouze pomocí MC-ICP-MS. Nejistoty u ICP-SFMS jsou vyšší a pohybují se v rozmezí přibližně 0,05-1 % (v závislosti na testu), ale pro některé aplikace jsou dostatečné. Výsledky zkoušek izotopových poměrů se obvykle uvádějí jako hodnoty delta (δ) v jednotkách tisícín (%), které se vztahují k mezinárodně přijatým referenčním standardům pro každý izotopový systém.

Požadavky a možnosti testování izotopového poměru

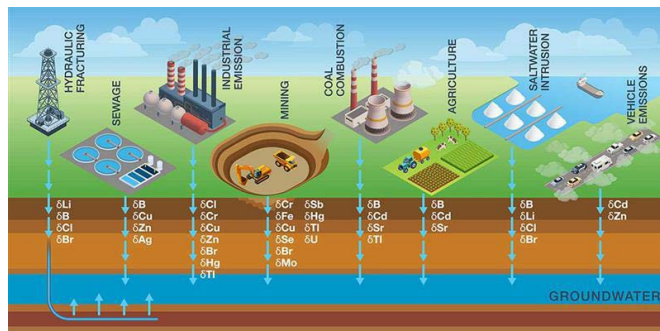
Testy poměru izotopů jsou k dispozici pro širokou škálu matic, včetně přírodních a technologických vod, odpadních vod, půd, sedimentů, aerosolů, vegetace, bioty, potravin, klinických vzorků, archeologických objektů, kovů a slitin.

Testy izotopového poměru a požadavky na aplikace jsou složité. Všichni zainteresovaní odborníci z ALS mohou s našimi klienty projednat požadavky a určit nejvhodnější možnosti, které mohou vyžadovat kromě analýzy IRMS také přizpůsobené techniky přípravy vzorků, jako je odstranění matrice, prekoncentrace analytu a čištění. Naši chemici mohou poradit ohledně množství vzorků a technik přípravy potřebných pro různé matrice, aby bylo dosaženo minimálních nebo doporučených množství požadovaných pro naše zkušební metody (jak je uvedeno v tabulce 2).

Společnost ALS nabízí nejrychlejší dostupné testování pro analýzu izotopového poměru těžkých prvků s běžnou dobou zpracování 6-10 pracovních dnů (po obdržení vzorků do laboratoře) a u některých testů je možná i spěšná analýza - mnohem rychleji než ve většině univerzitních laboratoří pro analýzu izotopového poměru

Reference

Hodnocení kontaminace podzemních vod pomocí stabilních izotopů prvků: Recent developments, Ilia Rodushkin, Emma Engström, Simon Pontér, and Maddalena Pennisi, Current Opinion in Environmental Science & Health 2022, 26:100330.



Obrázek 2: Netradiční aplikace poměru stabilních izotopů pro podzemní vody. [Current Opinion in Environmental Science & Health 2022, 26:100330] obrázek

Tabulka 2: Možnosti testu izotopového poměru ALS a požadovaná množství prvků

Izotopový systém	Měřené izotopy	ICP-SFMS		MC-ICP-MS	
		Minimum absolutní množství (ng celkem)	Minimální absolutní množství (ng celkem)	Doporučená hodnota Absolutní částka (μg celkem)	
Bór	B 10, 11	100	1000	10	
Vápník	Ca 42, 43, 44		2500	25	
Kadmium	Cd 110, 112, 113, 114		250	2.5	
Chrom	Cr 52, 53		5000	50	
Měď	Cu 63, 65		2500	25	
Železo	Fe 54, 56, 57		5000	50	
Olovo	Pb 204, 206, 207, 208	0.5	250	2.5	
Lithium	Li 6, 7	50	500	5	
Hořčík	Mg 24, 25, 26		2500	25	
Rtuť	Hg 199, 200, 201, 202		100	1	
Molybden	Mo 92, 94, 95, 96, 97, 98		250	2.5	
Neodym	Nd 146, 148, 202		250	2.5	
Nikl	Ni 60, 62		7500	75	
Osmium	Os 187, 188, 189, 190, 192	0.0005	50	0.5	
Plutonium	Pu 239, 240, (242)	0.00025			
Radium	Ra 226, (228), 202	0.00005			
Rhenium	Re 185, 187		250	2.5	
Selen	Se 77, 78, 82		5000	50	
Křemík	Si 185, 187		250	2.5	
Stroncium	Sr 86, 87, (88)	250	1000	10	
Thallium	Tl 203, 205		100	1	
Thorium	Th 230, 232	50	200		
Uran	U 234, 235, 236,	0.05	100	1	
Zinek	Zn 64, 66, 68		5000	50	

SKENUJ NEBO KLIKNÍ

Kontaktujte naše
ODBORNÍKY