

# Nejdůležitější kationty ve vodách

- **Sodík** – obsah v zemské kůře 2,6 %, do vody se vyluhuje převážně z alkalických hlinitokřemičitanů (např. albit  $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ ), solných ložisek, z některých jílových materiálů
- Umělým zdrojem jsou odpadní vody z výroby, kde dochází k neutralizacím nebo vysolování, z odpadních vod splaškových (člověk vyloučí 5 g Na/den)
- Ve vodách se Na vyskytuje nejčastěji jako jednoduchý kationt, ve více mineralizovaných vodách dochází ke tvorbě iontových asociátů s  $\text{HCO}_3^-$  a  $\text{SO}_4^{2-}$
- V přírodních vodách se obsah sodíku pohybuje v rozsahu desetin až desítek  $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ , v minerálních vodách i v jednotkách gramů v litru
- Sodík není hygienicky významný, minerální vody s obsahem hydrogenuhličitanu sodného mají význam při léčbě chorob žaludku a žlučových cest
- V mořské vodě je průměrný obsah Na  $10 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$

# Nejdůležitější kationty ve vodách

- **Draslík** – obsah v zemské kůře 2,4 %, do vody se vyluhuje převážně z alkalických hlinitokřemičitanů (např. orthoklas  $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ , muskovit  $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ ), z odklizových draselných polí (převrstvují naleziště soli kamenné)
- Umělým zdrojem K mohou být splachy z polí hnojených draselnými hnojivy, z odpadních vod splaškových (člověk vyloučí 2,2 g K/den)
- Ve vodách se K vyskytuje nejčastěji jako jednoduchý kationt, (nejčastěji jako  $\text{KNO}_3$ ) ve více mineralizovaných vodách dochází ke tvorbě iontových asociátů s  $\text{HCO}_3^-$  a  $\text{SO}_4^{2-}$
- Obsah K ve vodách činí obvykle jen 4 až 10 % obsahu Na, ionty K jsou více sorbovány půdními minerály a K je rovněž důležitou živinou pro rostliny (v popelu rostlin bývá poměr Na:K 1:100)
- V mořské vodě je průměrný obsah K  $0,4 \text{ g.l}^{-1}$

# Nejdůležitější kationty ve vodách

- Draslík je biogenní prvek, který je nutno čas od času do vody rybníků dodat. Většina našich rybníků má dostatek K z přírodních zdrojů. Hnojení rybníků draselnou solí nebo kainitem připadá v úvahu jen u rybníků velmi chudých na živiny (dávka 30 kg K<sub>2</sub>O/ha).
- Stanovení Na a K hlavně plamennou emisní nebo atomovou absorpční spektrofotometrií
- Lze využít nepřímá stanovení Na a K odměrnými metodami (Na - chelatometricky, K – argentometricky), je potřeba speciálních, málo dostupných chemikálií

# Nejdůležitější kationty ve vodách

- **Vápník** - obsah v zemské kůře 3,5 %, do vody vyluhováním převážně vápenců ( $\text{CaCO}_3$ ), dolomitů ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ), sádrovce ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) a dalších minerálů.
- Větší množství Ca ve vodách je dáno obsahem rozpuštěného  $\text{CO}_2$ , který výrazně zvyšuje rozpustnost látek na bázi uhličitánů
- Umělým zdrojem Ca jsou odpadní vody z provozů, kde dochází k neutralizaci vápnem nebo vápencem nebo při odkyselování.
- Ca ve vodě převážně jako jednoduchý kationt  $\text{Ca}^{2+}$ , v alkalické oblasti ,(pH nad 9) výrazně stoupá podíl iontového asociátu  $[\text{CaCO}_3(\text{aq})]^0$ .
- Ca je důležitý stavební prvek, především mechanických pletiv a rozhoduje o stabilitě pH vody

## Nejdůležitější kationty ve vodách

- **Vápník** – množství Ca ve vodách závisí převážně na geologickém podloží, v prahorních útvarech (žuly,ruly) mívají toky pouze několik  $\text{mg.l}^{-1}$ , vody z vápencových (krasových) útvarů i několik set  $\text{mg.l}^{-1}$
- Ionty Ca jsou hlavním kationtem vod z nižší mineralizací

mineralizace ( $\text{mg.l}^{-1}$ )	poměr Ca:Mg
100-500	4:1
500-1000	2:1 – 1:1
nad 1000	1:1 – 1:2 – 1:3

- Pro omezenou rozpustnost vápenatých solí nebývá ani v minerálních vodách obvykle více než  $1 \text{ g.l}^{-1}$  Ca
- V mořské vodě je průměrný obsah Ca  $400 \text{ mg.l}^{-1}$

# Nejdůležitější kationty ve vodách

- **Hořčík** - obsah v zemské kůře 2,0 %, do vody vyluhováním dolomitů ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ), magnezitu ( $\text{MgCO}_3$ ) a dalších minerálů.
- Větší množství Mg ve vodách je dáno obsahem rozpuštěného  $\text{CO}_2$ , který výrazně zvyšuje rozpustnost látek na bázi uhličitánů.
- Umělým zdrojem Mg jsou odpadní vody z provozů, kde dochází k odkyselování vody filtrací různými alkalickými hmotami.
- Mg je ve vodách kvantitativně méně zastoupen než Ca
- V minerálních vodách může být i několik  $\text{g.l}^{-1}$  Mg, obsah Mg nad  $250 \text{ mg.l}^{-1}$  se projevuje hořkou chutí, v normě pro pitnou vodu limitován  $125 \text{ mg.l}^{-1}$
- Vody s vysokým obsahem Mg mají laxativní účinky (minerální vody Zaječická, Šaratice)
- V mořské vodě je průměrný obsah Mg  $1300 \text{ mg.l}^{-1}$

# Nejdůležitější kationty ve vodách

- **Vápník a Hořčík** – v provozních vodách způsobuje problémy tvorbou kotelního kamene (vliv Ca je horší než Mg), sráží roztoky mýdel – nežádoucí v řadě odvětví průmyslu (textilní, potravinářský)
- Vody s vysokým obsahem Ca a Mg nejsou vhodné k přípravě potravin a nápojů
- Chuťově nejlepší jsou vody s Ca a hydrogenuhličitanem, norma pro pitnou vodu udává doporučenou koncentraci Ca+Mg 0,9-5 mmol.l<sup>-1</sup>
- Stanovení Ca atomovou absorpční spektrofotometrií nebo titrační metoda s chelatonem 3 a indikací organickým barvivem murexidem
- Titrace ihned po přidání činidel, v případě vzniku sraženiny je nutno vzorek ředit
- Stanovení Mg atomovou absorpční spektrofotometrií, nebo výpočtem z rozdílu spotřeb chelatonu 3 při stanovení tvrdosti vody a vápníku

# Nejdůležitější kationty ve vodách

- **Mangan** – doprovází železné rudy, do vody vyluhováním z manganových rud: burel ( $\text{MnO}_2$ ), braunit ( $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ), hausmannit ( $\text{Mn}_3\text{O}_4$ ) dialogit ( $\text{MnCO}_3$ ), také z odumřelých částí rostlin a ze sedimentů (cirkulace, bezkyslíkaté prostředí)
- Umělým zdrojem Mn odpadní vody ze zpracování rud a chemických závodů, kde se oxiduje manganistanem
- Ve vodách v různých oxidačních stupních, vztahy mezi formami výskytu jsou složité a doposud ne zcela objasněné
- V neutrálním prostředí je Mn přítomen převážně jako jednoduchý iont  $\text{Mn}^{2+}$  a jako komplexní kationt  $[\text{MnHCO}_3]^+$
- Za nepřítomnosti kyslíku jsou nečastější manganaté soli
- V alkalickém prostředí za přítomnosti kyslíku je poměrně rychle oxidován na vyšší oxidační stupně (III a IV)
- Významný je i biochemická oxidace manganovými bakteriemi



# Nejdůležitější kationty ve vodách

- **Mangan** – zvýšený obsah Mn signalizuje i zvýšený obsah Fe, obvykle se v povrchových vodách zjišťují koncentrace pod  $1 \text{ mg.l}^{-1}$ , často pouze stopová množství
- Větší množství manganu vyvolává nepříjemnou stahující chuť (již od  $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$ )
- V podzemních vodách je Mn více než ve vodách povrchových, minerální vody jsou na Mn poměrně chudé
- V mořské vodě je Mn v nepatrných koncentracích  $2-4 \text{ } \mu\text{g.l}^{-1}$
- Vyšší oxidační stupně Mn zbarvují materiály (přísná limitace v potravinářském, papírenském a textilním průmyslu)
- I v malých koncentracích Mn se mohou pomnožit manganové bakterie a dochází pak k ucpávání vodovodního potrubí, v pitné vodě je max. povoleno  $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$  Mn
- Stanovení Mn atomovou absorpční spektrofotometrií nebo fotokolorimetricky nejčastěji oxidací na manganistan draselný

## Nejdůležitější kationty ve vodách

- **Mangan** – sloučeniny manganu jsou pouze slabě toxické pro vodní živočichy pouze s výjimkou manganistanu draselného, který je toxičtější
- Letální koncentrace Mn: Pd 100 mg.l<sup>-1</sup>, Po 150 mg.l<sup>-1</sup>, K 700 mg.l<sup>-1</sup>, L 1500 mg.l<sup>-1</sup>
- Letální koncentrace manganistan draselný K 40 mg.l<sup>-1</sup>, Oř 6 mg.l<sup>-1</sup>
- Manganatá sůl se využívá ke stanovení kyslíku ve vodě
- Manganistan draselný se používá k léčebným koupelím ryb

# Nejdůležitější kationty ve vodách

- **Železo** – do vod nejčastěji vyluhováním z železných rud: pyrit  $\text{FeS}_2$ , křevel  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , magnetovec  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , hnědel  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , siderit  $\text{FeCO}_3$  a hlinitokřemičitanů, rozpouštění napomáhá přítomnost  $\text{CO}_2$  a humusových kyselin
- Umělým zdrojem železa jsou odpadní vody z drátoven, válcoven a také korozní procesy v potrubí
- Ve vodách nejčastěji v oxidačním stupni II (bezkyslíkaté prostředí) a III (kyslíkaté prostředí) v rozpuštěné nebo nerozpuštěné formě, část Fe i v koloidním stavu
- V podzemních vodách až několik desítek  $\text{mg.l}^{-1}$  Fe, v prostých povrchových desetiny až jednotky  $\text{mg.l}^{-1}$  Fe
- Vyšší obsah Fe v kyselých vodách (rašeliniště) - indikátor málo úrodných vod
- V normě pro pitnou vodu je koncentrace Fe limitována hodnotou  $0,3 \text{ mg.l}^{-1}$
- V mořské vodě kolísá obsah železa od  $0,01$ - $0,2 \text{ mg.l}^{-1}$

# Nejdůležitější kationty ve vodách

- **Železo** – v bezkyslíkatém redukčním prostředí, v podzemních vodách a u dna nádrží se Fe vyskytuje v oxidačním stupni II jako rozpuštěné, zejména ve formě  $\text{FeCO}_3$ ,  $\text{FeS}$  a  $\text{Fe(OH)}_2$
- V přírodních vodách převažuje forma  $\text{FeCO}_3$ , v silně alkalické oblasti potom  $\text{Fe(OH)}_2$ , ve vodách obsahujících sirovodík pak  $\text{FeS}$ , pokud jsou přítomny fosforečnany mohou reagovat s  $\text{Fe}^{2+}$  za vzniku málo rozpustného  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$
- V kyslíkatém oxidačním prostředí je železo nejčastěji v oxidačním stupni III, ve formě hydratovaného oxidu železitého (červenohnědé sraženiny  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ )
- Mnoho organických látek je schopno tvořit rozpustné komplexy s  $\text{Fe}^{3+}$ , čímž se vyskytují vyšší koncentrace rozpuštěných forem Fe v přírodních vodách
- Oxidace  $\text{Fe}^{2+}$  na  $\text{Fe}^{3+}$  probíhá rychleji v zásaditém prostředí a za přítomnosti světla

# Nejdůležitější kationty ve vodách

- V přírodních vodách dochází ke stratifikaci Fe, v zimním a letním období se hromadí rozpuštěné i nerozpuštěné formy Fe u dna, jsou redukovány na  $\text{Fe}^{2+}$ , při cirkulacích návrat do vodního sloupce oxidace na  $\text{Fe}^{3+}$  a hydrolýza
- Přes léto vysrážení Fe do sedimentů, pokud u dna anaerobní podmínky a  $\text{CO}_2$ , Fe v oxidačním stupni II v rozpuštěné formě, pokud u dna sirovodík je Fe poutáno do sedimentů ve formě FeS
- Stanovení Fe atomovou absorpční spektrofotometrií, využívá se i fotokolorimetrické stanovení s rhodanidem draselným
- Železo ovlivňuje sensorické vlastnosti vody a to barvu, chuť a zákal. Chuťové závady se projevují při koncentracích 0,5-1,5  $\text{mg.l}^{-1}$  Fe. Již v koncentracích kolem 0,5  $\text{mg.l}^{-1}$  může Fe způsobovat zákal vody oxidací v aerobních podmínkách, nebo může být příčinou nadměrného rozvoje železitých bakterií (ucpávání potrubí, odumírání, zápach)
- Fe může zanechávat rezavé skvrny na různých materiálech

# Nejdůležitější kationty ve vodách

- **Železo** – v rybářských provozech mohou vyšší koncentrace Fe způsobit značné problémy, především v odchovných ranných stadiích ryb a líhních
- Fe se sráží na alkalicky reagujících žábrách ryb a na jikrách. Sraženina zabraňuje výměně plynů, dochází k pomnožení železitých bakterií a úhynům jiker a ryb
- Úprava přítokových vod (prokysličení – vysrážení Fe v oxidačním stupni III)
- Nejčastější problémy u vod s nižším pH (chov lososovitých ryb)
- Koncentrace Fe v rozpuštěné formě je limitována pod 0,2 mg.l<sup>-1</sup> pro kaprovité a pod 0,1 mg.l<sup>-1</sup> pro lososovité