

## Odstraňování manganu při úpravě vody adsorbentem na bázi $\text{TiO}_2$

Posláním Strategie AV21 Akademie věd ČR je špičkový výzkum zaměřený na problémy a výzvy, kterým čelí současná společnost. Proto je i ve spojení se Strategií AV21 používáno motto „Špičkový výzkum ve veřejném zájmu“. Jedním z výzkumných programů AV21 je také Voda pro život. Voda je základním předpokladem existence života, podstatným činitelem životního prostředí, jedním z klíčových přírodních zdrojů a nenahraditelnou surovinou ve většině hospodářských odvětví. V současné době ale řada vodních zdrojů, ať už vlivem klimatických změn nebo nevhodným hospodařením v krajině, čelí tlaku, v jehož důsledku dochází ke zhoršení jejich kvality. Na to musí pružně reagovat technologie úpravy vody, která musí být schopna odstranit organické i anorganické látky přírodního i antropogenního původu tak, aby byla zachována kvalita pitné vody.

S podporou Strategie AV21 se vědci ze skupiny Úpravy vody z Ústavu pro Hydrodynamiku AV ČR (ÚH) vedené doc. Martinem Pivokonským ve spolupráci s výzkumnou skupinou z Ústavu analytické chemie AV ČR (ÚACH), vedenou doc. Janem Šubrtem zabývali výzkumem odstraňování manganu pomocí nově syntetizovaného adsorbentu na bázi oxidu titaničitého. Na spolupráci se dále podílela katedra biologických a biochemických věd, Fakulty chemicko-technické na Univerzitě Pardubice (UP), kde byl adsorbent posuzován z hlediska toxicity a jeho zdravotní nezávadnosti a Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR (ÚSMH), který posuzoval adsorbent z hlediska struktury a chemického složení.

Mangan (Mn) je prvek, který se v přírodě vyskytuje zcela přirozeně. V povrchové vodě se koncentrace Mn pohybují v řádech setin nebo desetin  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . V podzemní vodě mohou být koncentrace Mn až o dva řády vyšší, tedy v jednotkách  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . Přítomnost manganu v pitné vodě je nežádoucí a je příčinou řady technologických a hygienických problémů. Zvýšené koncentrace manganu v pitné vodě negativně ovlivňují její organoleptické vlastnosti, hlavně chuť, zápach a barvu. Kromě toho bylo zjištěno, že dlouhodobá vyšší konzumace manganu může urychlit nástup Parkinsonovy choroby. Nedávné studie též potvrdily, že vyšší příjem manganu u dětí často vede ke kognitivním poruchám. Z technologického hlediska pak mangan způsobuje inkrustace v potrubí a představuje nežádoucí živý substrát pro rozvoj bakterií v distribuční síti. Z výše uvedených důvodů je zřejmé, že přítomnost manganu se v pitné vodě musí bedlivě sledovat a koncentrace překračující hygienický limit odstraňovat.

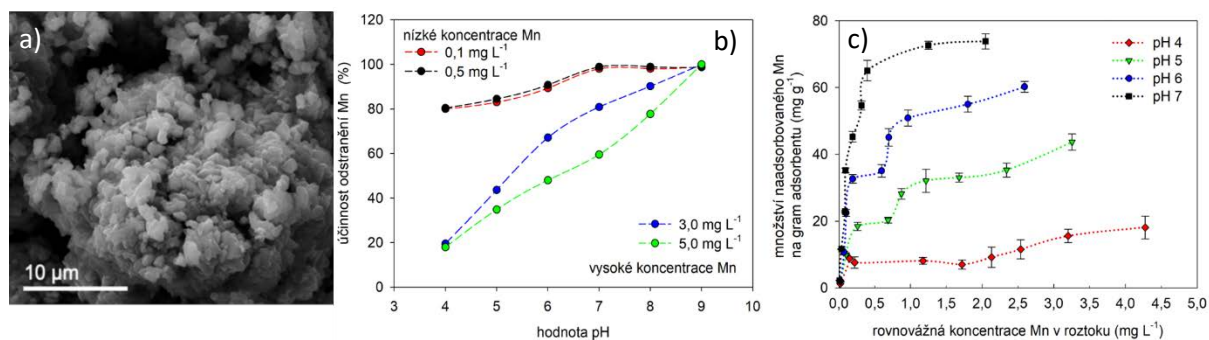


*a) manganová ruda nazývaná též jako burel b) vyšší koncentrace manganu se zpravidla vyskytují spolu s vyšší koncentrací železa, dohromady pak negativně ovlivňují organoleptické vlastnosti vody, pro ilustraci zde např. její barvu c) vysoké koncentrace manganu a železa mohou ve vodovodní síti vytvořit povlaky, které kromě ucpávání potrubí slouží jako živý substrát pro bakterie*

Běžné metody odstraňování manganu jsou založeny na oxidaci manganatých sloučenin, které jsou schopné vytvářet suspenzi odstranitelnou jednostupňovou či dvoustupňovou separací. Nejčastěji

používanými metodami jsou oxidace vzdušným kyslíkem a manganistanem draselným. Oxidací vzdušným kyslíkem je dosahováno mechanickým provzdušňováním, přičemž tento proces probíhá v silné závislosti na hodnotě pH. Tato hodnota by neměla klesnout pod 8,5. K odstranění manganu z vody je možné použít také tzv. kontaktní filtraci, kdy se mangan katalyticky oxiduje a zachycuje na povrchu preparované filtrační náplně potažené oxidem manganičitým. Dále lze využít oxidačních účinků ozonu. Jistou nevýhodou výše zmíněných metod je však nutná kontrola hodnoty pH, za které k odstraňování manganu dochází, což může být v praxi pro řadu úpraven vody problematické. Oxidační účinky ozonu jsou pak sice vysoké, ale provoz generátoru ozonu je energeticky nákladný, což pro zejména menší úpravy vody může představovat komplikace.

S využitím znalostí a moderních technologií se vědcům z ÚACH pod velením doc. Šubrtů podařilo syntetizovat adsorbent na bázi  $\text{TiO}_2$  s jedinečnými sorpčními vlastnostmi. Jeho účinnost a použitelnost pak byla posuzována pomocí řady adsorpčních experimentů v laboratořích ÚH pod vedením doc. Pivokonského.



a) snímek povrchu struktury syntetizovaného adsorbentu na bázi oxidu titaničitého ze skenovacího elektronového mikroskopu b) c) výsledky rovnovážných adsorpčních experimentů při různých počátečních koncentracích a hodnotách pH

Účinnost adsorbentu byla zkoumána při různých počátečních koncentracích manganu a při různých hodnotách pH. Výsledky naznačují, že za typických hodnot pH surové vody a běžných počátečních koncentrací Mn (pH 6,5–7,5 a koncentrace Mn až  $0,5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ), je tento adsorbent schopen odstranit dostatečné množství manganu, aby byl splněn přísný hygienický limit pro pitnou vodu ( $0,05 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  Mn) i za použití velmi nízkých dávek adsorbentu (do  $40 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ). Kromě toho bylo ve spolupráci s UP a ÚSMH ověřeno, že tento adsorbent neobsahuje ani neuvolňuje žádné nečistoty, tedy je zdravotně nezávadný a vhodný k použití při úpravě vody. Dosavadní provedený výzkum naznačuje, že tento nový sorbent na bázi  $\text{TiO}_2$  by mohl v budoucnu sloužit jako alternativa ke konvenčním metodám odstraňování manganu během úpravy pitné vody.

V současné době se již pracuje na přípravě granulové formy zmíněného adsorbentu, aby bylo možné jej využít v tlakových filtrech podobně jako dnes již hojně používané granulované aktivní uhlí. Výhoda granulové formy je v možnosti její regenerace, a tedy snížení nákladů na provoz úpravy pitné vody.

Přenesení teoretických znalostí a laboratorního výzkumu do praxe je klíčové k dosažení nejlepších výsledků jak z hlediska kvality upravené vody, tak z ekonomického hlediska.