

ADSORPCE ORGANICKÝCH LÁTEK PRODUKOVANÝCH FYTOPLANKTONEM NA AKTIVNÍM UHLÍ

Ivana KOPECKÁ^{1,2}, Magdalena BAREŠOVÁ^{1,2}, Jana ŠAFAŘÍKOVÁ^{1,2}, Martin PIVOKONSKÝ^{1,2}

¹Ústav pro hydrodynamiku, Akademie věd České republiky, Praha, Česká republika

²Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze, Česká republika
kopecka@ih.cas.cz

Klíčová slova: adsorpce, aktivní uhlí, organické látky produkované fytoplanktonem (AOM)

ÚVOD

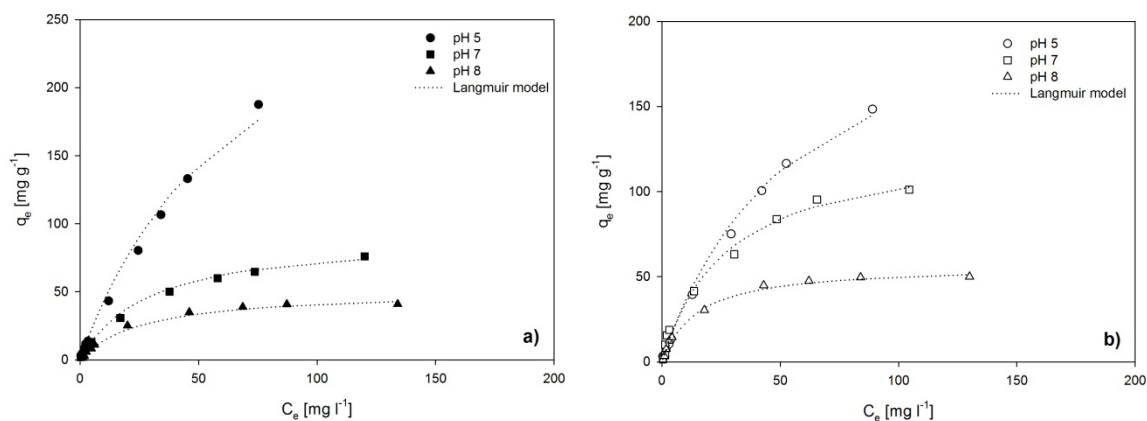
Organické látky produkované fytoplanktonem (AOM, Algal Organic Matter) se nachází ve většině povrchových zdrojů pitné vody a společně s látkami huminového charakteru patří mezi přírodní organické látky (NOM, Natural Organic Matter). Fytoplankton uvolňuje tyto látky do vodního prostředí po odumření buněk jako celulární organické látky (COM, Cellular Organic Matter) nebo během života jako metabolické produkty, tzv. extracelulární organické látky (EOM, Extracellular organic matter) (Henderson et al., 2008). Při vysokých koncentracích AOM negativně ovlivňují kvalitu pitné vody i účinnost její produkce (zvýšená spotřeba koagulačních činidel, zanášení membrán, tvorba vedlejších produktů dezinfekce a toxinů, aj.) (Her a kol., 2004; Takaara a kol., 2010). Zatímco adsorpci NOM huminového charakteru byla v minulosti věnována značná pozornost, v případě AOM existuje jen velmi omezené množství adsorpčních studií. Cílem této práce proto je zhodnocení účinnosti granulovaného aktivního uhlí (GAU) při odstraňování COM izolovaných z *Microcystis aeruginosa*, jedné z nejhojnějších sinic v povrchových zdrojích pitné vody.

METODIKA

Rovnovážné a kinetické adsorpční testy byly provedeny s COM peptidy < 10 kDa (koncentrace 1 – 100 mg L⁻¹) a GAU Picabiol (Pica Carbon, Francie) a Filtrasorb (Chemvicon Carbon, Belgie) (dávka 1 – 400 mg L⁻¹) při různém pH (5, 7 a 8) a nízké (0,01 M NaCl) a vysoké (0,3 M NaCl) iontové síle (IS). Vlastnosti GAU byly charakterizovány fyzikální adsorcí N₂ a stanovením povrchového náboje. Peptidy izolované z COM sinice *M. aeruginosa* byly charakterizovány analýzou molekulových hmotností (MH) pomocí HPSEC a titračním stanovením funkčních skupin. Získaná experimentální data z rovnovážných adsorpčních testů byla modelována pomocí Freundlichovy a Langmuirovy izotermy a kinetická data pomocí kinetiky pseudo-prvního a pseudo-druhého řádu.

VÝSLEDKY

Výsledky rovnovážných testů při různém pH jsou patrné z Obr. 1. Nejvyšší adsorpční kapacity pro COM peptidy bylo v případě obou použitých GAU dosaženo při pH 5. S rostoucí hodnotou pH na 7 a 8 pak množství adsorbovaných peptidů klesalo. Stejný trend potvrdily i kinetické testy, na základě kterých byly pro obě uhlí zjištěny nejvyšší hodnoty kinetických rychlostních konstant při pH 5. Při pH 5 je povrch Picabiolu záporně nabitý ($pH_{nulového\ bodu\ náboje} = 3,5$) a adsorpce tak byla posílena silnými elektrostatickými



Obr. 1 Adsorpční izotermy COM peptidů na GAU Picabiol (a) a Filtrasorb (b) při pH různém pH.

interakcemi mezi povrchem GAU a kladnými funkčními skupinami peptidů (např. $=\text{NH}^{2+}$, $-\text{NH}^{3+}$). S růstem pH však záporný náboj Picabiolu výrazně sílí, zároveň dochází i k disociaci funkčních skupin peptidů (např. $-\text{COO}^-$) a adsorpce je tak při vyšším pH potlačena odpudivými elektrostatickými silami.

V případě Filtrasorbu ($\text{pH}_{\text{nulového bodu náboje}} = 8,6$) převažuje při pH 5 na jeho povrchu kladný náboj, který ale s růstem pH postupně klesá až téměř k neutrálnímu při pH 8. Přitažlivé elektrostatické síly mezi povrchem tohoto uhlí a $-\text{COO}^-$ skupinami peptidů, které řídily adsorpci při pH 5, tak postupně slábnou a adsorpce klesá.

Výsledky adsorpčních testů při pH 5 – 8 a nízké (0,01 M NaCl) a vysoké (0,3 M NaCl) iontové síle jsou patrné z Obr. 2. V případě Picabiolu vedla zvýšená IS k vyšší adsorpci peptidů při všech hodnotách pH v porovnání s testy bez přidaného NaCl (Obr. 1). Větší množství peptidů bylo naadsorbováno díky odstínění záporného náboje Picabiolu přidanou solí, které vedlo k omezení repulze mezi povrchem GAU a disociovanými skupinami peptidů. Celkové množství adsorbovaných peptidů bylo vyšší i v případě Filtrasorbu při pH 5 a pH 8, kdy přidaná sůl pomohla posílit přitažlivé interakce mezi povrchem GAU a disociovanými skupinami peptidů. Vliv zvýšené IS byl ale zcela odlišný při pH 7, kdy adsorpce peptidů poklesla o 20,5 % (0,01 M NaCl) a o 41,4 % (0,3 M NaCl). Přídavek soli v tomto případě naopak vedl k odstínění přitažlivých sil mezi kladně nabitým povrchem GAU a zápornými skupinami peptidů.

Výsledky HPSEC analýz vzorků po adsorpci prokázaly, že z COM peptidů s $\text{MH} < 10$ kDa se na obou testovaných uhlích adsorbují do určité míry všechny identifikované frakce peptidů (1 – 9,5 kDa). Přednostní odstranění však bylo pozorováno zejména pro peptidy s nižší MH v rozmezí 1 – 4 kDa.

ZÁVĚRY

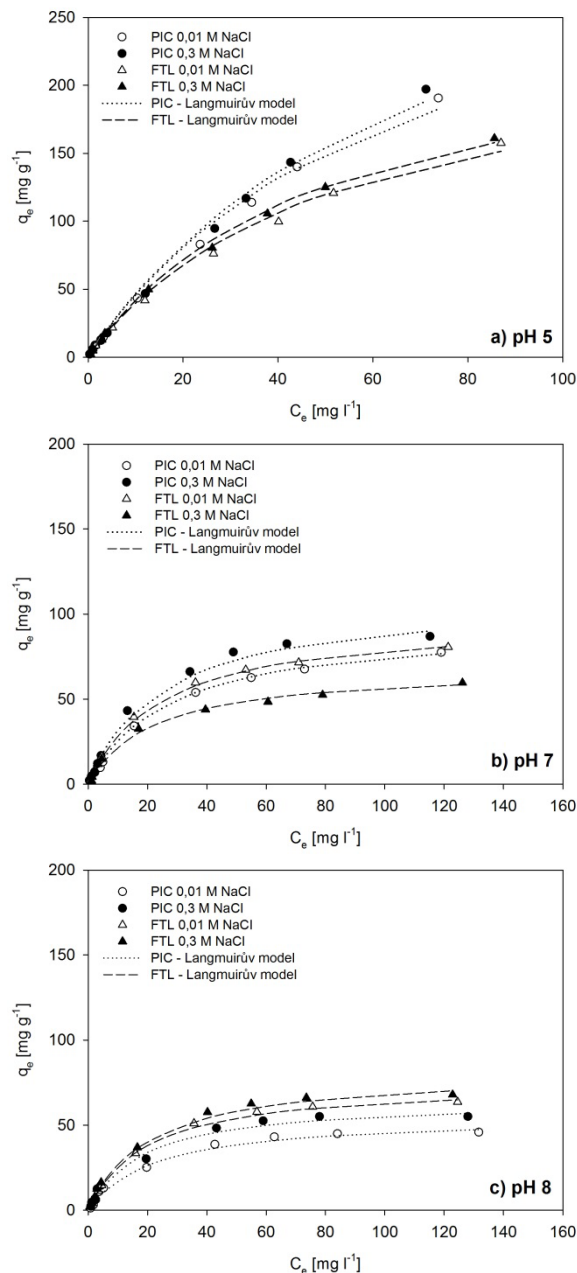
Studie potvrdila, že granulované aktivní uhlí lze využít pro účinné odstranění některých skupin AOM při úpravě pitné vody. Účinnost tohoto procesu je však výrazně závislá na reakčních podmínkách, zejména pH a iontové síle.

PODĚKOVÁNÍ

Studie vznikla v rámci projektu č. P105/11/0247. Autoři děkují za finanční podporu studie.

LITERATURA

- Henderson, R.K., Baker, A., Parsons, S.A., Jefferson, B., 2008. Characterisation of algogenic organic matter extracted from cyanobacteria, green algae and diatoms. *Water Research* 42(13), 3435-3445.
- Her, N., Amy, G., Park, H.-R., Song, M., 2004. Characterizing algogenic organic matter (AOM) and evaluating associated NF membrane fouling. *Water Research* 38(6), 1427-1438.
- Takaara, T., Sano, D., Masago, Y., Omura, T., 2010. Surface-retained organic matter of *Microcystis aeruginosa* inhibiting coagulation with polyaluminum chloride in drinking water treatment. *Water Research* 44(13), 3781-3786.



Obr. 2 Vliv iontové síle roztoku na adsorpci COM peptidů při pH 5, 7 a 8.

však výrazně závislá na reakčních podmínkách,