



Zhodnotenie sorpčnej kapacity upravenej drevnej biomasy pre päťmocný arzén

Pavol Littera

Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra ekozozológie a fyziotaktiky, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava; littera@fns.uniba.sk

Úvod a formulácia cieľa

Kontaminácia vodného prostredia arzénom predstavuje vážnu hrozbu pre životné prostredie. V dôsledku dlhodobej expozície vznikajú u ľudí chronické otravy, ktoré sa prejavujú najmä poruchami pigmentácie a hyperkeratózami kože, prípadne vredmi a gangrénami [1]. K ďalším symptómom patria kardiovaskulárne a gastrointestinálne choroby, pričom viaceré epidemiologické štúdie poukazujú na karcinogénne účinky arzénu [2].

Jednou z alternatívnych metód odstraňovania arzénu z kontaminovaných vôd je využitie biosorpcie. Táto metóda je založená na viazaní arzénu z vodného prostredia na povrch tuhého materiálu biologického pôvodu. K výhodám biosorpcie patrí najmä možnosť zužitkovať biomasu, ktorá je obnoviteľným prírodným zdrojom a zároveň vzniká vo veľkých množstvách ako odpadový produkt poľnohospodárstva alebo potravinárskeho a farmaceutického priemyslu. V experimentálnych podmienkach boli ako efektívne biosorbenty použité napríklad biomasu mikroskopických húb, krabie panciere, odpad zo spracovania pomarančov a iné [3, 4].



V predkladanej práci je zhodnotená biosorpcia arzeničnanových oxyaniónov, ktoré predstavujú jednu z dvoch najbežnejších špecii arzénu vyskytujúc sa v kontaminovaných vodách. Ako sorbent bola použitá drevná biomasu, ktorá bola pre zvýšenie sorpčnej kapacity upravenej amorfnými oxyhydroxidmi železa, ku ktorým má arzén vysokú afinitu [5, 6].

Materiál a metódy

Príprava biosorbentu

Drevná biomasu (piliny) pochádzajúce z chemicky neupravenej smrekového dreva boli získané od Slovenskej firmy spracovávajúcej drevo. Piliny boli premyté v destilovanej vode, vysušené. Úprava oxyhydroxidmi železa bola vykonaná podľa postupu publikovaného autormi Pokhrel a Viraraghavan [6]. Do roztoku FeCl₃ (80 ml, 5 mol.l⁻¹) bol pridaný roztok NaOH (1 ml, 10 mol.l⁻¹), a 10 g drevnej biomasy. Zmes bola dobre premiešaná, niekoľkokrát premytá a dekantovaná aby boli odstránené rozpustné soli a následne vysušená (110 °C, 24 hod). Po vysušení bola biomasu podrobená preosiatu. V experimentoch bola použitá frakcia s veľkosťou častíc od 0,2 do 0,5 mm.

Sorpčia

Do 250 ml kadičiek bolo pridané 50 ml roztoku AsV s koncentraciami 20 mg.l⁻¹, 50 mg.l⁻¹, 100 mg.l⁻¹ a 500 mg.l⁻¹. Sorpcia prebiehala 2 hodiny v dynamických podmienkach pri 140 rpm (Unimax 2100, Heidolph, Nemecko). Následne bol biosorbent od vodnej fázy oddelený filtráciou. Obsah arzénu vo filtráte bol stanovený metódou prietokovej elektrochemickej coulometrie (EcaFlow 150, Istran, Bratislava, Slovensko).

Vyhodnotenie výsledkov matematickými modelmi

Pre interpretáciu výsledkov boli použité Langmuirov a Freundlichov model. Langmuirov model bol použitý v tvare:

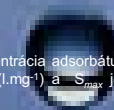
$$S_{eq} = S_{max} \frac{bC_{eq}}{1 + bC_{eq}} \quad [A]$$

kde S_{eq} je adsorpčná kapacita adsorbentu v rovnováhu (mg.g⁻¹), C_{eq} je rovnovážna koncentrácia adsorbátu v roztoku (mg.l⁻¹), b je koeficient zodpovedajúci energii adsorpcie, resp. afinite viazaných častíc k adsorbentu (l.mg⁻¹) a S_{max} je maximálna adsorpčná kapacita daného adsorbentu (mg.g⁻¹).

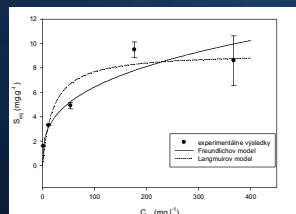
Freundlichov model bol použitý v tvare:

$$S_{eq} = K_F C_{eq}^N \quad [B]$$

kde K_F je sorpčná kapacita sorbentu pri jednotkovej rovnovážnej koncentrácii (l.g⁻¹) a N je konštanta zodpovedajúca heterogenite väzbových miest sorbentu.



Výsledky a diskusia



Obr. 1 Grafické zobrazenie Langmuirovho a Freundlichovho modelu sorpcie AsV na upravenej drevnej biomase.

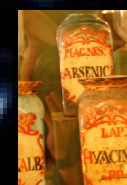
V Tab. 1 sú uvedené parametre Langmuirovho a Freundlichovho modelu vypočítaných pre získané experimentálne výsledky, na Obr. 1 je grafické zobrazenie oboch modelov. Ako vyplýva z hodnôt koeficientov korelácie (r^2), pre interpretáciu experimentálnych výsledkov sú vhodné oba modely. Mierne Maximálna sorpčná kapacita upravených pilín bola 9,259 mg.g⁻¹, čo je porovnateľné s výsledkami publikovanými inými autormi. Napríklad Niu a kol. [3] zaznamenali maximálnu sorpčnú kapacitu AsV na krabie panciere upravené kyselinou chlorovodíkovou 8,25 mg.g⁻¹, maximálna sorpčná kapacita biomasy kvasiniek upravenej metyláciou karboxylových skupín zaznamenaná autormi Seki a kol. [7] bola 7,5 mg.g⁻¹, Kumari a kol. [8] stanovili maximálnu sorpčnú kapacitu biomasy rastliny *Moringa oleifera* na 8,33 mg.g⁻¹. Vzhľadom na to, že neupravená drevná biomasu má pre viazanie AsV veľmi nízku účinnosť [9], možno predpokladať, že AsV bol viazaný najmä na fázu amorfných oxyhydroxidov železa. Drevná biomasu je v tomto prípade nosičom sorbentu a tiež zlepšuje jeho mechanické vlastnosti.

Tab. 1 Parametre a koeficienty korelácie Langmuirovho a Freundlichovho modelu

Langmuirov model:			Freundlichov model:		
S_{max}	b	r^2	K_F	N	r^2
9,259	0,049	0,984	1,369	0,336	0,968

S_{max} , maximálna sorpčná kapacita (mg.g⁻¹); K_F , Langmuirova konštanta; K_F , sorpčná kapacita pri jednotkovej rovnovážnej koncentrácii AsV v roztoku; N , Freundlichova konštanta

V ďalších experimentoch bude vhodné zamerať sa na skúmanie ďalších charakteristík biosorbentu, ktoré sú nevyhnutným predpokladom jeho aplikácie v praxi. Ide predovšetkým o kinetiku viazania AsV, zistenie optimálneho dávkovania sorbentu a tiež stanovenie optimálneho pH pre biosorpciu.



Literatúra

- [1] Tseng C.-H.: J. Environ. Sci. Health 23, 2005, p. 55.
- [2] Bates M.N., Smitk A.H., Hopenhayn-Rich H.: Am. J. Epidemiol. 135, 1992, p. 462.
- [3] Smedley P.L., Kinniburgh D.G.: Appl. Geochem. 17, 2002, pp. 517.
- [4] Niu C. H., Volesky B., Cleiman D.: Water Res. 41, 2007, p. 2473.
- [5] Pokhrel D., Viraraghavan T.: Water Res. 40, 2006, p. 549.
- [6] Seki H., Suzuki A., Maruyama H.: J. Colloid. Interface. Sci. 281, 2005, p. 261.
- [7] Kumari P., Sharma P., Srivastava S. et al.: J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 32, 2005, p. 521.
- [8] Littera P., Urík M., Ševc J. et al.: Geochémia 2008, Zborník recenzovaných príspevkov, Bratislava, 2008, s. 89.
- [9] Mohan D., Pittman Jr. Ch.U. 2007: Arsenic removal from water/wastewater using adsorbents – A critical review. J. Hazard. Mater. 142, pp. 1 – 53.

Záver

V práci bola zhodnotená sorpčná kapacita drevnej biomasy upravenej oxyhydroxidmi železa. Pre zhodnotenie experimentálnych výsledkov bol vhodný Langmuirov aj Freundlichov model. Maximálna sorpčná kapacita skúmaného sorbentu bola 9,259 mg.g⁻¹, čo je porovnateľné s hodnotami publikovanými inými autormi.

Príspevok bol vypracovaný v rámci projektov: VEGA 1/1003/09 a VEGA 1/4361/07.

