

Deamonifikace – aktivní biologický přístup k nadbytku amonných iontů ve skládkových vodách

Ing. Martina Siglová, PhD., Ing. Jiří Mikeš, Ing. Miroslav Minařík
EPS, s.r.o., V Pastouškách 205, 686 04 Kunovice,
e-mail: vyvoj@epsro.cz, www.epsro.cz

amonné ionty, eutrofizace, deamonifikace, biofilmy, aplikace v reálném systému

Vysoký obsah amonných iontů v odpadních vodách vzniklých v procesu zpracování odpadů (ČOV, skládky) obsahuje v řadě případů vysoký podíl amonných iontů (700 – 1800 mg/L). V případě ČOV to může reprezentovat až 30 % celkového množství dusíku, který musí být bráno v úvahu v rámci čistírenského procesu (Seyfried, 2001). V případě zvýšeného obsahu amonných iontů ve skládkových odpadních vodách zase vyvstává nebezpečí spojené s nežádoucím navýšením podílu obsahu skupiny látek (dusíkatá hnojiva a fosfáty) a s tím související nadměrnou eutrofizací vyvolanou lidskou činností. Vedle zemědělské činnosti totiž existuje řada signifikantních zdrojů přispívajících k tomuto nežádoucímu fenoménu (prací prášky, průsaky a smyvy z úložišť odpadu biologického charakteru. Důsledkem nadměrné eutrofizace je v první řadě s ohledem na vhodnost klimatických poměrů enormní nárůst organismů sdružených do planktonu, následné vyčerpání obsahu dostupného kyslíku, odumírání ekosystémů závislých na aerobní respiraci a zamoření prostředí metabolickými produkty generovanými anaerobní dekompozicí organické hmoty.

Tradiční nitrifikační a denitrifikační procesy uplatňující se v procesu konverze dusíkatých látek v rámci biogeochemických cyklů vyžadují výrazně vysoký přísun energie a mají-li se cíleně iniciovat, je nutné zabývat se otázkou dodávky vhodného externího substrátu, kde se nutně musí hledat průsečík ekonomické rentability a fyziologicko-metabolických požadavků biologických konsorcií zodpovědných za provádění těchto transformací hmoty. Nicméně existuje alternativní cesta, která ukrývá mohutný potenciál uplatnění v těch případech, kdy je nutné aktivně přispět ke snížení hladiny obsahu amonných iontů v prostředí odpadní vody. Tímto biologickým nástrojem je proces deamonifikace pomocí vhodných konsorcií mikrobiálních činitelů, které si díky synproporciačnímu charakteru celého metabolického spektra nekladou vysoké nároky na dodávku alternativního zdroje uhlíku a energie a kinetika procesu vyžaduje nízký poměr mezi rozpustným organickým uhlíkem v odpadní vodě přítomným ku obsahu utilizovatelných dusíkatých zdrojů. Další skutečností, kterou lze proměnit ve výhodu, je, že v přirozených podmínkách k těmto dějům dochází s agregovanými a adherovanými biologickými společenstvy. Nabízí se možnost využití technických systémů na bázi biofilmu, kde se lze vytvořenými podmínkami přiblížit optimálnímu stavu potřebnému pro probíhání přeměny redukované formy dusíku do podoby atmosférického plynu. Poslední nespornou devizou řešení problému souvisejících s nežádoucí nadměrnou eutrofizací je nenáročnost populací na dodávku kyslíku, resp. na nastolení podmínek striktní anaerobiózy.

Ze současného stavu poznání je možné extrahovat následující stěžejní fakta. Deamonifikační proces vyžaduje nízkou hodnotu poměru obsahu uhlík vs. dusík a dostatečnou hladinu amonných iontů. Vlastní transformace amonného kationu je dvoustupňový proces, v jehož primární fázi nastává biologicky katalyzovaná parciální oxidace amonného iontu, jejíž hlavním produktem je dusitan a snížení hodnoty pH systému. Iony dusitanu penetrují do hlubších vrstev biofilmu, kde reakční prostředí získává vyšší míru

anaerobního charakteru a v podmínkách nízké hodnoty redox potenciálu představuje vzniklý dusitan vhodný typ akceptoru elektronu. V synproporciační reakci dochází k přenosu elektronů z redukčního činidla (amonného iontu) za vzniku dominujícího podílu dusíku (plynu) a dusičnanu jako vedlejšího reakčního produktu, jenž je zužitkován doprovodnými reakčními pochody na bázi denitrifikace (synergizující denitrifikační populace). Na obou typech hlavních poloreakcí popsaných výše se podílejí dvě různá mikrobiální konsorcia kooperující v prostředí biofilmu. Na anaerobní respiraci amonných iontů se často podílejí bakterie rodu *Planctomycetales*. Z hlediska uspořádání systému je možné hledat inspiraci v přirozených systémech, kde nosičem deamonifikačních bakterií jsou volně unášené částice pevné organické hmoty. Biofilmový reaktor tudíž může být koncipována jako zařízení vyplněné nosiči s prostým vnějším povrchem, jejichž vnitřní prostor představuje vhodný prostor pro uchycení obou mikrobiálních populací.

Vlastní experimentální práce je založená na čtyř-etapovém projektu. V prvních fázích projektu je věnovaná podstatná část pozornosti screeningovým pracím, v nichž dominuje zejména potřeba přestavení metodologických postupů studia tohoto jevu v laboratorních podmínkách. Pilotní screeniny koncipované jako experimenty prováděné na zařízení Bioscreen jsou paralelně doplněny o simulaci podmínek, jež jsou předpokladem pro využívání amonných iontů tímto způsobem. Koncept pokusu představuje matice dílčích kultivací, kde se hledá korelace mezi optimálním obsahem amonných iontů, limitující hladiny rozpustného organického uhlíku vs. zdroje dostupného dusíku a mikrobiálními kmeny. Jejich zdroji je jak velká široce zastoupená firemní sbírka taxonů disponujících bioremediačními schopnostmi, tak také izoláty z prostředí aktivovaných kalů, šlemů a podobných kompaktních struktur získaných v podmínkách s předpokládaným výskytem mikroorganismů disponujících metabolickou aktivitou přizpůsobit se organicky chudším podmínkám a vyšším hladinám amonných iontů (skládkové vody, zařízení ČOV).

Po selekci a vyhodnocení by měla následovat série laboratorních zkoušek spojených s vývojem kultivačního systému na bázi laboratorního rotátoru s možností regulace a studia podmínek přítomnosti kyslíku, nutrientů, redox potenciálu a podobně.

Třetí fáze poskytne informace o metabolickém potenciálu vyselektovaných konsorcií a na jejím výstupu by měl být soubor klíčových poznatků, které se stanou podkladem pro návrh pilotních zkoušek a později k vlastní realizaci tohoto procesu.

Poslední částí by měl být konkrétní návrh uspořádání systému vyhovující legislativně-ekonomickým nárokům, který by měl aktivně přispívat k eliminaci podílu amonných iontů v odpadních vodách a přispět k rozšíření spektra technologií využívaných v procesech nakládání s odpady, jež je možné ošetřovat biologickým způsobem.

Seyfried, CF, Hippen A, Helemr C, Kunst S, Rosenwinkel, KH: One-stage deamonification: nitrogen elimination at low costs. *Water Science and Technology* 1 (1), 71-80, 2001

