

NABÍHÁNÍ FILTRŮ NA STUDENOVODNÍM RAS DÁNSKÉHO TYPU STARTING OF THE BIOFILTERS AT DANISH TYPE COLD WATER RAS

Š. LANG, R. KOPP, J. MAREŠ

Mendelova univerzita v Brně, Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Zemědělská 1, 613 00 Brno, e-mail: xlang0@node.mendelu.cz

Abstract

Starting of the biofilter function is tricky especially when the temperature of the water is low. Normal time to start the cold water biofilter (nitrification) naturally at temperatures below 15 °C is longer than one and half month. This time can be lowered as much as three times with use of the inoculation (bioaugmentation) with right bacterial consortium and proper beginning management of the filter and farm. Lowering of the startup time of the filter allows the farmer to start intensive feeding of the fish earlier and reduces the possibility of the broodstock loss because of ammonia and nitrites intoxication. This reduces the cost of the fish production especially in high energy consuming systems.

Klíčová slova: recirkulace, nízká teplota, nitrifikace, bioaugmentace

Keywords: recirculation, low temperature, nitrification, bioaugmentation

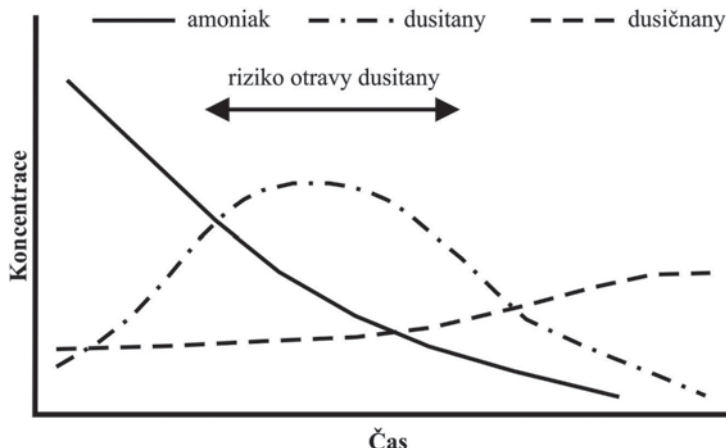
CHARAKTERIZACE SYSTÉMU

Studenovodní systémy dánského typu postavené v České republice a obecně po celé Evropě jsou systémy s vertikálním rozložením využívající minimální rozdíly hladin v systému. Jsou to systémy založené na vhánění velkého množství vzduchu do vody za účelem zajištění její cirkulace, okysličení a odplynění. Další využití vzduchu v systémech je nezbytné pro pohyb plovoucího filtru a odkalování filtrů ponořených. Filtry jsou naplněny plastovými elementy s velkým specifickým povrchem, na kterých se rozvíjí bakteriální mikrobiota žádoucích, chemolitotrofních bakterií, a při přemnožení i méně žádoucích heterotrofních bakterií. Pro zajištění dostatečného odbourávání zplodin metabolismu ryb chovaných v RAS je nezbytné jejich dostatečné namnožení, které je časově poměrně zdlouhavé (Jokumsen a Svendsen, 2010). Proto je nezbytné biofiltry zatěžovat postupně s pozvolným nárůstem biomasy ryb a množství předkládaného krmiva. Pro zkrácení období náběhu biofiltru je možné použít bioaugmentace (vnesení bakterií do systému/biofiltru) a „krmení“ biofiltru (Bartolík a kol., 2011; Bolmann a Laanbroek, 2001; Musmann a kol., 2013).

ZÁBĚH BIOFILTRU

Pokud biofiltr začneme zatěžovat přísunem amoniaku, začne se v něm vytvářet mikrobiota nejdříve nitritačních, a posléze i nitratačních bakterií. Nitrifikační bakterie rostou pomalu. Jejich přírůstek je i při 20 °C jen o 60 a 45 % (nitritační a nitratační) původní biomasy za den (Painter a Loveless, 1983). V nově postaveném, nebo kompletně vydesinfikovaném biofiltru je nitrifikačních bakterií minimum a proto jeho přirozený náběh trvá dlouhou dobu. Rychlost růstu bakterií ve studenovodních systémech navíc zpomaluje nízká teplota. Bereme-li 100 % aktivitu bakterií při 20 °C, je obecně počítáno se snížením intenzity metabolismu a tím i rychlosti růstu bakterií při poklesu teploty o 5 °C o 25 % (Shang a kol., 2009). To ovšem není zcela přesné, protože i při teplotách blízkých se 0 °C vykazují biologické filtry určitou aktivitu (Hoang a kol., 2014). Orientační průběh změn obsahů dusíkatých látek ve vodě během záběhu biofiltru zobrazuje obr. 1. Hodnoty na osách nejsou znázorněny záměrně, protože jejich výše

a časový průběh změn jejich poměrů je závislý na biomase nitrifikačních bakterií v systému, intenzitě jejich „krmení“ amoniakem a dusitany a hlavně teplotě vody. Průběh křivek, který je při přirozeném záběhu biofiltru poměrně plochý se využitím bioaugmentace a „krmením“ bakterií ve filtru zvyšuje (Bregnballe, 2010; Kamstra a kol., 1996; Avnimelech a kol., 1986).



Obr. 1. Změny obsahu jednotlivých forem dusíkatých sloučenin v průběhu přirozené kolonizace biofiltru nitrifikačními bakteriemi (Bregnballe, 2010, upraveno).

Fig. 1. Changes in the content of individual forms of nitrogen compounds during the natural colonization of biofilter with nitrification bacteria (Bregnballe 2010, modified).

PŘÍNOSEY BIOAUGMENTACE

Pojem bioaugmentace zahrnuje vnesení bakteriální mikroflóry do biofiltru buď čistého, nebo již zaběhlého, a to za účelem ovlivnění jeho funkce. Pod termínem „krmení“ biofiltru si můžeme představit dodání živin chemolitotrofním bakteriím (nitrifikačním) ve formě amonných iontů, popřípadě dusitanů. V porovnání s pomalým přirozeným náběhem biologické nitrifikace ve filtru a tudíž nutností omezení krmení a obsádky ryb při prvotním nasazení systému přináší použití bioaugmentace a „krmení“ biofiltru některé výhody. První výhodou je odstranění nebezpečí úhynu rybí obsádky vlivem otravy amoniakem nebo dusitany. Druhou výhodou je, i při relativně vysoké ceně kvalitního inokula, snížení nákladů na záběh biofiltru a rychlejší dosažení možnosti plného využití systému. Do nákladů na přirozený záběh biofiltru je nutné započítat energie spotřebované systémem během záběhu, náklady na obsluhu obsluhující zlomek běžného množství ryb, a v neposlední řadě i zadržení ryb v růstu, respektive nevyužití jejich růstového potenciálu (pokud jsou do systému nasazené malé ryby za účelem výkrmu). Při využití bioaugmentace a správného postupu při záběhu biologického filtru je množství spotřebované elektrické energie více než 8x nižší. To u systému, který při plném provozu spotřebovává 15 kW elektrické energie každou hodinu při 4 Kč.kWh⁻¹, znamená úsporu skoro 37 000 Kč¹.

¹ Pro kalkulaci byla použita cena inokula 20 000 Kč a doba záběhu 15 dní při teplotě kolem 13 °C. Cena chloridu amonného použitého pro „krmení“ bakterií je při použití částečného záběhu přibližně 350 Kč a při zabíhání celého ponořeného filtru 500 Kč. Použitím chloridu amonného zároveň v celém systému zvýšíme obsah chloridů o 6,9 resp. 11,8 mg.l⁻¹. Použití síranu amonného jako zdroje amoniaku sníží náklady na 50 resp. 75 Kč, ale nepřidá do systému chloridy. Na úspore se hlavně měrou podílí zkrácení doby záběhu na méně než polovinu a využití pouze malého dmychadla (3,5 kW) pro vzduchování ve filtrech. Další součástí je ušetření na krmivu a práci lidí atd.

METODIKA ZÁBĚHU BIOFILTRU

Pro záběh biologického filtru se zdá být nejvhodnější jeho inokulace nitrifikačními bakteriemi v co největší koncentraci, „nakrmení“ bakterií amoniakem a udržení vhodných podmínek pro růst bakterií a jejich přichycení na elementy v biologickém filtru.

Záběh biologického filtru při využití metody s bioaugmentací je prováděn bez recirkulace vody v systému. V případě dánského typu recirkulací je toto poměrně jednoduše dosažitelné v ponořených částech biofiltru a o něco hůře proveditelné v jeho plovoucí části. Ponořené části biofiltru je dobré oddělit od žlabu za plovoucím filtrem. Zamezí se tím cirkulaci vody a vyplavování těžkých elementů do tohoto prostoru. Poté do nich nadávkovat amoniak. Jako zdroj amoniaku obvykle poslouží chlorid amonný a poté je přidáno bakteriální inokulum. Udržení potřebné koncentrace amoniaku v plovoucím biofiltru je díky nemožnosti jeho oddělení od systému relativně složitější. Pro udržení optimálních podmínek je nutné v biofiltrech vzduchovat, aby obsah kyslíku neklesl pod 4 mg.l⁻¹. To by omezilo metabolismus a tím i růst a množení nitrifikačních, především nitratačních, bakterií (Stenstrom a Poduska, 1980; Nogueira a kol., 1998; Lazarova a kol., 1998). Vzduchování je nutno regulovat tak, aby se elementy pohybovaly co nejméně, ale bylo dosaženo dostatečného množství kyslíku v celém objemu biofiltru. Reakci vody (pH) je během záběhu nezbytné držet mezi 7,5 a 9,0 (Xiaoli a kol., 2010). Pro další odchov ryb je zvýšené pH nežádoucí. Zvýšení pH lze provést přidáním kalcinované sody (NaHCO₃), snížení pH pak prakticky jakoukoliv kyselinou. Úprava pH při jeho přílišném poklesu, nebo nárůstu nesmí být prováděna šokově. Při jednorázové změně pH o více než 0,5 (hlavně dolů) může dojít k šoku a následné autolýze nitrifikačních bakterií. Nitrifikační bakterie obsahují ve své DNA zakódovanou virovou DNA (profág), která může být prudkým poklesem pH i dlouhodobým působením nízkého pH aktivována a způsobit autolýzu většiny nitrifikačních bakterií ve filtru přítomných v horizontu pouhých 5 hodin (Choi a kol., 2010). Aplikaci kyseliny je vhodné buď rozdělit na více malých dávek, nebo kyselinu naředit do většího množství vody, snížit koncentraci, a poté postupně aplikovat (hadičkou samospádem z kádě, nebo nechat pomalu vytékat přes ventil na kanystru, lépe na více míst biofiltru najednou). V biofiltru je vhodné udržovat koncentraci amoniakálního dusíku na úrovni 2–4 mg.l⁻¹. Při poklesu obsahu amoniaku pod 2 mg.l⁻¹ je nutné jej doplnit. Ve fázi, kdy filtr začne denně pravidelně odbourávat 2 a více mg.l⁻¹ amoniakálního dusíku je potřeba zkontrolovat obsah dusitanů v systému. V tuto chvíli jsou dusitany v systému již nahromaděny (i v množství > 4 mg.l⁻¹) a během několika dní by je filtr měl odbourat. Ve chvíli poklesu koncentrace dusitanů na bezpečnou míru (to je dáno hodnotou chloridového čísla – poměr koncentrace chloridů ke koncentraci dusitanového dusíku - > 17, lépe > 24) je možné do systému nasazovat ryby a začít je krmit.

POZNÁMKY K ZÁBĚHU BIOLOGICKÉHO FILTRU

Z výše uvedeného vyplývá, že pro správný záběh biologického filtru je nutné udržet co možná nejstabilnější podmínky prostředí (teplota, pH), do prostředí přidat co největší množství nitrifikačních bakterií a zajistit jim optimální podmínky pro jejich růst a osídlení elementů v biologickém filtru. Důležité je rovněž minimalizovat pohyb elementů při dostatečném prokysličení prostředí. Nitrifikační bakterie při teplotě vody kolem 13 °C, dostatečně kolonizují prostředí biologického filtru zhruba do 15 (12) dnů. Poté filtr vykazuje stabilní nitrifikační aktivitu a je možné spustit recirkulaci v systému a zatížit ho obsádkou ryb a jejich krmením bez obav o jejich přežití v důsledku kumulace toxických dusíkatých sloučenin.

Snížení teploty o 5 °C vede k prodloužení doby záběhu biofiltru o cca 20 %. Tento efekt lze minimalizovat přidáním většího množství inokula. To však start biofiltru, při použití kvalitního, většinou relativně drahého preparátu, relativně prodražuje. Počítáme-li ale s mnohem delší dobou přirozeného záběhu biofiltru při nižších teplotách prostředí, investice do inokula se vždy

vyplatí. Záběh biologického filtru při spuštěné recirkulaci výrazně prodlouží dobu potřebnou pro vytvoření dostatečné bakteriální mikroflóry a zpomalí osídlení elementů v biologickém filtru. Navíc, protože je potřeba udržet v systému dostatečnou koncentraci amoniaku, by se toto prodražilo nutností aplikace chloridu amonného do celého objemu systému a ne jen do objemu filtrů. Celkový objem systému je přibližně pětinasobný. Zároveň při záběhu bez recirkulace celého objemu vody není nutné mít zapnutý hlavní pohon recirkulace, což omezí náklady na elektrickou energii.

SOUHRN

Použití metody záběhu biofiltru bez přítomnosti ryb v systému, při dodržení správného managementu a udržení potřebných fyzikálně-chemických parametrů, umožní chovateli ušetřit nemalé prostředky jak na energiích, tak na využití růstového potenciálu ryb a eliminaci ztrát způsobených intoxikací ryb dusíkatými látkami.

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce byla finančně podpořena projektem NAZV QJ1210013 „Technologie chovu sladkovodních ryb s využitím recirkulačních systémů dánskému typu se zaměřením na metody efektivního řízení prostředí a veterinární péče.“

Odkazy na výrobce některých námi vyzkoušených inokulačních preparátů:

1. <http://www.okrasnajezírka.cz>. Mojmír Spurný, tel. 608 780 880, e-mail: mojmir.spurny@post.cz
2. <http://www.biofuture.ie/productmore.html?code=27201>
3. <http://www.em-eko.com/chov-ryb.html>
4. <http://www.microbelift.com/products/pond-and-water-garden/pond-phos/pl-gel/>

LITERATURA

- Avnimelech, Y., Weber, B., Hepher, B., Milstein, A., Zorn, M., 1986. Studies in circulated fish ponds: organic matter recycling and nitrogen transformation. *Aquaculture and Fisheries Management*, 17: 231–242.
- Bregnballe, J., 2010. A guide to recirculation aquaculture. Eurofish, Copenhagen, Denmark, 66 p.
- Choi, J., Kotay, S. M., Goel, R., 2010. Various physico-chemical stress factors cause prophage induction in *Nitrosospira multiformis* 25196- an ammonia oxidizing bacteria. *Water Research*, 44: 4550–4558.
- Hoang, V., Delatolla, R., Abujamel, T., Mottawea, W., Gadbois, A., Laflamme, E., Stintzi, A., 2014. Nitrifying moving bed biofilm reactor (MBBR) biofilm and biomass response to long term exposure to 1 °C. *Water Research*, 49: 215–224.
- Jokumsen, A., Svendsen, L.M., 2010. Farming of freshwater rainbow trout in Denmark. DTU Aqua Report 219, 47 p.
- Kamstra, A., Span, J.A., Van Weerd, J.H., 1996. The acute toxicity and sublethal effects of nitrites on growth and feed utilization of European eel, *Anquilla anquilla*, (L). *Aquaculture Research*, 27: 903–911.
- Lazarova, V., Nogueira, R., Manem, J., Mělo, L., 1998. Influence of dissolved oxygen on nitrification kinetics in a circulating bed reactor. *Water Science and Technology*, 37: 189–193.

- Musmann, M., Ribot, M., von Schiller, D., Merbt, S.N., Augspurger, C., Karwautz, C., Winkel, M., Battin, T.J., Marti, E., Daims, H., 2013. Colonization of freshwater biofilms by nitrifying bacteria from activated sludge. *FEMS Microbiology Ecology*, 85: 104–115.
- Nogueira, R., Lazarova, V., Manem, J., Melo, L.F., 1998. Influence of dissolved oxygen on the nitrification kinetics in a circulating bed biofilm reactor. *Bioprocess Engineering*, 19: 441–449.
- Painter, H.A., Loveless, E., 1983. Effect of temperature and pH value on the growth-rate constants of nitrifying bacteria in the activated-sludge proces. *Water Research*, 17: 237–248.
- Shang, H., Peng, Y., Zhang, J., Wang, S., 2009. The effect of temperature on short-cut nitrification and denitrification, *Huanjing Kexue Xuebao / Acta Scientiae Circumstantiae*, 29: 516–520.
- Stenstrom, M.K., Poduska, R.A., 1980. The effect of dissolved oxygen concentration on nitrification. *Water Research*, 14: 643–649.