

# INHIBIČNÍ PŮSOBNÍ SLOUČENIN DUSÍKU PŘI NITRIFIKACI ODPADNÍCH VOD

JOSEF RADECHOVSKÝ, PAVEL ŠVEHLA,  
HELENA HRNČÍŘOVÁ, LUKÁŠ PACEK  
a JIŘÍ BALÍK

*Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin,  
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů,  
Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129,  
165 21 Praha 6 – Suchbátka  
radechovsky@af.czu.cz*

Došlo 25.4.13, přijato 27.9.13.

**Rukopis byl zařazen k tisku v rámci placené služby urychleného publikování.**

Klíčová slova: nitrifikace, odpadní voda, N-amon, volný amoniak, volná kyselina dusitá, nitritace

## Úvod

Nitrifikace je v kombinaci s denitrifikací podstatou biologického odstraňování sloučenin dusíku z odpadních vod<sup>1,2</sup>. Probíhá ve dvou základních stupních, za které jsou zodpovědné dvě samostatné skupiny nitrifikačních bakterií. Do procesu vstupuje amoniakální dusík (N-amon), který je nejprve oxidován na dusitanový dusík ( $\text{N-NO}_2^-$ ) a ten následně na dusík dusičnanový ( $\text{N-NO}_3^-$ ). Oxidaci N-amon na dusík dusičnanový (nitritace) způsobují bakterie rodu *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus* a další nitrifikační bakterie označované jako AOB (Ammonium Oxidizing Bacteria). Druhou část biologické oxidace vzniklých dusitanů na dusičnany zajišťují bakterie rodu *Nitrospira*, *Nitrobacter* a další nitrifikační bakterie souhrnně označované jako NOB (Nitrite Oxidizing Bacteria).

Aktivita nitrifikačních organismů je do značné míry závislá na teplotě<sup>3,4</sup>, aktuální koncentraci rozpuštěného kyslíku<sup>5,6</sup> a technologických parametrech čistícího procesu<sup>7</sup>. Činnost nitrifikačních organismů významně ovlivňuje i koncentrace sloučenin dusíku účastnících se nitrifikačního procesu. Zejména jsou z tohoto pohledu diskutovány jednotlivé disociační formy N-amon a  $\text{N-NO}_2^-$ . V tomto případě hovoříme o tzv. substrátové či produktové inhibici činnosti nitrifikačních organismů<sup>8</sup>. Většinou se uvádí, že inhibici nitrifikace způsobují zejména nedisociované formy výskytu N-amon a  $\text{N-NO}_2^-$ , tedy nedisociovaný amoniak (FA – Free Ammonia) a kyselina dusitá (FNA – Free Nitrous Acid)<sup>9</sup>. Výsledky některých studií naznačují i možnost inhibičního působení disociovaného iontu na některé skupiny nitrifikačních organismů<sup>8</sup>. Zastoupení zmíněných disociačních forem je závislé zejména na hod-

notě pH a teplotě<sup>9,10</sup>. Citlivost jednotlivých druhů a rodů nitrifikačních organismů vůči zmíněným dusíkatým sloučeninám je pochopitelně různá. Obecně platí, že AOB jsou vůči těmto vlivům podstatně rezistentnější než NOB. Proto může při nitrifikaci za určitých okolností docházet k hromadění produktu činnosti AOB, tedy dusitanů. Jejich zvýšená koncentrace pak může sekundárně vyřazení NOB z činnosti ještě více podpořit. Popsaný jev je v přirozených ekosystémech naprosto nežádoucí vzhledem k toxicitě dusitanů vůči vodním organismům<sup>10</sup> a za běžných okolností se mu ze stejného důvodu snažíme zabránit i při biologickém čištění odpadních vod. Na druhou stranu je však možno cílenou selektivní inhibicí činnosti NOB využít při aplikaci některých inovativních biologických postupů odstraňování N-amon<sup>2,11,12</sup>.

Cílem experimentů, jejichž výsledky jsou prezentovány v rámci tohoto příspěvku, bylo získat formou dlouhodobých laboratorních testů nové poznatky o citlivosti jednotlivých skupin nitrifikačních organismů na přítomnost FA a FNA při procesu biologického čištění odpadní vody s variabilním obsahem N-amon.

## Experimentální část

Pokusy probíhaly v laboratorním měřítku jako simulace biologického čištění odpadní vody s variabilním obsahem N-amon. Jako vstupní voda byla použita kalová voda vznikající při odvodňování anaerobně stabilizovaného kalu na ústřední čistírně odpadních vod v Praze. Tato voda obsahovala N-amon v koncentračním rozmezí 1000–1400  $\text{mg l}^{-1}$  a byla vodovodní vodou ředěna na požadovanou koncentraci N-amon.

Experiment probíhal v laboratorním modelu biologického reaktoru, který byl vytvořen z plexiskla. Celý model byl umístěn v termostatické skříni nastavené na teplotu 15 °C. Pracovní objem čištěné vody byl 1,5  $\text{dm}^3$  a jeho provzdušňování hrubobublinnou aerací bylo zajištěno akvaristickým motorkem. Koncentrace rozpuštěného kyslíku v reaktoru nebyla limitována a po celou dobu experimentu přesahovala 5  $\text{mg l}^{-1}$ . Čerpání vstupující a vystupující vody probíhalo pomocí peristaltických čerpadel. Reaktor byl na počátku pokusu inokulován směsí kalové vody a tzv. vratného aktivovaného kalu<sup>1</sup> odebraného v biologickém stupni čištění na pražské ústřední čistírně odpadních vod v objemovém poměru 1:1,5. Koncentrace nerozpuštěných organických látek ( $\text{NL}_{\text{org}}$ ) v použitém aktivovaném kalu činila 6,96  $\text{g l}^{-1}$ . V průběhu celého provozu modelu se koncentrace  $\text{NL}_{\text{org}}$  v reaktoru pohybovala mezi 0,25–0,90  $\text{g l}^{-1}$ . Reaktor pracoval v režimu semikontinuálního průtoku čištěné odpadní vody na principu SBR (Sequencing Batch Reactor)<sup>1</sup> v následujících pracovních cyklech: přítok odpadní vody – 10 minut; aerace – 5 hodin 20 minut během etap 5–8 a 11 hodin 20 minut během etap 1–4 a 9–11; sedimentace – 20 minut; odtok vyčištěné odpadní vody – 10 minut. Objemové zatížení amoniakálním dusíkem bylo po celou dobu experimentů udržováno na stabilní hodnotě okolo 0,2  $\text{kg m}^{-3} \text{d}^{-1}$ . Zatížení kalu ( $\text{kg N-amon}$  přivedené

Tabulka I  
Harmonogram provozu laboratorního modelu

| Etap | Dny provozu | N-amon vstup [mg l <sup>-1</sup> ] | Počet cyklů za den | Doba zdržení [h] |
|------|-------------|------------------------------------|--------------------|------------------|
| 1    | 0–64        | 600                                | 2                  | 55,8             |
| 2    | 65–222      | 600                                | 2                  | 60,4             |
| 3    | 223–322     | 300                                | 2                  | 36,0             |
| 4    | 323–384     | 150                                | 2                  | 18,0             |
| 5    | 385–443     | 75                                 | 4                  | 9,8              |
| 6    | 444–475     | 75                                 | 4                  | 9,2              |
| 7    | 476–511     | 75                                 | 4                  | 9,0              |
| 8    | 512–525     | 150                                | 4                  | 17,3             |
| 9    | 526–533     | 300                                | 2                  | 34,0             |
| 10   | 534–551     | 600                                | 2                  | 68,0             |
| 11   | 552–570     | 1000                               | 2                  | 128,5            |

na 1 kg NL<sub>org</sub> za jeden den) oscilovalo v závislosti na aktuální koncentraci NL<sub>org</sub> v reaktoru mezi hodnotami 0,22 a 0,80 kg kg<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. Hodnota pH nebyla regulována, což omezovalo účinnost odstranění N-amon na hodnotách okolo 50 % (cit.<sup>13</sup>).

Provoz laboratorního modelu trval celkově 570 dnů a byl rozdělen do jednotlivých etap, ve kterých se v přibližném rozsahu 75–1000 mg l<sup>-1</sup> měnila koncentrace N-amon ve vstupní vodě. V závislosti na změnách nitrifikační aktivity byla vybraná období s konstantní vstupní koncentrací N-amon rozdělena do více etap. Důležité parametry laboratorního modelu v jednotlivých etapách jeho provozu jsou uvedeny v tab. I.

Jednou týdně bylo s využitím spektrofotometru HACH DR/4000 prováděno spektrofotometrické měření koncentrací jednotlivých forem dusíku (N-amon, N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ve vstupní vodě a na odtoku z reaktoru. Zároveň byla sledována teplota, hodnota pH a koncentrace kyslíku v reaktoru pomocí přenosných sond WTW pH-electrode Sen Tix 21 a WTW Cell Ox 325. Hodnota pH byla též sledována a zaznamenávána kontinuálně pomocí sondy Gryf PCL 321 XB2 napojené na měřicí software Gryf Magic XBC. Dále byl jednou týdně gravimetricky stanovován obsah NL<sub>org</sub>. Průběh jednotlivých etap experimentu byl hodnocen také kinetickými testy, při kterých byly koncentrace jednotlivých forem dusíku a další důležité parametry proměřovány v pravidelných intervalech vždy během jedné aerační fáze. Stanovení hodnot jednotlivých sledovaných parametrů bylo realizováno dle práce<sup>14</sup>.

Koncentrace volného amoniaku (FA) a volné kyseliny dusité (FNA) byly na základě literárních údajů<sup>9</sup> vypočteny podle rovnic:

$$C_{FA} \text{ (mg l}^{-1}\text{NH}_3\text{)} = \frac{17}{14} \frac{C_{N\text{-amon}} \cdot 10^{\text{pH}}}{\left[ \exp(6334/(273 + ^\circ\text{C})) + 10^{\text{pH}} \right]} \quad (I)$$

$$C_{FNA} \text{ (mg l}^{-1}\text{HNO}_2\text{)} = \frac{47}{14} \frac{C_{N\text{-NO}_2^-}}{\left[ \exp(-2300/(273 + ^\circ\text{C})) + 10^{\text{pH}} \right] + 1} \quad (2)$$

V rámci etapy 2 byl 126. den provozu reaktoru odebrán vzorek biomasy aktivovaného kalu z laboratorního modelu, ve kterém bylo na specializovaném pracovišti metodou FISH (Fluorescence In Situ Hybridization) stanoveno zastoupení AOB a NOB.

## Výsledky a diskuse

Podmínky panující v reaktoru a koncentrace jednotlivých forem dusíku na odtoku

Během zapracování systému při vstupní koncentraci N-amon 600 mg l<sup>-1</sup> (etapa 1) nepřesahovala souhrnná koncentrace oxidovaných forem (N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> a N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) na odtoku z reaktoru až do 58. dne pokusu 80 mg l<sup>-1</sup>. Koncentrace N-amon v odtoku činila v tomto období průměrně 330 mg l<sup>-1</sup>. Pokles vůči koncentraci N-amon ve vstupní vodě byl vyvolán stripováním amoniaku podpořeným vysokou hodnotou pH v reaktoru<sup>10</sup>. Ta se pohybovala v rozmezí 8,4 a 9,2 a v průběhu jednotlivých cyklů se příliš neměnila.

Na přelomu etap 1 a 2 došlo mezi 58. a 65. dnem k nárůstu koncentrace N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> na 234 mg l<sup>-1</sup>. Zároveň se v tomto období také začala odlišovat hodnota pH na začátku cyklu (maximální hodnota v průběhu cyklu, průměrně 7,9) a na konci cyklu SBR (minimální hodnota, v průměru 6,7). Tyto výkyvy v hodnotě pH byly charakteristické po celé další období provozu reaktoru. Pokles hodnoty pH vedl ke snížení maximálních dosahovaných koncentrací FA v reaktoru, ale zároveň společně s rostoucí koncentrací N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> způsobil významný nárůst maximálních dosahovaných koncentrací FNA.

Tabulka II

Průměrné hodnoty maximální koncentrace FA a FNA dosahované během pracovního cyklu a průměrné odtokové koncentrace N-amon,  $\text{N-NO}_2^-$  a  $\text{N-NO}_3^-$  v jednotlivých etapách

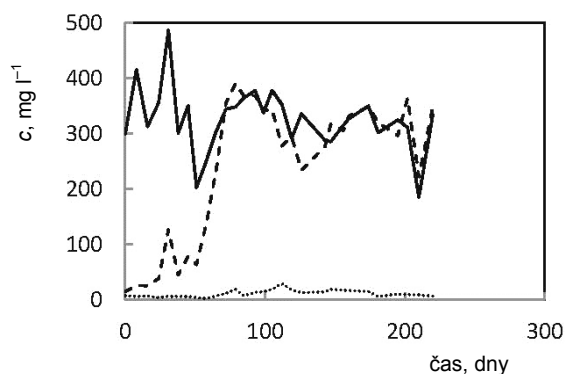
| Etapa | FA – max | FNA – max | Koncentrace [ $\text{mg l}^{-1}$ ] |                   |                   |
|-------|----------|-----------|------------------------------------|-------------------|-------------------|
|       |          |           | N-amon                             | $\text{N-NO}_2^-$ | $\text{N-NO}_3^-$ |
| 1     | 61,42    | 0,001     | 330,5                              | 62                | 6                 |
| 2     | 13,26    | 0,923     | 323,0                              | 322               | 14                |
| 3     | 5,54     | 0,754     | 164,2                              | 180               | 5                 |
| 4     | 3,99     | 0,391     | 74,2                               | 87                | 4                 |
| 5     | 1,54     | 0,056     | 36,0                               | 34                | 8                 |
| 6     | 1,35     | 0,046     | 36,1                               | 21                | 20                |
| 7     | 0,84     | 0,001     | 30,4                               | 3                 | 37                |
| 8     | 1,04     | 0,061     | 62,3                               | 1                 | 73                |
| 9     | 5,96     | 0,000     | 176,7                              | 0                 | 132               |
| 10    | 7,30     | 0,067     | 311,5                              | 1                 | 340               |
| 11    | 9,11     | 0,097     | 502,2                              | 1                 | 366               |

V dalším průběhu experimentu (etapy 2–5) byl poměr koncentrací N-amon a  $\text{N-NO}_2^-$  na odtoku z reaktoru relativně vyrovnaný (cca 1:1,05) a konkrétní hodnoty koncentrace těchto forem dusíku závisely na vstupní koncentraci N-amon. Koncentrace  $\text{N-NO}_3^-$  nepřevyšovala  $20 \text{ mg l}^{-1}$ .

K zásadní změně v zastoupení jednotlivých forem dusíku došlo v průběhu etapy 6. V tomto období postupně narůstalo zastoupení  $\text{N-NO}_3^-$  mezi formami dusíku na výstupu z reaktoru a současně klesalo zastoupení  $\text{N-NO}_2^-$ . V následující etapě 7 pak mezi oxidovanými formami dusíku  $\text{N-NO}_3^-$  jasně dominoval nad  $\text{N-NO}_2^-$ . Stejně tomu bylo až do konce experimentu. Průměrné hodnoty maximální koncentrace FA a FNA dosahované v průběhu cyklu při jednotlivých etapách provozu reaktoru jsou uvedeny v tab. II. Zároveň tato tabulka přináší průměrné koncentrace základních forem dusíku v odtoku z reaktoru.

#### Zhodnocení aktivity AOB v podmínkách experimentu

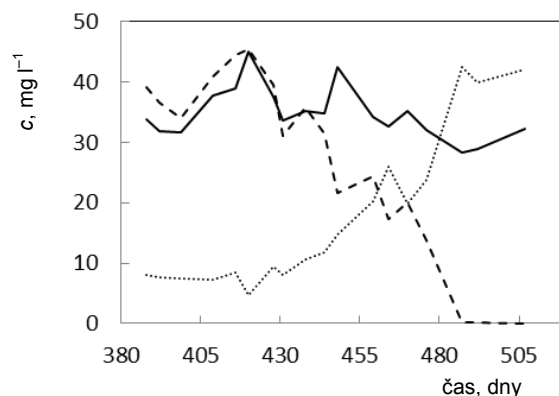
Po zahájení provozu systému při vstupní koncentraci N-amon  $600 \text{ mg l}^{-1}$  nebyla patrna výraznější aktivita AOB. Tuto skutečnost je v daných podmínkách možno připsat překročení inhibičního limitu FA pro AOB<sup>9</sup>. Jejich činnost doprovázená nárůstem koncentrace  $\text{N-NO}_2^-$  v odtoku z reaktoru (viz obr. 1) a poklesem hodnoty pH (cit.<sup>1</sup>) během pracovního cyklu reaktoru byla zaznamenána na přelomu etap 1 a 2. Nárůst aktivity AOB v této fázi byl patrně důsledkem adaptace biomasy na extrémní podmínky panující v systému<sup>15</sup>. Intenzivní činnost AOB byla zachována po celé zbývajících období experimentu.



Obr. 1. Hodnoty koncentrací jednotlivých forem dusíku c na odtoku z reaktoru mezi dny 0–222 (etapy 1 a 2); — N-amon, .....  $\text{N-NO}_3^-$ , ---  $\text{N-NO}_2^-$

#### Zhodnocení aktivity NOB v podmínkách experimentu

Aktivita NOB byla v důsledku podmínek panujících v reaktoru potlačena během prvních pěti etap provozu reaktoru. Práce<sup>9</sup> zmiňuje v souvislosti s inhibicí aktivity NOB koncentraci FA v rozmezí  $0,1\text{--}1 \text{ mg l}^{-1}$ . Pro FNA je z hlediska inhibice NOB dle stejných autorů zlomová koncentrace v rozmezí  $0,2\text{--}2,8 \text{ mg l}^{-1}$ . Maximální koncentrace FA a FNA dosahované během pracovního cyklu laboratorního reaktoru se v etapách 2–5 postupně snižovaly, nicméně pro FA se nedostávaly pod výše uvedené rozmezí (viz tab. II). Maximální dosahované koncentrace FNA pod zmiňovanou inhibiční mez poklesly v etapě 5 (tab. II). Pozvolný nárůst koncentrace dusičnanů na úkor dusitanů během etapy 6 svědčí o zvýšení aktivity NOB v této fázi provozu reaktoru (viz obr. 2). V etapě 7 již NOB přetvářely prakticky veškerý  $\text{N-NO}_2^-$  produkovaný AOB na  $\text{N-NO}_3^-$ .



Obr. 2. Hodnoty koncentrací jednotlivých forem dusíku c na odtoku z reaktoru ve dnech 385–512 (etapy 5–7); — N-amon, .....  $\text{N-NO}_3^-$ , ---  $\text{N-NO}_2^-$

Přestože v posledních etapách (etapy 8–11) byla opět zvýšena vstupní koncentrace N-amon a maximální koncentrace FA dosahovaná během pracovního cyklu byla v etapách 10 a 11 podstatně vyšší než v případě etap 3–5, činnost NOB již nebyla potlačena. Toto zjištění prokazuje, že NOB jsou při dlouhodobém provozu systému po určité době schopny snášet koncentrace FA silně převyšující limity zmiňované v literatuře<sup>9</sup>. Na možnost adaptace NOB na vysoké koncentrace FA poukazuje i práce<sup>16</sup>. Za předpokladu schopnosti NOB adaptovat se na FA je možno konstatovat, že v etapách 2–5 byla z pohledu restrikce činnosti NOB klíčová inhibice vyvolaná FNA, popř. disociovaným  $\text{N-NO}_2^-$  (cit.<sup>8,9</sup>). Nelze vyloučit ani možnost, že stěžejní bylo v této fázi provozu reaktoru vystavení biomasy současnému působení FA a FNA a kolísání jejich koncentrací vyvolané semikontinuálním průtokem čištěné vody<sup>17</sup>. Při kontinuálním průtoku byla v rámci dřívějších experimentů zaznamenána zvýšená rezistence NOB vůči současnému působení FA a FNA v koncentracích převyšujících inhibiční limity<sup>18</sup>.

#### Výsledky kinetických testů a mikrobiologických rozborů

Výše prezentované hodnocení aktivity jednotlivých skupin nitrifikačních organismů bylo potvrzeno i výsledky kinetických testů a mikrobiologických rozborů realizovaných v rámci jednotlivých etap provozu reaktoru.

Při kinetických testech zpravidla docházelo k relativně rovnoměrné produkci oxidovaných forem dusíku v průběhu první poloviny cyklu SBR, v řadě případů však bylo zaznamenáno určité snížení rychlosti odstraňování N-amon ve druhé polovině cyklu. Zastoupení  $\text{N-NO}_2^-$  a  $\text{N-NO}_3^-$  mezi oxidovanými formami se přitom v jednotlivých etapách pochopitelně lišilo v závislosti na aktuální aktivitě AOB a NOB (viz výše). V období, ve kterém byly konečným produktem nitrifikace výhradně

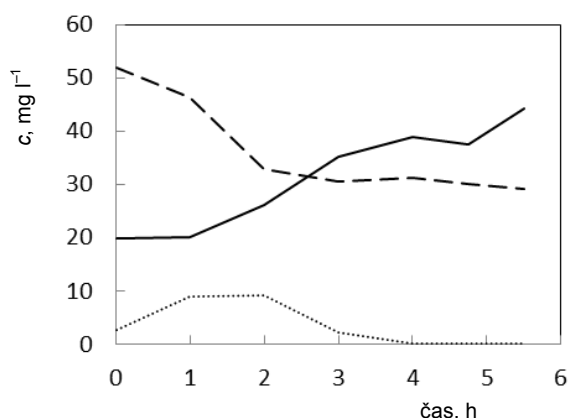
dusičnany, docházelo zpravidla v rámci cyklu k přechodnému hromadění  $\text{N-NO}_2^-$ , což indukce vyšší rychlost odstranění N-amon činností AOB ve srovnání s rychlostí odstranění  $\text{N-NO}_2^-$  v rámci činnosti NOB. Tato situace je dokumentována i v obr. 3, který popisuje průběh cyklu 493. den provozu reaktoru v rámci etapy 7.

Mikrobiologická analýza provedená dne 126 (etapa 2) potvrdila značnou převahu AOB (*β-Proteobacteria*, halofilní a halotolerantní *Nitrosomonas* jako malé a střední klasty, dále jako volné bakterie) nad NOB (*Nitrobacter*, *Nitrospirae* pouze v nepatrném množství)<sup>19</sup>, což je v souladu s výsledky chemických rozborů provedených v rámci této etapy.

#### Závěr

V rámci provedených experimentů bylo potvrzeno, že disociovaný amoniak působí inhibičně na mikroorganismy obou stupňů nitrifikačního procesu, přičemž nitrifikační organismy jsou vůči této inhibici podstatně odolnější než organismy nitratační. Zároveň bylo prokázáno, že při dlouhodobějším vystavení nitrifikačním i nitratačním mikroorganismům působení nedisociovaného amoniaku může dojít k jejich adaptaci na podmínky prostředí. Dusitanový dusík se při semikontinuálním průtoku čištěné vody zároveň ukázal jako stěžejní faktor dlouhodobě inhibující činnost nitratačních organismů při čištění odpadních vod obsahujících amoniakální dusík v koncentračním rozmezí 150 až 600  $\text{mg l}^{-1}$ .

*Příspěvek byl vypracován v rámci řešení projektu podporovaných Celouniverzitní grantovou agenturou (CIGA) ČZU v Praze, registrační čísla projektů 20122022 a 20132012 a v rámci grantu NAZV QI91C199. Autoři děkují poskytovatelům dotace za finanční podporu výzkumu.*



Obr. 3. Průběh cyklu v rámci 493. dne provozu laboratorního modelu (etapa 7); — — —  $\text{N-NH}_3$ , —  $\text{N-NO}_3^-$ , .....  $\text{N-NO}_2^-$

#### LITERATURA

- Chudoba J., Dohányos M., Wanner J.: *Biologické čištění odpadních vod*. SNTL, Praha 1991.
- Švehla P., Jeníček P., Habart J., Hanč A., Černý J.: Chem. Listy 101, 776 (2007).
- van Kempen R., Mulder, J. W., Uijterlinde, C. A., Loosdrecht M. C. M.: Water Sci. Technol. 44, 145 (2001).
- Fux Ch., Boehler M., Huber P., Brunner I., Siegrist H.: J. Biotechnol. 99, 295 (2002).
- Ruiz G., Jeison D., Chamy R.: Water Res. 37, 1371 (2003).
- Blackburne, R., Yuan, Z., Keller, J.: Water Res. 42, 2166 (2008).
- Pollice A., Tandoi V., Lestingi C.: Water Res. 36, 2541 (2002).
- Buday J., Drtil M., Hutňan M., Derco J.: Chem. Papers 53, 379 (1999).
- Anthonisen A. C., Loehr R. C., Prakasam T. B. S.,

- Srinath E. G.: J. Water Poll. Contr. Fed. 48, 835 (1976).
10. Pitter P.: *Hydrochemie*. Vydavatelství VŠCHT, Praha 1999.
  11. Hellinga C., Schellen A. A. J. C., Mulder J. W., van Loosdrecht M. C. M. Heijnen, J. J.: Water Sci. Technol. 37, 135 (1998).
  12. van Dongen U., Jetten M. S. M., van Loosdrecht M. C. M.: Water Sci. Technol. 44, 153 (2001).
  13. Jeníček P., Švehla P., Zábranská J.: Water Sci. Technol. 49, 73 (2004).
  14. Horáková M.: *Analytika vody*. Vydavatelství VŠCHT, Praha 2000.
  15. Turk O., Mavinic D. S.: J. Water Poll. Contr. Fed. 61, 1440 (1989).
  16. Mossakowska A., Reinius L.-G., Hultman B.: Water Environ. Res. 69, 1128 (1997).
  17. Park S., Bae W.: Process Biochem. 44, 631 (2009).
  18. Švehla P., Jeníček P., Habart J., Hanč A., Balík J.: Chem. Listy 104, 343 (2010).
  19. Stryjová H.: Soukromé sdělení. (2012)

**J. Radechovský, P. Švehla, H. Hrnčířová, L. Páček, and J. Balík** (*Department of Agroenvironmental Chemistry and Plant Nutrition, Czech University of Life Sciences, Prague*): **The Inhibition Effect of Nitrogen Compounds in Nitrification of Wastewater**

The aim of this work is to evaluate the influence of  $\text{NH}_3$  and nitrites on the activity of nitrification bacteria in biological wastewater treatment. The experiments were performed by treating wastewater with  $\text{NH}_3$  in a laboratory nitrification reactor with semicontinuous flow. No nitrification activity was observed in the first phase of reactor operation at the  $\text{NH}_3$  input  $600 \text{ mg l}^{-1}$ . An increase in the activity of oxidising bacteria was observed only after 65 days of reactor operation. On the other hand, nitrite-oxidising bacteria were inhibited for another 12 month although the  $\text{NH}_3$  input was gradually decreased. A gradual increase in the activity of nitrite oxidising bacteria was recorded after a decrease in  $\text{NH}_3$  input to  $75 \text{ mg l}^{-1}$ . Subsequent gradual increase in  $\text{NH}_3$  concentration to  $1000 \text{ mg l}^{-1}$  did not induce inhibition of both groups of nitrification bacteria.