

# VPLYV HODNOTY pH A DÁVKY $\text{Ca}(\text{OH})_2$ NA PRIEBEH NITRIFIKÁCIE ODPADOVEJ VODY NA ČOV

## THE EFFECT OF pH AND VARIOUS DOSES OF $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ON THE COURSE OF NITRIFICATION IN WASTE WATER

Mandelíková, M., Ondrašovič, M., Ondrašovičová, O., Vargová, M.

Univerzita veterinárskeho lekárstva v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice

### Abstract

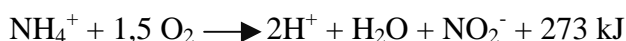
The effect of various doses of  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  as a neutralisation material on nitrification in the process of biological treatment of waste water was investigated. According to our results, the most effective dose of  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  in the nitrification phase was the lowest dose (1,2 g/l of waste water) as it resulted the highest decrease in  $\text{N-NH}_3$  between the influent and the discharged water.

### ÚVOD

Práca je zameraná na sledovanie vplyvu dávky  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ako neutralizačného činidla a hodnoty pH na obsah amoniakálneho dusíka na odtoku z ČOV budovanej pri veľkovýkrmni ošípaných.

Nitrifikačné baktérie sú chemolitotrófne mikroorganizmy, ktoré získavajú energiu potrebnú k ich rozmnožovaniu oxidáciou anorganických látok. Chemolitotrofiu objavil ruský vedec VINOGRADSKIJ už v roku 1890 a je známa len u baktérií. Sprevádzaná je autotrófnou fixáciou  $\text{CO}_2$  ako zdroj uhlíka, pričom oxidovaná anorganická látka je i zdrojom vodíka a elektrónov pre jeho redukciu.

Nitrifikačné baktérie majú autotrófny spôsob výživy a látky organické pôsobia na ne inhibične (KAPRÁLEK, 1985). Autotrófna nitrifikácia prebieha v dvoch stupňoch. Prvý stupeň je nitrifikačný a jeho hlavným zástupcom sú baktérie z rodu Nitrosomonas. Tieto získavajú energiu pre rast oxidáciou amoniaku:



Hlavným zástupcom pre druhý stupeň - nitratačný sú baktérie z rodu Nitrobacter, ktoré získavajú energiu oxidáciou dusitanu na dusičnan:



Účinnosť premeny energie na bunečný materiál je veľmi nízka u oboch rodov baktérií v porovnaní s heterotrófnymi baktériami. Ekologický význam týchto baktérií spočíva v tom, že ich biomasu premieňa značné množstvo amoniaku vo vode na plynný dusík (VRBA, 1988).

Práve tento poznatok nás viedol v pokuse využiť schopnosť nitrifikačných baktérií oxidovať amon. dusík, ktorého obsah prevyšoval projektovaný parameter na odtoku z ČOV -5-10  $\text{mg.l}^{-1}$ .

ČOV v Košickej Polianke je budovaná v areáli veľkovýkrmne ošípaných s počtom 25 000 kusov. Má zaradené v priebehu čistenia odpadovej vody i procesy nitrifikácie a denitrifikácie ako spôsoby biologického čistenia.

$\text{Ca}(\text{OH})_2$  - vápenné mlieko, neutralizačné činidlo sa pridáva do odpadovej vody pred biologickým čistením. Jeho úlohou je odstraňovať organický dusík v procese čistenia a zabráňovať nežiadúcej eutrofizácii vody na odtoku.

Na spomínanej ČOV používali dávku 3 g Ca(OH)<sub>2</sub> na 1 l odpadovej vody, avšak obsah am. dusíka bol vyšší na odtoku. Preto sme v pokuse porovnávali toto predpísané množstvo s dávkou vyššou a nižšou, aby sme zistili vplyv množstva Ca(OH)<sub>2</sub> na obsah am. dusíka. Odbúravanie amoniakálneho dusíka sa prejaví poklesom hodnôt pH do oblasti kyslejšej ako dôsledok vznikajúcich kyselín dusíka. Tieto znižujú tlmivú kapacitu vody a pôsobia toxicky pre oba rody baktérií, čo nie je jav žiadúci v procese čistenia vody.

## MATERIÁL A METÓDY

Vinogradova tekutá pôda sa používa na namnoženie nitrifikačných baktérií. Návod na jej prípravu je uvedený v metodike podľa ŠTĚPÁNKA (1982). Do tejto pôdy sa naočkovala vzorka z prítoku na ČOV a kultivovala v tme za prístupu kyslíka počas desiatich dní a pri teplote 28°C. Takto namnožené nitrifikačné baktérie boli sterilne prenesené do prítokovej vody, kultivované za nepretržitej aerácie pri teplote 28°C a bez prístupu svetla. Dávky Ca(OH)<sub>2</sub> boli použité takto:

- vzorka 1 - prítoková voda s nitrif. bakt. s 1 g Ca(OH)<sub>2</sub>
- vzorka 2 - prítoková voda s nitrif. bakt., dávka 3 g Ca(OH)<sub>2</sub> na 1 l vody
- vzorka 3 - prítoková voda s nitrif. bakt., dávka 4 g Ca(OH)<sub>2</sub> na 1 l vody
- vzorka 4 - prítoková voda s nitrif. bakt., dávka 2 g Ca(OH)<sub>2</sub> na 1 l vody

Ako kontrola slúžila prítoková voda bez úpravy Ca(OH)<sub>2</sub>, bez pridania nitrif. baktérií. Nitrifikačné baktérie i Ca(OH)<sub>2</sub> boli pridané len jedenkrát na začiatku pokusu (nitrif. bakt. v pomere 1:10).

Denne bol zisťovaný obsah NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - N, pH, teplota.

Obsah NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - N bol stanovený destilačnou metódou podľa SEDLÁČKA (1978). Hodnota pH bola meraná Orionom.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Maximálna rastová rýchlosť u rodu Nitrobacter je nižšia než u rodu Nitrosomonas. Z toho vyplýva, že rýchlosť oxidácie NH<sub>4</sub><sup>+</sup> na NO<sub>2</sub><sup>-</sup> je rýchlejšia ako rýchlosť oxidácie NO<sub>2</sub><sup>-</sup> na NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (CHUDOBA, 1991).

Optimálna teplota pre priebeh nitrifikácie je 28°C. Bakteriálna aktivita u rodu Nitrosomonas rastie rýchlejšie v závislosti na teplote ako u Nitrobacter (SHARMA a AHLERT, 1977).

K hromadeniu NO<sub>2</sub><sup>-</sup> vo vode dochádza pri nízkych i vysokých teplotách prostredia, pretože klesá rýchlosť oxidácie NO<sub>2</sub><sup>-</sup> na NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (VRBA, 1988).

Účinok pH na nitrifikáciu má komplexnú povahu, pretože ovplyvňuje citlivosť nitrifikácie na svetlo. Optimum pH pre nitrifikáciu je od 7-8. Pre Nitrosomonas je to hodnota 7,9-8,5 a pre Nitrobacter 7,2-7,6. Rastová rýchlosť sa u Nitrosomonas zväčšuje s rastúcim pH, u Nitrobacter od pH 6,6 a vyššie rastie konštantne (MORRILL a DAWSON, 1961).

Svetelné žiarenie ovplyvňuje biologickú transformáciu dusíka vo vode tak, že inhibuje autotrófnu nitrifikáciu, redukciu NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (ULKEN, 1963). Preto sme v našom pokuse zabezpečili, aby nitrifikácia prebiehala v tme.

### Tabuľka č. 1

Obsah amon. dusíka v prítokovej vode pred pokusom bol 109,2 mg.l<sup>-1</sup> a pH 8,2. Rod Nitrobacter (agarová pôda B) podľa ŠTĚPÁNKA bol podľa 10<sup>3</sup> KTJ/1 ml a rod Nitrosomonas (agarová pôda A) podľa ŠTĚPÁNKA bol podľa 10<sup>3</sup> KTJ/1 ml. Do hodnoty pH 8,5, ktorá je limitujúcou pre rast baktérií rodu Nitrosomonas, dochádzalo k oxidácii NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N a jeho obsah sa znižoval. V prípadoch, keď pH vody prekročilo hodnotu 8,5, oxidácia neprebíhala a NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N sa hromadil. Baktérie rodu Nitrobacter, prítomné na začiatku pokusu, neboli vykultivované od 6. dňa pokusu, pretože pH

vzoriek sa zvýšilo nad hodnotu 7,6. Druhý stupeň nitrifikácie v pokuse teda neprebíhal (oxidácia dusitanu na dusičnan).

Graf 1 - kontrola

Obsah  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  v 1. deň pokusu bol  $137 \text{ mg.l}^{-1}$  a 15. deň to bolo  $58,8 \text{ mg.l}^{-1}$ , čo predstavuje jeho 57% -tný pokles - tab. 2.

Graf 2 - nitrifikácia s 1 g  $\text{Ca(OH)}_2$  - vzorka 1

Obsah  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  bol v 1. deň  $114 \text{ mg.l}^{-1}$  a 15. deň to bolo  $35 \text{ mg.l}^{-1}$ , čo znamenalo 69,5 % - tný pokles  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ - tab. 2.

Graf 3 - nitrifikácia s dávkou 3 g  $\text{Ca(OH)}_2$  na 1 l vody - vzorka 2

V 1. deň bol obsah  $\text{NH}_4^+\text{-N}$   $67 \text{ mg.l}^{-1}$  a v 15. deň to bolo  $60 \text{ mg.l}^{-1}$  a tento pokles predstavoval 10 % - tab. 2.

Graf 4 - nitrifikácia s dávkou 4 g  $\text{Ca(OH)}_2$  na 1 l vody - vzorka 3

$94 \text{ mg.l}^{-1}$   $\text{NH}_4^+\text{-N}$  bolo nameraných v 1. deň a až  $60 \text{ mg.l}^{-1}$   $\text{NH}_4^+\text{-N}$  v posledný deň pokusu, čo predstavovalo iba 36,2 % pokles amon. dusíka - tab. 2.

Graf 5 - nitrifikácia s dávkou 2 g  $\text{Ca(OH)}_2$  na 1 l vody - vzorka 4

Obsah  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  bol v 1. deň  $113,2 \text{ mg.l}^{-1}$  a v posledný  $56,4 \text{ mg.l}^{-1}$  a tento pokles predstavoval 50 % - tab. 2.

K najmenším rozdielom došlo pri hodnotách pH medzi 1. a 15. dňom u vzorky 4 s dávkou 2 g  $\text{Ca(OH)}_2$  na 1 l vody (o 3 des. miesta). U ostatných vzoriek boli tieto rozdiely o 4-5 desatinných miest.

## ZÁVER

Podľa VRBU (1988) pri vysokých hodnotách pH vody dochádza k rozpojeniu I. a II. stupňa nitrifikácie a rast Nitrobacter je inhibovaný.

Dokázala sa opodstatnenosť tvrdenia autorov WONGA-CHONGA A LOEHRA (1979), že v rozmedzí teplôt 9-39°C je priebeh nitrifikácie závislejší od hodnôt pH vody ako od hodnôt teploty.

Záverom je možné konštatovať, že množstvo 3 g  $\text{Ca(OH)}_2$  na 1 l vody používané pred biologickým čistením, je nevyhovujúce. Keďže najlepšie výsledky v poklese obsahu  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  boli vo vzorkách s nižšou dávkou  $\text{Ca(OH)}_2$  ako 3 g, pristúpilo sa k jej úprave na ČOV na množstvo 1,2 g  $\text{Ca(OH)}_2$  na 1 l vody.

## SÚHRN

Pokusy boli zamerané na zisťovanie rôznych dávok  $\text{Ca(OH)}_2$  ako neutralizačného činidla na kvalitu nitrifikácie v rámci biologického čistenia odpadových vôd.

Zistilo sa, že najefektívnejšie prebieha nitrifikačný proces pri dávke 1,2 g  $\text{Ca(OH)}_2$  na 1 l odpadovej vody, kedy došlo i k najväčšiemu poklesu obsahu  $\text{N-NH}_3$  medzi prítokom a odtokom.

## KLÚČOVÉ SLOVÁ

odpadová voda, hnojovica, nitrifikácia

## LITERATÚRA

1. Prevádzkový poriadok ČOV Košická Polianka Ecofluid, s.r.o., Bratislava, september, 1992
2. WONG-CHONG, G. M. A LOEHR, R. C.: The kinetics of microbial nitrification, *Water res.*, 9/1975, s. 1099-1106.
3. KAPRÁLEK, F.: Fysiologie bakterií, SPN Praha, 1985, s. 149
4. VRBA, J.: Kandidátska dizertační práce, České Budějovice, 1988, s. 4,6,8,23,25
5. CHUDOBA, J. a kol.: Biologické čišťení odpadních vod, SNTL Praha, 1991, s. 239-241.
6. SEDLÁČEK, M. a kol.: Metody rozboru kalů a pevných odpadů, SNZ Praha, 1978, s. 145
7. ŠTĚPÁNEK, M. a kol.: Biologické metody vyšetřování vod ve zdravotnictví, Avicenum - Zdravotnické nakladatelství, Praha 1982, s. 379
8. SHARMA, B., AHLERT, R. C.: Nitrification and nitrogen removal, *Water res.*, 11/1977, s. 897-925.
9. ULKEN, A.: Die herkunft des nitrits in der Elbe, *Arch. hydrob.*, 59/1963, s. 486-501.
10. MURRILL, L. G., DAWSON, J. E.: Growth rates of nitrifying chemoautotrophs in soil, *J. bact.*, 83/1961, s. 205-206.

### Hodnoty amoniakálneho dusíka a pH u vzoriek počas pätnástich dní nitrifikácie

Tab. 1

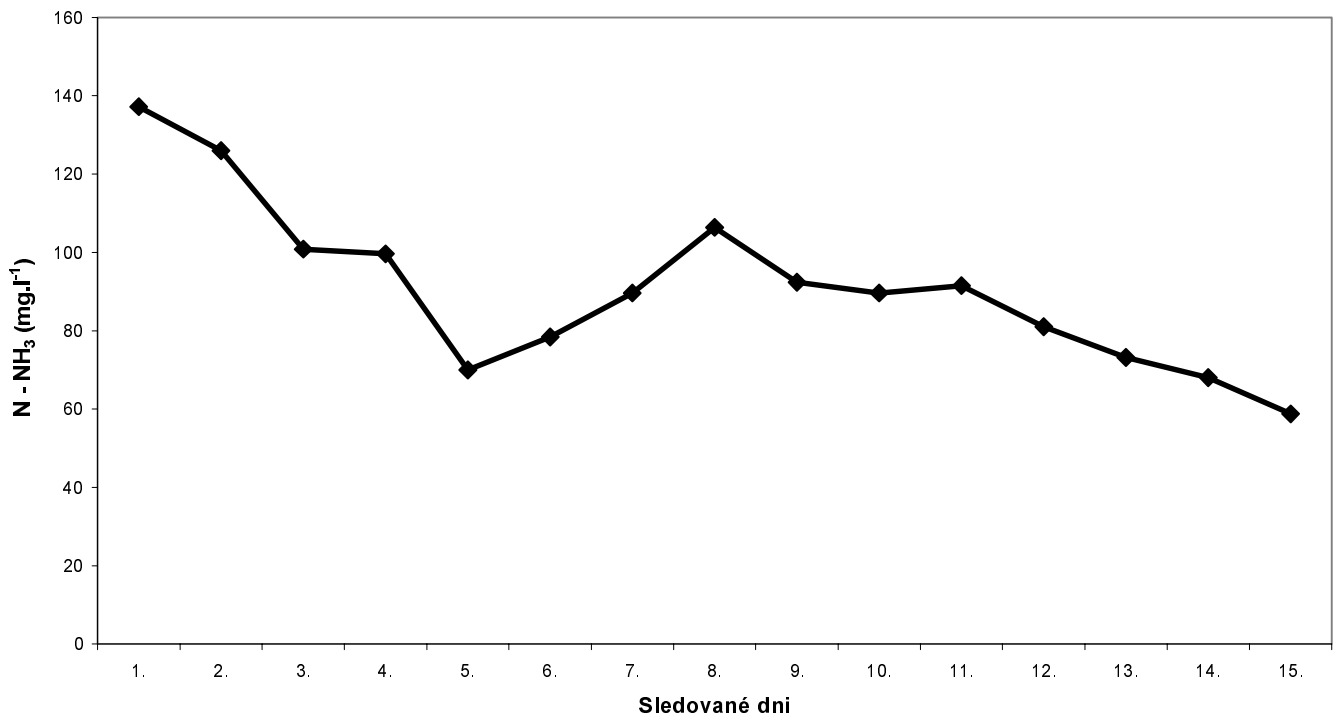
Dni	Kontrola (aerób.)		Aerób. nitr. s úpravou 1 g Ca(OH) <sub>2</sub> vzorka 1		Aerób. nitr. s úpravou 3 g Ca(OH) <sub>2</sub> na 1 liter odp. vody vzorka 2		Aerób. nitr. s úpravou 4 g Ca(OH) <sub>2</sub> na 1 liter odp. vody vzorka 3		Aerób. nitr. s úpravou 2 g Ca(OH) <sub>2</sub> na 1 liter odp. vody vzorka 4	
	Amon. dusík mg.l <sup>-1</sup>	pH	Amon. dusík mg.l <sup>-1</sup>	pH	Amon. dusík mg.l <sup>-1</sup>	pH	Amon. dusík mg.l <sup>-1</sup>	pH	Amon. dusík mg.l <sup>-1</sup>	pH
1. deň	137,2	8,27	114,4	8,25	67,2	8,57	94	8,38	113,2	8,23
2.	126	8,38	78,4	8,25	74	8,38	102	8,31	106,4	8,37
3.	100,8	8,48	75,2	8,38	72,4	8,44	99,6	8,36	95,6	8,41
4.	99,6	8,51	78,3	8,44	79,4	8,43	86,1	8,36	84,9	8,42
5.	70	8,54	72,8	8,48	74,4	8,46	78,4	8,36	89,6	8,43
6.	78,4	8,53	95,2	8,52	82,4	8,52	96,4	8,44	81,2	8,52
7.	89,6	8,66	100,8	8,62	86,8	8,66	98	8,55	92,4	8,61
8.	106,4	8,65	112	8,60	88	8,51	103,6	8,42	95,2	8,47
9.	92,4	8,66	98	8,61	89,6	8,56	84	8,60	106,4	8,54
10.	89,6	8,59	96,3	8,72	87,3	8,71	83	8,75	99,3	8,59
11.	91,5	8,94	83,1	8,88	81,3	8,83	77,6	8,81	93,1	8,82
12.	81,0	8,72	61,2	8,69	79,3	8,61	61,6	8,68	75,6	8,72
13.	73,2	8,58	44,8	8,69	78,8	8,68	56	8,61	74,8	8,61
14.	68	8,69	35,2	8,73	66,4	8,76	56	8,71	66,4	8,62
15.	58,8	8,76	35	8,71	60	8,74	60	8,75	56,4	8,54

### Porovnanie hodnôt vybraných ukazovateľov v priebehu nitrifikácie medzi 1. a 15. dňom pokusu

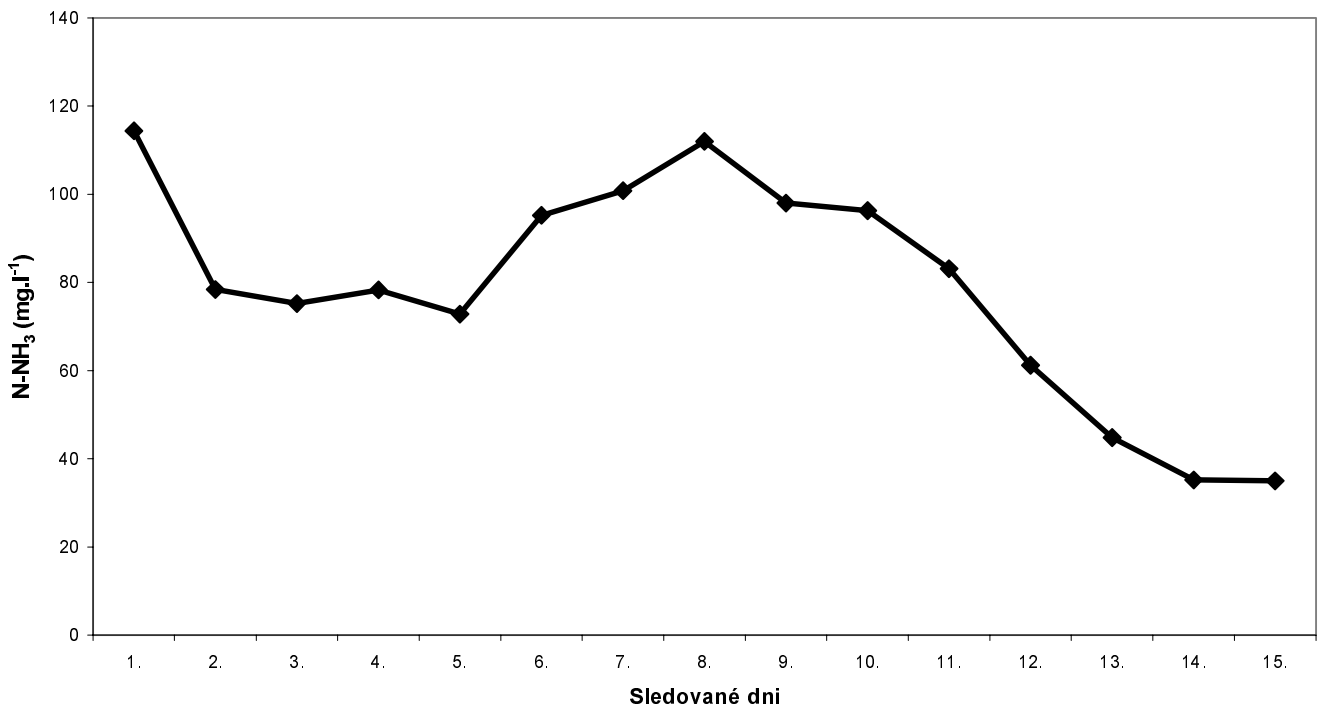
Tab. 2

	Obsah NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N (mg.l <sup>-1</sup> )		% - tuálny pokles NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N	pH 1. deň	pH 15. deň
	1. deň	15 deň			
Kontrola	137	58,8	57,2	8,27	8,76
Vzorka 1	114,4	35	69,5	8,25	8,71
Vzorka 2	67	60	10,8	8,37	8,74
Vzorka 3	94	60	36,2	8,38	8,75
Vzorka 4	113,2	56,4	50,2	8,23	8,54

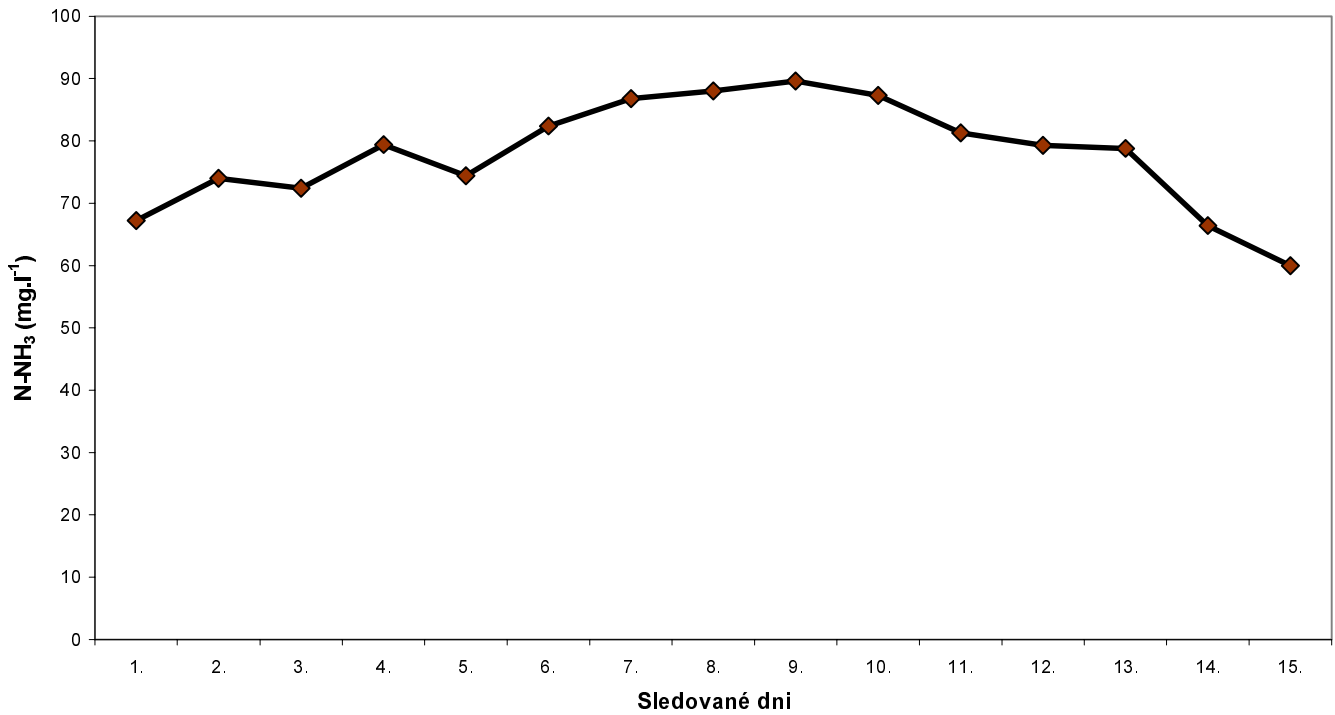
**Graf 1 Hodnoty N-NH<sub>3</sub> počas 15 dní nitrifikácie - kontrola**



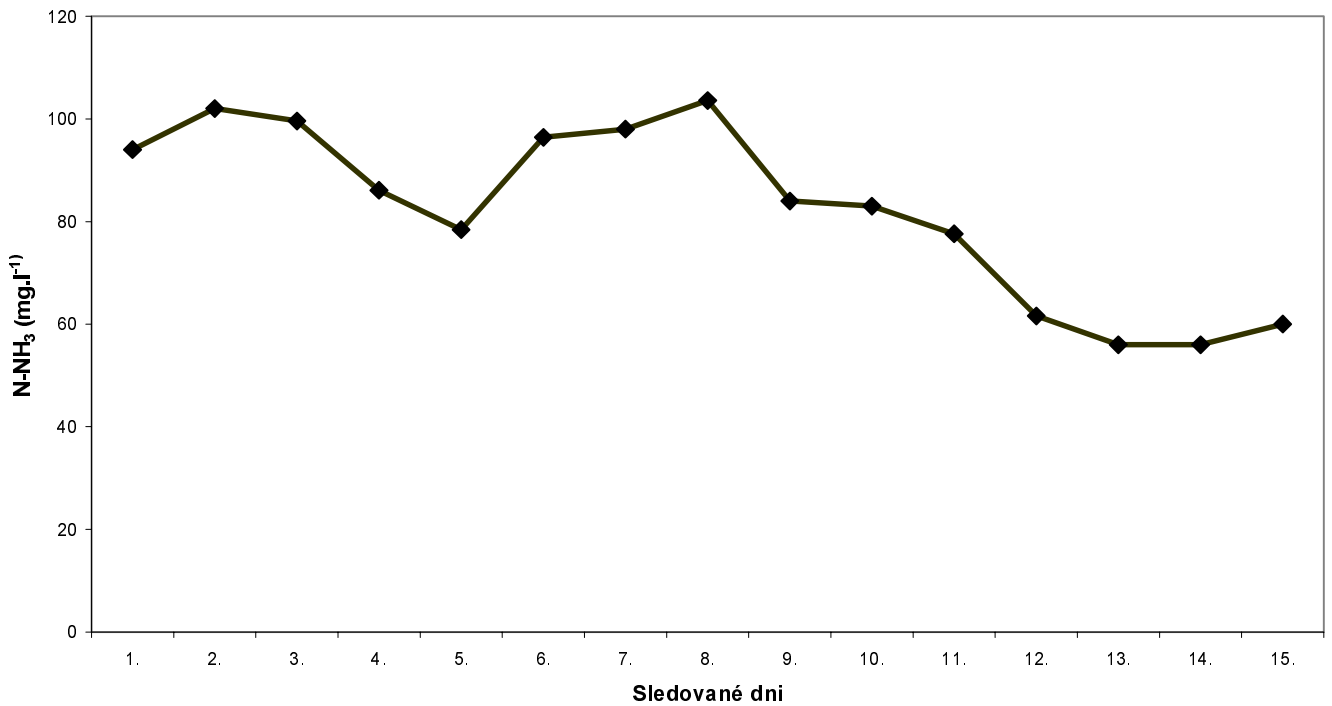
**Graf 2 Hodnoty N-NH<sub>3</sub> počas 15 dní nitrifikácie - vzorka 1**



**Graf 3 Hodnoty N-NH<sub>3</sub> počas 15 dní nitrifikácie - vzorka 2**



**Graf 4 Hodnoty N-NH<sub>3</sub> počas 15 dní nitrifikácie - vzorka 3**



Graf 5 Hodnoty N-NH<sub>3</sub> počas 15 dní nitrifikácie - vzorka 4

