

# **A nitrifikáció folyamatát befolyásoló tényezők vizsgálta ivóvízelosztó rendszerekben**

**Szerző:** Nagymáté Zsuzsanna (II. éves PhD hallgató)

**Témavezető:** Márialigeti Károly

Eötvös Loránd Tudományegyetem Mikrobiológia Tanszékén

# Bevezetés

Szervetlen N alapvetően  $\text{NH}_4^+$ -ként van jelen az ivóvízben.

<u>Ivóvizek szigorú határértékek</u>	jelenlegi	régi
ammónium-ion	0,5 mg/L	2 mg/L
nitrit	0,5 mg/L	1 mg/L
nitrát	50 mg/L	50 mg/L

## Ammónium-ion eltávolítása

Képződő nitrit és nitrát

közegészségügyi problémák

Történhet:

kémiai oxidálószeres

klórozás

ioncserélő gyanták

**biológiai úton**

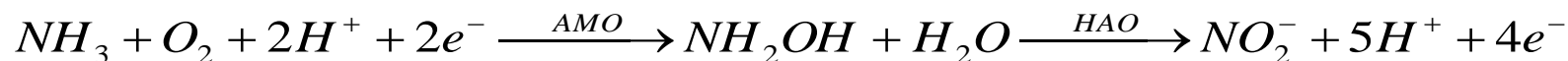
**nitrifikáció**

**A hálózatokban zajló nitrifikációs folyamatok vizsgálata**

# Biológiai folyamatok

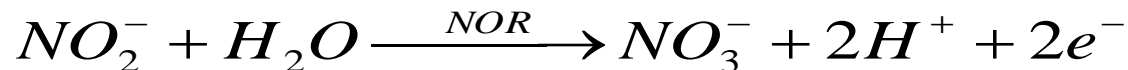
## Nitrifikáció

1.lépés: Ammónia oxidáció: ammónia-oxidálók (AOB) által



Kulcs enzim: ammónia-monooxygenáz (AMO)  
hidroxilamin-oxidoreduktáz (HAO)

2.lépés: Nitrit oxidáció: nitrit-oxidálók (NOB) által

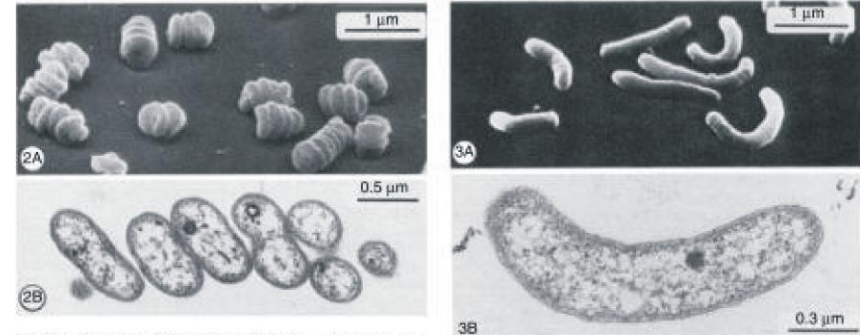


Kulcs enzim: nitrit-oxidoreduktáz (NOR)

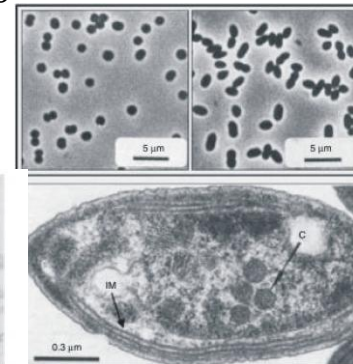
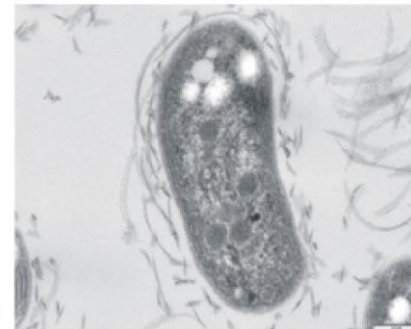
# Biológiai folyamatok

## Nitrifikációban résztvevő organizmusok

- **Ammónia-oxidálók:**
  - $\beta$ -és  $\gamma$ -Proteobacteria,
  - változatos felépítés
  - anoxikus körülmények között egyesek denitrifikációra képesek
  - *Nitrosococcus* sp. ( $\gamma$ ), *Nitrosolobus* sp. ( $\beta$ ), *Nitrosospira* sp. ( $\beta$ ), *Nitrosovibrio* sp. ( $\beta$ ), *Nitrosomonas* sp. ( $\beta$ ),
- **Nitrit-oxidálók:**  $\alpha$ -,  $\delta$ -,  $\gamma$ -Proteobacteria, Nitrospirae phylum
  - egyesek anaerob körülmények között  $\text{NO}_3^-$  redukálására képesek
  - diverz csoport: pálca, coccus, spirillum,
  - *Nitrospina* sp. ( $\delta$ ), *Nitrococcus* sp. ( $\gamma$ ), *Nitrobacter* sp. ( $\alpha$ )
- aerob obligát kemolitotrófok
- lassú növekedés
- optimum: pH 7-8; 25-35°C
- intracitoplazmatikus membránrendszer
- egyes heterotróf szervezetek is



The Prokaryotes 778-811. o., 2006



TEM Image credit: W.J. Hickey, University of Wisconsin-Madison, 2006.

# Biológiai folyamatok

## Denitrifikáció

Több lépéses anaerob nitrát redukciós folyamat

1.lépés: Nitrát  $\longrightarrow$  nitritté nitrát-reduktáz (Mo) enzim által

2.lépés: Nitrit  $\longrightarrow$  nitrogén-monoxiddá nitrit-reduktáz (*nirS*- cd<sub>1</sub>, *nirK*- Cu) enzim által

3.lépés: Nitrogén-monoxid  $\longrightarrow$  dinitrogén-oxiddá nitrogén-monoxid reduktáz (*norB*- Cu) enzim által

4.lépés: Dinitrogén-oxid  $\longrightarrow$  nitrogén gázzá dinitrogén-oxid reduktáz (*nosZ*- Cu) enzim által

Gram- :  $\alpha$ ,- $\beta$ - Proteobacteria: *Pseudomonas* sp., *Alcaligenes* sp., *Paracoccus* sp.,  
*Thiobacillus* sp.,

Gram+ : *Bacillus* sp., Archaea: *Halobacterium* sp.

# Biofilm struktúra

## Külső réteg:

Ammónia-oxidáló baktériumok kompakt mikrokolóniái

## Középső réteg:

Ammónia- és nitrit-oxidáló baktériumok szoros együtt működésben

## Alsó réteg:

Denitrifikáló szervezetek

Biofilm **problémák** forrása lehet:

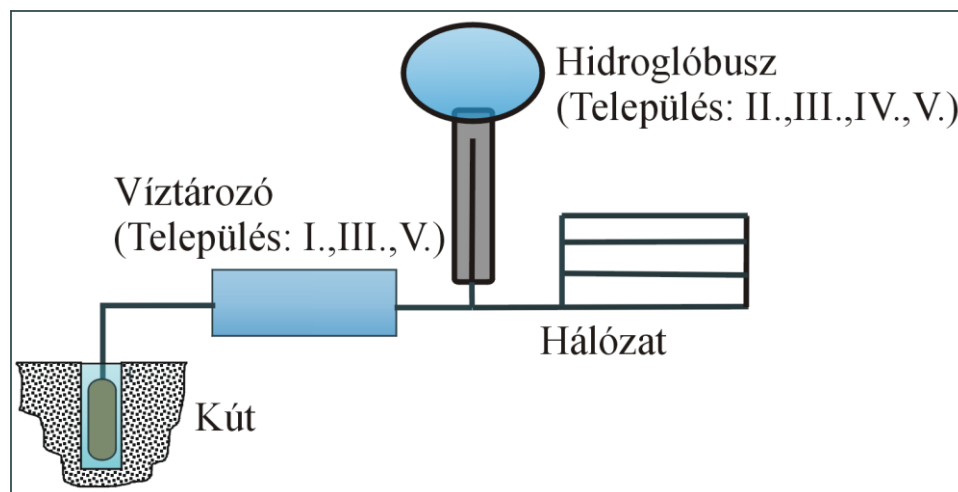
- anyagcseretermékek → íz, szag problémák
- Biokorrózió

Folyadék fázisban szolid, magányos sejtek is → kevésbé aktívak

# Ivóvízhálózatok jellemzése

## Öt különböző település

- **Alapszabása** a vízhálózatnak:  
Kút, vízmű, hidroglóbusz, fogyasztói végpont
- **De alapszabástól eltérő** hálózat  
Egy esetben hidroglóbusz betáplálása hálózatról (III. sz. település)
- Egy település esetében a vízművet elhagyó vízből



## Méretbeli különbségek a vízművekben

- |                      |            |                       |
|----------------------|------------|-----------------------|
| ➤ I. sz. település   | 270 lakos  | 21 m <sup>3</sup>     |
| ➤ II. sz. település  | 743 lakos  | 78 m <sup>3</sup>     |
| ➤ III. sz. település | 1050 lakos | 31926 m <sup>3</sup>  |
| ➤ IV. sz. település  | 2525 lakos | 79387 m <sup>3</sup>  |
| ➤ V. sz. település   | 4654 lakos | 255644 m <sup>3</sup> |

# Ivóvízhálózatok jellemzése

## Nyersvíz

➤ Rétegvíz	Kút mélység	Jellemző
➤ I. sz. település	120 m	$\text{NH}_4^+$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Fe}^{2+}$
➤ II. sz. település	189 - 530 m	$\text{NH}_4^+$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Fe}^{2+}$
➤ III. sz. település		$\text{NH}_4^+$ , $\text{Mn}^{2+}$ ,
➤ IV. sz. település	94 - 150 m	$\text{NH}_4^+$ , $\text{Fe}^{2+}$
➤ V. sz. település	88-210 m	$\text{NO}_2^-$

➤  $\text{NH}_4^+$  eltávolítás nem történik

## Fertőtlenítés

➤ Klór-dioxid kezelés	<u>koncentráció</u>	<u>egyéb kezelés</u>
➤ I. sz. település	nincs	
➤ II. sz. település	2 ppm	
➤ III. sz. település	0,4 ppm	vas-mangántalanítás
➤ IV. sz. település	0,05 ppm	
➤ V. sz. település	1 ppm	vas-mangántalanítás

IV. sz. település esetén 2008, továbbiaknál 2009 óta



# Módszerek

# Eredmények

## Diverzitás index

### **Kutak**

jelentős diverzitás értékek  
kivétel I.sz. tel.

### **Előkészítő mű és víztornyoké**

csökkenés a diverzitásban  
kivétel I.sz. tel. növekedés

### **Végpontok**

növekedés történt (II. sz. kivétel)

## Heterotróf csíraszám

### **Kutak nagy csíraszám**

**Vízmű, Víztorony csökkenés** → **Fertőtlenítés**  
**Végpontokon csíraszám emelkedés**

Oligotróf táptalajon nagyobb csíraszámok

KOI és vas konc. csökkenés ezzel párhuzamosan

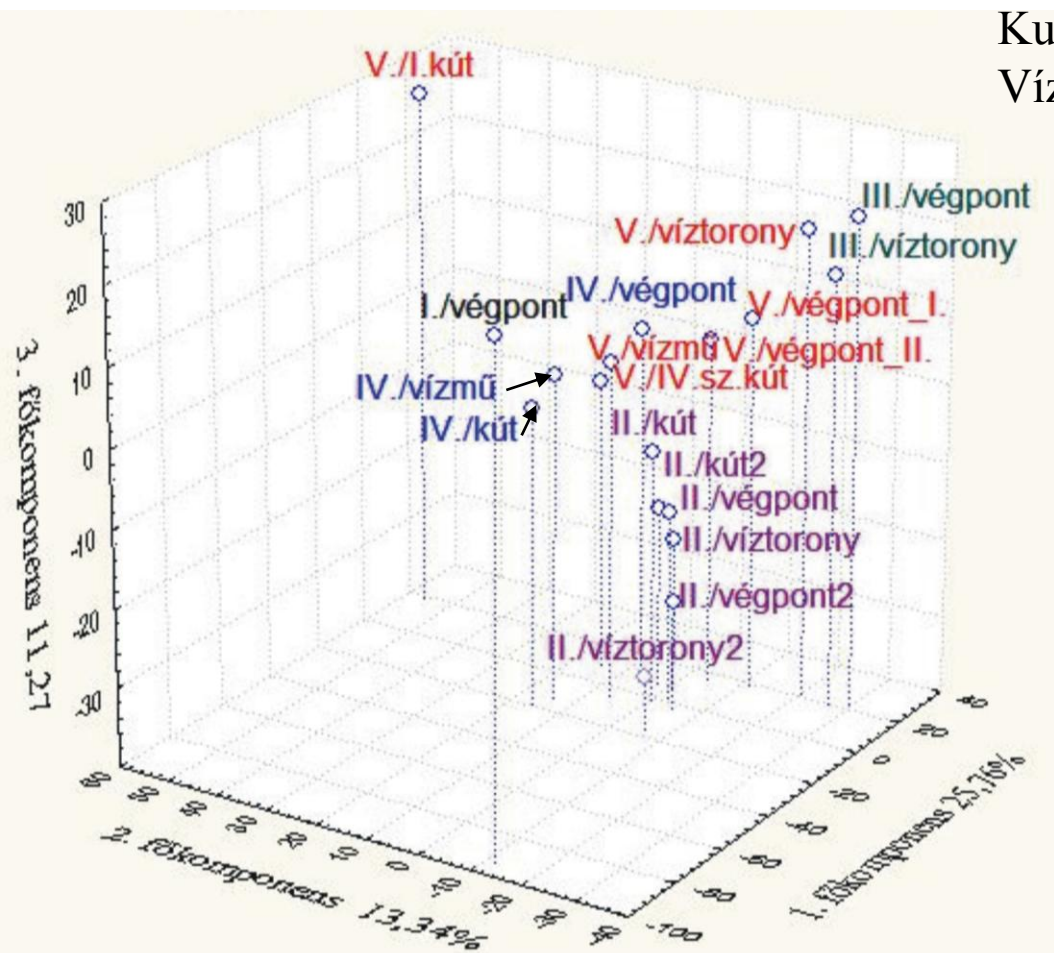
# Teljes bakteriális közösségszerkezet

Egyes települések hálózatai eltérő közösségszerkezet

Közösségszerkezet

Kutak eltérő

Víztorony/vízmű hasonlósága a végpontokkal



## I. sz. település

végpont elkülönülés a többi település hálózatától



nincs fertőtlenítés

## II. sz. település

térbeli és időbeli elkülönülés is

## **IV. sz. település**

Kút-vízmű hasonlósága

Hasonlóság

V. sz. víztorony - IV. sz. végpont

## **V. sz. település**

I. sz. kút –vízmű hasonlóság

Ok: betáplálás

II. sz. kút elkülönülése

Ok: üzemem kívül

# Hálózati nitrifikáció

Minden település esetében hálózati nitrifikáció történt

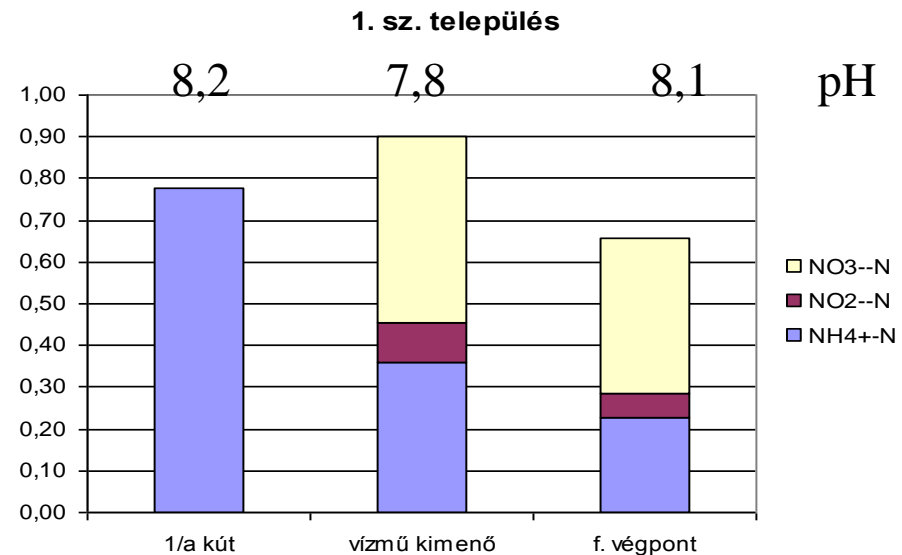
- $\text{NH}_4^+$  konc. csökkenése, amelyet  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  konc. emelkedése kíséri az egymást követő hálózati pontokon (kút  $\longrightarrow$  víztorony)
- pH csökkenése kimutatható a u. ezen szakaszokon (kivétel V. sz.)

## Ammónia-oxidáló baktériumok:

- I. és II. sz. település esetében kút kivételével kimutathatóak
- alacsony csíraszámokban fordulnak elő, de végpontok felé emelkedés tapasztalható

## Nitrit-oxidáló baktériumok:

- minden település összes hálózati pontján
- csíraszámuk nagyobb mint az AOB-oké
- végpontok felé növekedés



# Nitrit-oxidáló baktériumok

## *Nitrobacter* sp.

- minden mintavételi ponton
- meghatározó szervezet a *Nitrobacter vulgaris*

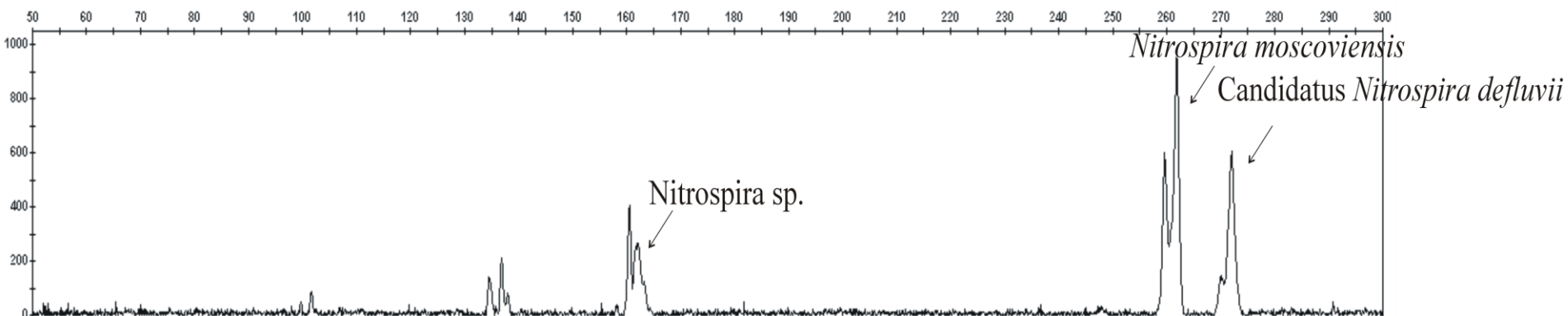
## *Nitrospira* sp.

- minden mintavételi ponton detektálhatóak voltak
- *Nitrospira moscoviensis* egyes mintákban domináns közösség alkotó (262 bp)
- További tagjai a közösségnek

*Nitrospira* sp. (161bp)

*Nitrospira moscoviensis* (262bp)

Candidatus *Nitrospira defluvii* (272bp)



# Denitrifikáció



## Denitrifikáló szervezetek

- megtalálhatóak a hálózatok egyes pontjai
- fogyasztói végpont felé csíraszámuk nő  
hozzájárultak a összes szerves N-tartalom csökkenéséhez a végpontokon  
pH emelkedése is alátámasztja (víztorony/vízmű → végpont)
- III. és V. sz. településen jelenlétüket kimutattuk
  - De nem történt változás az összes szerves N-tartalomban
  - pH értékekben sincs szignifikáns változás

# ÖSSZEFOGLALÁS

Közel azonos folyamatok lejátszódása az egyes települések ivóvízhálózatában.

Az egyes települések hálózatának közösség-szerkezete eltéréseket mutat.

Hálózatokon belül az egyes hálózati pontok számos esetben nagyobb hasonlóságot mutatnak egymáshoz mint a kutakéhoz.

Hálózatok végpontjain heterotróf, nitrifikáló és denitrifikáló csíraszám növekedés.

Település	Folyamat
I. sz.	nitrifikáció/denitrifikáció
II. sz.	nitrifikáció
III. sz.	nitrifikáció
IV. sz.	nitrifikáció/denitrifikáció
V. sz.	nitrifikáció

## Fertőtlenítőszer hatása

- diverzitás értékek csökkenése
- az alkalmazott fertőtlenítőszer nem fejt ki hatását a teljes hálózatban,
- hatása gyengül a hálózati végpontok felé
- eredménye a csíraszámok növekedése a fogyasztói végpontokon

Így lehetőség adódik nitrifikációs/denitrifikációs folyamatok lejátszódására a hálózatban (fogyasztói végpontokon).



**KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!**