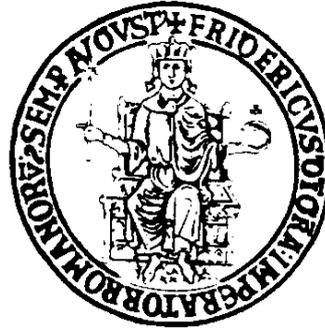


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI “FEDERICO II”



Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering

M.Sc. degree thesis

“Autotrophic denitrification with thiosulfate in fluidized-bed reactors”

Supervisors:



Prof. Ing. Francesco Pirozzi
*Department of Civil, Architectural
and Environmental Engineering
University of Napoli “Federico II”
Napoli, Italy*

Candidate:

Sara Gallucci, B.Sc.



Prof. Jaakko Puhakka
*Department of Chemistry and Bioengineering
Tampere University of Technology
Tampere, Finland*

Assistant supervisor:

Dr. Ing. Stefano Papirio

ABSTRACT

I nitrati rappresentano uno dei più comuni inquinanti delle acque di falda. L'uso intensivo in agricoltura di fertilizzanti chimici e lo scarico di reflui zootecnici hanno contribuito ad aumentare la concentrazione di nitrati nelle acque sotterranee. Negli ultimi anni i processi di rimozione dei nitrati sono stati oggetto di numerosi studi al fine di minimizzare i rischi di gravi malattie ed evitare l'eutrofizzazione dei corpi idrici. Il principale processo biologico di rimozione dei nitrati dalle acque e dal suolo è la denitrificazione, in grado di ridurre i nitrati in azoto molecolare per mezzo di microrganismi eterotrofi. Tuttavia, le acque di falda sono tipicamente povere di sostanza organica e si prestano, perciò, ad un processo alternativo definito denitrificazione autotrofa, in cui la riduzione dei nitrati è accoppiata all'ossidazione di composti inorganici dello zolfo, come i tiosolfati.

Nel presente lavoro sono stati condotti studi sull'efficienza della denitrificazione autotrofa utilizzando i tiosolfati come donatori di elettroni del processo, sia all'interno di reattori che in prove "batch" in bottiglia, utilizzando una cultura pura di *Thiobacillus denitrificans*.

Le prove batch sono state condotte per valutare le cinetiche del processo di denitrificazione e per arricchire la biomassa utilizzata per inoculare i reattori successivamente. I risultati di tali prove suggeriscono che le concentrazioni di tiosolfati che favoriscono il processo sono quelle stechiometrica ($S_2O_3^{2-}/NO_3^- = 0.63 \text{ mol/mol}$) o leggermente in eccesso ($S_2O_3^{2-}/NO_3^- = 1 \text{ mol/mol}$). Per tali condizioni la completa rimozione di NO_3^- è avvenuta dopo 48 ore mentre la produzione di solfati si è principalmente verificata dopo 8 ore (Figura 1).

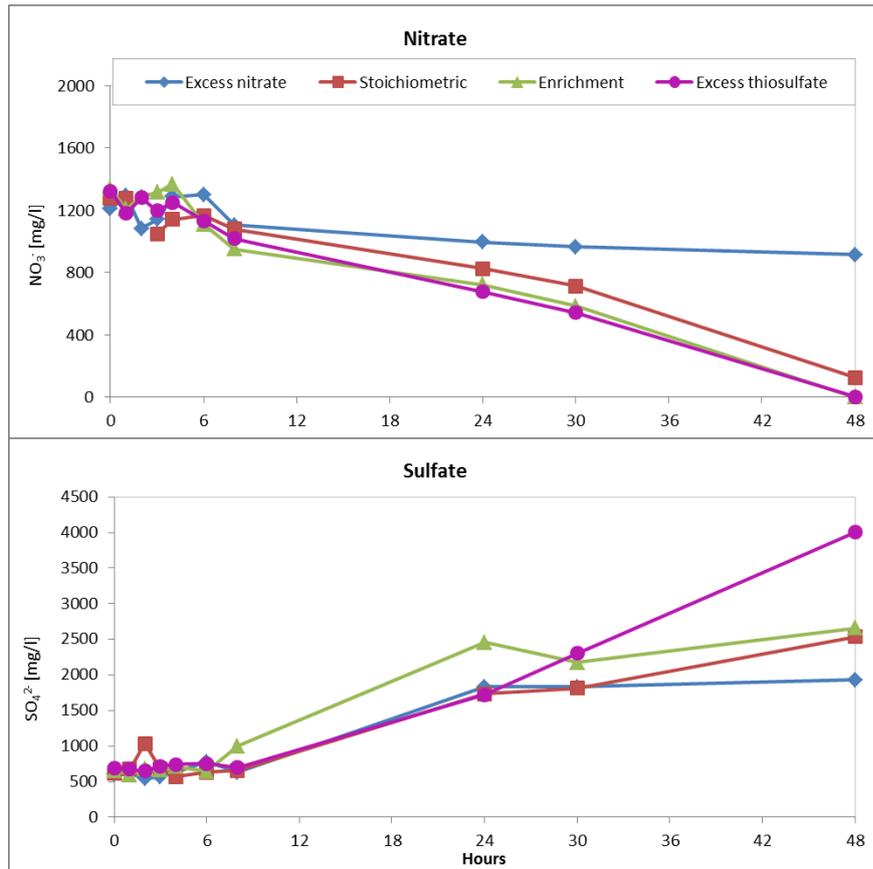


Figura 1 Andamento delle concentrazioni di nitrati e tiosolfati per le differenti condizioni operative.

Successivamente la denitrificazione autotrofa è stata condotta all'interno di innovativi reattori a colture adese: i reattori a letto fluidizzato (FBR). Gli FBRs si sono rivelati molto efficienti per svariati vantaggi: un'ampia superficie per la crescita del biofilm dovuta alla fluidizzazione del letto, un'ottima miscelazione tra substrato e biomassa, una maggiore tolleranza agli agenti inibitori per la presenza della portata di ricircolo e una limitata produzione di fango in quanto sistema a colture adese.

Due reattori in scala di laboratorio (FBR1 e FBR2) sono stati inoculati con il *T.denitrificans* e alimentati con nitrati e tiosolfati e sono stati eserciti a due diverse temperature (Figura 2).

Alte efficienze del processo di denitrificazione autotrofa sono state ottenute in entrambi i reattori alle temperature di 20 ± 2 (FBR1) and $30\pm 0.2^\circ\text{C}$ (FBR2). La completa rimozione dei nitrati è stata ottenuta anche in corrispondenza del massimo fattore di carico dei nitrati pari a $600 \text{ mg L}^{-1} \text{ h}^{-1}$ e con un tempo di ritenzione idraulica (HRT) di 10 minuti. Un'ulteriore riduzione dell'HRT a 5 minuti ha comportato un peggioramento nell'efficienza di rimozione dei nitrati pari al 50% (Figura 3).

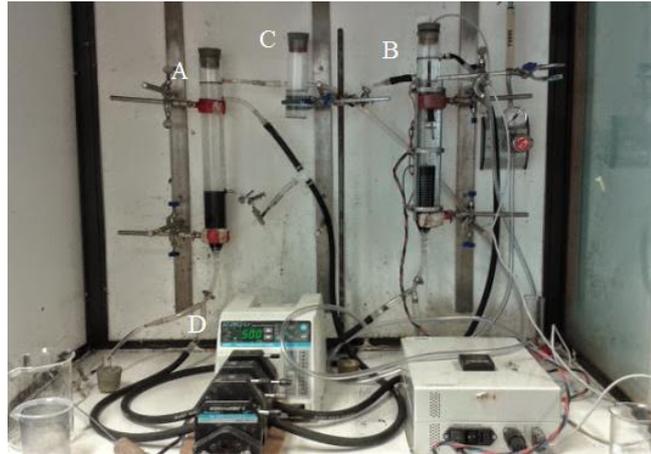


Figura 2 A: FBR1; B: FBR2; C: regolatore di livello dell'acqua; D: pompa peristaltica.

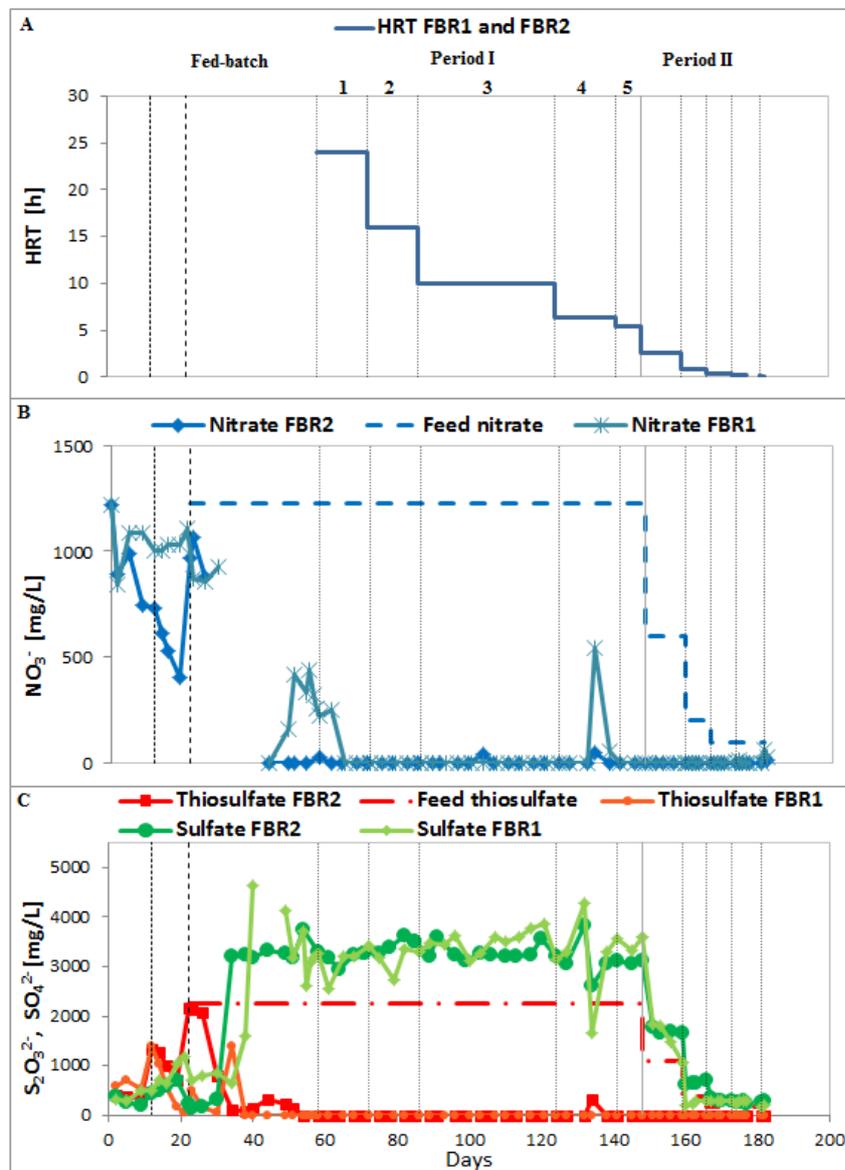


Figura 3 L'andamento dell' HRT(A) e delle concentrazioni di nitrato (B), tiosolfato e solfato (C) durante il periodo di esercizio di entrambi i reattori.

Durante tutto il processo di denitrificazione, seppur il pH si sia ridotto a 5.8 in entrambi i reattori, l'attività biologica dei microrganismi non è stata inibita dimostrando che il *T. denitrificans* riesce a tollerare anche valori di pH inferiori a 6.

Infine, le analisi biologiche DGGE e PCR hanno mostrato la dominanza del *T. denitrificans* nelle comunità microbiche presenti all'interno degli FBRs ed anche la presenza della *Dyella thiooxidans* che probabilmente ha contribuito all'ossidazione del tiosolfato in eccesso.