



Defensa de Tesi Doctoral de Jordi Gabarró Bartual

**Effects of operational conditions
on the performance of a partial nitrification SBR
treating high nitrogen loads**

Directors de la tesi: Dr. Jesús Colprim, Dra. Marilós Balaguer i Dr. Maël Rusalleda

Divendres, 18 de juliol de 2014 a les 10:30h

Aula Magna de la Facultat de Ciències de la UdG



Resum

El tractament biològic d'aigües residuals industrials que contenen altes concentracions de nitrogen ($>1000 \text{ mg N L}^{-1}$) i baixa concentració de matèria orgànica biodegradable (bCOD) com són els lixiviats d'abocador és a dia d'avui un repte. El tractament convencional mitjançant nitrificació-desnitrificació d'aquest tipus d'aigües residuals industrials implica costos molt elevats degut a l'aeració i la necessitat de l'adició de bCOD externa. El procés de nitrificació parcial (PN) combinat amb la oxidació anaeròbia d'amoni (anammox) resulta una alternativa més sostenible pel tractament biològic d'aquest tipus d'aigües. PN és el procés previ necessari per alimentar el posterior reactor anammox. L'objectiu del reactor de PN és el de produir un efluent apte pel reactor anammox.

La investigació presentada en aquesta tesi suposa canvis operacionals en el reactor PN com són la duració de les fases aeròbies i la baixada de la temperatura operacional en un reactor discontinu seqüencial (SBR) de PN tractant lixiviat d'abocador madur per reduir els requeriments energètics. La posada en marxa i operació del PN-SBR es va dur a terme en condicions completament aeròbies a 25 i 35°C i també incloent alimentacions anòxiques per promoure la desnitrificació heterotròfica via NO_2^- a 35°C. Especial atenció va ser posada en la qualitat de l'efluent, la selecció dels microorganismes usant tècniques moleculars i, per últim, la producció de N_2O en condicions anòxiques i aeròbies.

L'efluent del PN-SBR era adequat en tots els casos estudiats en termes de proporció molar $\text{NO}_2^-:\text{NH}_4^+$ i contingut en bCOD tot i el canvi de la temperatura operacional (25 i 35°C) i la inclusió d'alimentacions en condicions anòxiques. En relació amb la producció de N_2O del PN-SBR, es va demostrar que la producció i posterior emissió de N_2O va ser de 3.6% del nitrogen total de l'afluent. La selecció microbiològica obtinguda en el PN-SBR va ser avaluada mitjançant diferents tècniques moleculars. En tots els experiments un filotip de bacteris oxidadors d'amoni va ser enriquit i estava ben adaptat a les condicions severes del PN-SBR. La comunitat heterotròfica era poc diversa però estava molt ben adaptada a les condicions del reactor. En definitiva, els resultats d'aquesta tesi demostren que es va aconseguir exitosament el funcionament robust del PN-SBR tot i els canvis de temperatura i la inclusió de fases anòxiques. L'aplicació dels canvis realitzats en reactors d'escala real hauria de ser analitzada en termes de requeriments del reactor anammox posterior i la llei ambiental vigent (en el cas de l' N_2O). Els resultats inclosos a la tesi també demostren l'aclimatació dels microorganismes seleccionats en condicions severes i variables.

Summary

The biological treatment of industrial wastewater containing high nitrogen concentrations ($>1000 \text{ mg N L}^{-1}$) and low biodegradable organic matter (bCOD) such as landfill leachate is nowadays challenging. Conventional nitrification-denitrification of such wastewater implies high operational costs associated with aeration requirements and external BCOD supply. Partial nitritation (PN) combined with anaerobic ammonium oxidation (anammox) has become a more sustainable alternative treatment of this kind of industrial wastewaters. PN is the previous step to a subsequent anammox reactor which objective is to obtain a suitable effluent to feed the later anammox reactor.

The research presented in this thesis involves changes on operational parameters such as aeration phases length and operational temperature decrease in a PN sequencing batch reactor (PN-SBR) treating mature landfill leachate to reduce energy requirements. The PN-SBR startup and operation was assessed at fully aerobic conditions at 25 and 35°C as well as the implementation of anoxic feedings to promote heterotrophic denitrification via NO_2^- at 35°C. Special attention was focused on the effluent quality, microbial selection using molecular techniques and N_2O production under anoxic and aerobic conditions.

The PN-SBR effluent was suitable in all cases despite operational temperature (25 and 35°C) and the inclusion of anoxic conditions during feeding in terms of both $\text{NO}_2^-:\text{NH}_4^+$ molar ratio and BCOD content. With regards to N_2O production from the PN-SBR, it was demonstrated the production and later emission of 3.6% of the influent N as N_2O . The microbial selection achieved in the PN-SBR was also assessed by several molecular techniques. In all the experiments one ammonium oxidizing bacteria phylotype was enriched at all cases well adapted to stringent conditions present in the PN-SBR. Heterotrophic community was low diverse but well adapted to PN-SBR conditions. Successful demonstration of the PN process robustness was achieved despite changing operational temperature or the inclusion of anoxic feedings. The application of the studied operational changes in full scale reactors should be analyzed in terms of the requirements for the subsequent anammox reactor and environmental law (in the case of N_2O emissions). The present thesis results also demonstrated bacterial acclimation to stringent and variable conditions.