

ABSTRACT OF THE PhD THESIS ENTITLED “EFFECT OF DIFFERENT CARBON SOURCES AND CONTINUOUS AEROBIC CONDITIONS ON THE EBPR PROCESS”

The research of the author has been focused in two different topics, both of them in the field of biological phosphorus removal. On one hand, the effect of the carbon source in a PAO population has been studied. On the other hand, the EBPR activity of an enriched PAO population under strictly aerobic conditions has been assessed.

An EBPR system was developed using propionate as the only carbon source. Some cycle studies were performed with the PAO enriched population with different concentrations of propionate and acetate and a kinetic and stoichiometric model was developed comparing the acetate and the propionate responses. Moreover, the effect of the pH was studied with this population when propionate was used. It was the first study using an EBPR population developed with propionate as the sole carbon source. The results suggest that propionate is a good substrate to enrich an EBPR community. In the same line, two SBR-EBPR systems were enriched using acetate and propionate respectively as the sole carbon sources. Differences in the microbial community composition were observed and some cycle studies experiments were performed with different substrates using biomass from both reactors. The SBR working with propionate presented a better net P-removal than the Acetate-SBR.

In the last years, different studies have been carried out with acetate and propionate and some of them have been used to develop metabolic models to predict the behaviour of EBPR systems. Nevertheless, these experiments were carried out using enriched PAO cultures. Results from these studies found in the literature have been compared with the response of full scale sludge withdrawn from two different EBPR WWTPs. The differences between the literature results and the response of full-scale EBPR sludge to acetate and propionate, where the percentage of PAOs is much lower than the enriched culture, has been studied. No significant differences were observed.

PAO can take up acetate under aerobic conditions, linking this uptake with phosphorus release, glycogen degradation and PHA production as in anaerobic conditions although the rates observed are different from the ones obtained in anaerobic conditions. When substrate is depleted, PAO degraded its PHA to uptake phosphorus, to replenish the glycogen pools and to grow. This entire phenomenon has been analysed and modeled. The effect of intracellular compounds in an enriched PAO population working under strictly aerobic conditions was also studied and no significant influence was observed.

After observing that an enriched PAO sludge was able to behave in a similar way under strictly aerobic conditions than in anaerobic/aerobic conditions, achieving net phosphorus removal from the system in both cases, next step in this research topic was to study for how long this biomass could work under aerobic conditions without losing its phosphorus removal activity. An SBR reactor was seeded with an enriched EBPR biomass and was subjected to aerobic cycles for 11 days. Microbial population as well as the most significant compounds of the process was analyzed throughout different cycle studies.

RESUMEN TESIS DOCTORAL TITULADA “EFFECT OF DIFFERENT CARBON SOURCES AND CONTINUOUS AEROBIC CONDITIONS ON THE EBPR PROCESS”

La tesis que se presenta abarca dos campos distintos dentro de la eliminación biológica de fósforo. Por un lado, parte del trabajo se ha centrado en el estudio del efecto de distintos sustratos en el proceso. Los capítulos 4, 5 y 6 muestran los resultados obtenidos en este campo. En el capítulo 4 se muestra la evolución de un reactor discontinuo secuencial (SBR) que fue inoculado con lodos de una estación depuradora de aguas residuales (EDAR) y al que se le suministro propionato como única fuente de carbono. Se realizó un seguimiento microbiológico de la comunidad microbiana del reactor y se elaboraron distintos experimentos, comprobando la respuesta de los microorganismos a distintas concentraciones de propionato. Así mismo, también se condujeron experimentos evaluando otro sustrato, el acetato, que hasta este momento era el sustrato habitual en los trabajos descritos en la literatura. El efecto del control del pH también fue analizado en este capítulo y se obtuvo un valor de 7.5 como valor óptimo de trabajo. Un modelo cinético y estequiométrico basado en el modelo ASM2d fue calibrado y validado con los experimentos elaborados con propionato y acetato. Con este reactor se observa una gran proliferación de organismos acumuladores de fósforo (PAO) en detrimento de sus competidores más directos, los organismos acumuladores de glicógeno (GAO).

El capítulo 5 de resultados compara la evolución de dos SBR inoculados con el mismo fango procedente de la misma EDAR. Uno de los SBR trabajaba con propionato y el otro con acetato como única fuente de carbono. El SBR trabajando con propionato presenta mayor capacidad de eliminación de fósforo debido al mayor porcentaje de las PAO en el reactor. Cuando los dos reactores se encuentran en el estado estacionario se realizan distintos experimentos comprobando otros sustratos (propionato, acetato, butirato y glucosa). Se observa que la composición de los polihidroxialcanoatos (PHA) presentes en el lodo dependen del tipo de sustrato consumido por los microorganismos. En el capítulo 6 se comparan los resultados obtenidos con lodos de EDARs que trabajan con eliminación biológica de fósforo cuando se les suministra acetato o propionato con los resultados descritos en la literatura, obtenidos con lodos de laboratorio. La respuesta de los lodos reales es similar a la que tienen los lodos de laboratorio respecto a los distintos sustratos analizados.

Otra línea de investigación que abarca esta tesis es el estudio de la coexistencia de sustrato y oxígeno en el proceso de eliminación biológica de fósforo. En este campo se incluyen los capítulos 7, 8 y 9 de resultados. El capítulo 7 describe el proceso de eliminación biológica de fósforo solo en condiciones aerobias. Se observó que los procesos que tienen lugar en la etapa anaerobia de un ciclo común de operación de un sistema de eliminación biológica de fósforo (captación de sustrato, liberación de fosfato, degradación de glicógeno y acumulación de PHA) también ocurren cuando el sustrato está presente en condiciones aerobias. Parece probable que los PAO mantengan su metabolismo anaerobio cuando hay oxígeno. En estas condiciones, otros microorganismos, los heterótrofos, también jugarían un papel importante.

En el capítulo 8 se analiza el efecto de los polímeros intracelulares presentes en el lodo (PHA, glicógeno y polifosfato) en el proceso de eliminación biológica de fósforo que se produce solo en condiciones aerobias. Se vio que la cantidad de polímero intracelular no influye significativamente dicha eliminación de fósforo.

El capítulo 9 muestra como evoluciona un sistema d'eliminación biológica de fósforo que trabaja únicamente en condiciones aerobias. Se observa que tras 4 días de operación en condiciones aerobias el sistema pierde la capacidad de eliminación de fósforo, aunque la composición de la población microbiana no cambia a lo largo de los 11 días de operación en condiciones estrictamente aerobias.

Esta tesis concluye con un capítulo de conclusiones generales del trabajo (Capítulo 10) y unas propuestas de trabajos futuros.