

**Моделирование in situ очистки пластовой воды от соединений азота с использованием ключевых процессов окислительного и восстановительного ветвей цикла азота**

**Научный руководитель – Литти Юрий Владимирович**

*Усова В.Н.<sup>1</sup>, Вшинякова А.В.<sup>2</sup>*

1 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет, Кафедра микробиологии, Москва, Россия, *E-mail: valeriausova25@mail.ru*; 2 - Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Факультет биотехнологии и промышленной экологии (БПЭ), Москва, Россия, *E-mail: nast366760404@mail.ru*

В настоящее время глобальной проблемой является загрязнение подземных вод азотными соединениями, образующимися в результате техногенеза. В России эта проблема особенно остро стоит на территории заводов Росатома в Сибири и Удмуртии (АО «СХК» и АО «ЧМЗ») [1]. Целью данной работы было исследование возможности различных стратегий биоремедиации подземных вод с использованием процессов нитрификации, денитрификации и анаэробного окисления аммония нитритом (анаммокс).

Эксперименты проводили при периодическом культивировании при 10°C, аналогично естественным условиям. В реакторы объемом 500 мл вносили загрязненную воду (200 мг  $\text{NO}_3^-$ -N/л и 150 мг  $\text{NH}_4^+$ -N/л) и грунт, отобранные на территории АО «ЧМЗ». В реакторах №1 и №2, использующих стратегию денитрификации, были созданы анаэробные условия; при этом в реакторе №1 органические соединения (ацетат и сахароза) вводились в низких концентрациях и дробно, в то время как в реактор №2 они подавались сразу в высоких концентрациях. В реакторе №3 была выбрана стратегия нитрификации с последующей денитрификацией. Эксперимент в реакторах №1 и №2 проводился в 2 этапа, на втором этапе провели биоаугментацию лабораторным анаммокс-сообществом.

В реакторах №1 и №2 концентрация  $\text{NO}_3^-$ -N постепенно снижалась и на заключительном этапе упала до 0 мг/л. Однако, концентрация  $\text{NH}_4^+$ -N после начального снижения оставалась на уровне 53 мг/л и 42 мг/л, соответственно. Накопления  $\text{NO}_2^-$ -N в реакторе №2 не наблюдалось. В третьем реакторе  $\text{NO}_3^-$ -N и  $\text{NH}_4^+$ -N были полностью удалены.

*Proteobacteria* был преобладающим филумом во всех реакторах. Денитрифицирующие бактерии родов *Acidovorax*, *Albidiferax*, и семейства *Comamonadaceae* преобладали на протяжении всего эксперимента, а в реакторе №3 *Comamonadaceae* начали накапливаться после переключения на анаэробный режим. Нитрифицирующие бактерии родов *Nitrosospira* и *Nitrobacter* наблюдались только в реакторе №3. Представители типа Planctomycetes по результатам анализа генов 16S рРНК были обнаружены следовых количествах, однако результаты ПЦР в реальном времени показали их более высокое содержание в сообществе. С помощью платформы KEGG был проведен анализ метаболических путей.

Выдвинуто предположение, что активация процесса анаммокс возможна в условиях более высокого загрязнения нитратами, поскольку образующийся в результате частичной денитрификации нитрит быстро потребляется конкурирующей группой денитрификаторов.

### **Источники и литература**

- 1) Safonov, A. V., Babich, T. L. (2018). Microbial Community and in situ Bioremediation of Groundwater by Nitrate Removal in the Zone of a Radioactive Waste Surface Repository. *Frontiers in Microbiology*, 9.