

## НАУКА



# Рожденные у хранилищ РАО

**Рядом с поверхностным хранилищем радиоактивных отходов (РАО) Чепецкого механического завода (ЧМЗ) в Глазове ученые обнаружили ранее неизвестные анаммокс-бактерии с уникальными свойствами. Как они могут помочь человеку и природе, «СР» узнала у Юрия Литти — заведующего лабораторией микробиологии антропогенных мест обитания Федерального исследовательского центра «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН.**

Текст: Ярослава Плаксина / Фото: ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН

## Микробы-чистильщики

Многие десятилетия считалось, что микробы могут окислять аммоний только в присутствии кислорода. Однако в конце прошлого века на очистных сооружениях в Голландии обнаружили микроорганизмы, способные осуществлять его анаэробное (бескислородное) окисление. Процесс назвали анаммоксом. Впоследствии были идентифицированы уникальные анаммокс-бактерии и доказана их существенная роль в глобальном круговороте азота. Особый интерес они представляют для очистки сточных вод от токсичных для человека азотных соединений: эти бактерии могут

на 50% сократить затраты энергии на аэрацию и полностью исключить расходы на внесение органического углерода.

Анаммокс-бактерии — автотрофы, им не нужны органические соединения для роста. Они питаются, перерабатывая окисленные (нитрит) и восстановленные (аммоний) азотные соединения в безвредный молекулярный азот. Причем микроорганизмы весьма прожорливы. Для роста 1 кг анаммокс-бактерий необходимо около 43 кг азотных соединений.

## Находка у ЧМЗ

«Наши коллеги из Института физической химии и элект-

рохимии РАН в течение нескольких лет исследовали подземные экосистемы вблизи хранилищ урановых отходов, — рассказывает Юрий Литти. — Они искали решение, как очистить территории от попавших туда в результате деятельности человека загрязняющих веществ. Наиболее выгодным и экологически, и экономически признали решение заселить у мест захоронения радиоактивных отходов микробные сообщества, питающиеся биологическим мусором. Мы начали исследовать разные хранилища по всей стране. И вот возле принадлежащего ЧМЗ обнаружили большое количество анаммокс-бактерий, изучением и применением которых наша лаборатория занимается много лет. Что касается подземных местообитаний, то обычно наши подопечные встречаются в районах интенсивного выращивания сельскохозяйственных культур, что вполне объяснимо. Вблизи хранилищ РАО мы встретили их впервые, и это очень интересно. Мы предполагаем, что здесь всегда было незначительное, фоновое присутствие анаммокс-бактерий, а поскольку поверхностные хранилища РАО содержат большое количество просачивающихся в грунтовые воды нитрата и аммония, были созданы селективные условия для их процветания. Филогенетический анализ и сравнение геномов подтвердили открытие четырех совершенно новых и ранее не изученных анаммокс-бактерий: нового рода *Ca. Frigussubterria*,

▲ Поверхностное хранилище РАО при Чепецком механическом заводе

нового вида *Ca. Kuenenia* и двух штаммов нового вида *Ca. Scalindua*.

Хвостохранилище № 1 появилось на заводе в начале 1950-х. Его первую чашу заполнили в 1966 году, вторую — к 1975 году, третью — к 1980-му. Больше хранилище не пополнялось.

▼ Один из соавторов исследования, ведущий научный сотрудник Института физической химии и электрохимии РАН Алексей Сафонов, за работой

## Самоочищение природы

Процессы, основанные на жизнедеятельности анаммокс-бактерий, внедряют на передовых очистных сооружениях для более эффективной и экономичной очистки сточных вод от соединений азота, говорит Юрий Литти. Однако микроорганизмы

эти медленно растущие и теплолюбивые, что затрудняет их использование в странах с холодным климатом, как наша. А вот обнаруженное вблизи ЧМЗ сообщество бактерий адаптировано к холоду и обладает рядом других интересных и полезных особенностей, в частности способностью восстанавливать нерастворимые оксиды железа и марганца, утилизировать мочевины и проч.

«Эти бактерии не патогенные и не представляют никакой опасности для природы и человека, — поясняет Юрий Литти. — Рост их относительной численности возле мест захоронения ОЯТ обусловлен лишь наличием загрязняющих веществ, которыми они питаются. Так природа пытается вернуть равновесие в экосистеме. Процессы самовосстановления и самоочищения можно существенно ускорить, создав более благоприятные условия для жизнедеятельности этих полезных бактерий. Мы предложили два подхода к получению на месте нитрита — вещества, которого нет на этих территориях и которое необходимо для полноценного роста анаммокс-бактерий. Принципиальная осуществимость этих способов уже продемонстрирована нами в лабораторных условиях».

По словам ученого, обнаруженные сообщества анаммокс-бактерий могут быть использованы для совершенствования процессов биочистки сточных и подземных вод от азотных соединений и разработки эффективных подходов биоремедиации сильно загрязненных территорий.

## Кстати

Анаммокс-бактерии проводят биологический синтез гидразина — химического восстановителя. Он широко и разнообразно применяется в синтетической промышленности. Так, долгое время американские ракетостроители использовали гидразин в топливе «Аэрозин-50» для космических кораблей серии «Аполлон».

