

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПРАВИТЕЛЬСТВО РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н. П. ОГАРЕВА

БИОТЕХНОЛОГИЯ НА РУБЕЖЕ ДВУХ ТЫСЯЧЕЛЕТИЙ

МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

САРАНСК,
12 – 15 СЕНТЯБРЯ 2001 Г.

САРАНСК
ИЗДАТЕЛЬСТВО МОРДОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
2001

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ БИОРАЗНООБРАЗИЯ БЕНТОКОМПЛЕКСОВ МАЛЫХ РЕК ЛЕВОБЕРЕЖНОГО ПРИСУРЬЯ И ИХ БИОИНДИКАЦИЯ

КАМЕНЕВ А.Г., АНАШКИН А.Г., ВДОВИН Н.Н.

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева,

430000 г. Саранск, ул. Большевикская, 68, 32-25-23

e-mail: biotech@moris.ru

Кафедра зоологии Мордовского университета в 2001 г. осуществила гидробиомониторинг двух малых рек Мордовии: Нерлейка - протяженность 32 км (приток р.М. Кша) и Черменей - протяженность 40 км. (приток Суры).

В макрозообентосе р. Нерлейка за период исследования были обнаружены 32 вида беспозвоночных животных. Наиболее разнообразным оказался гетеротопный комплекс бентофауны - 19 видов, в составе которого заметно выделялись двукрылые (10) видов. Другие группы инсектофауны были представлены: стрекозы-3, жуки-1, ручейники-4, вислокрылые-1 видом. В составе гомотопного макрозообентоса (13 видов) найдены олигохеты (5), пиявки (1), моллюски (7). По числу выявленных таксонов макрозообентокомплексы функционирующие в районе п. Соколов Гарт и с. Ст. Найманы оказались довольно близкими, в которых было отмечено соответственно 15 (9-насекомые) и 13 (8) видов донных животных. Заметно богаче по биоразнообразию, но в то же время сходные по числу видов выглядели сообщества бентонтов локализованные в районе п. Молния -19 (13) и в устьевом участке реки -18(12) О значительном сходстве видового состава выделенных пар сообществ свидетельствуют и довольно высокие значения коэффициента видового сходства (коэффициент Серенсена): для первой пары -36, для второй -34%.

Комплекс преобладающих видов донных животных выявленный в исследованном водотоке включал: *Tubifex tubifex* Mull (p), *Isochaetides newaensis* Mich (β), *Limnodrilus hoffmeisteri* Clap (α-p), *Bythinia tentaculata* Linne (β), *Limnaea ovata* Drap (β), *Euglesa supina* A. Schm. (β), *Platicnemis pennipes* Pall. (α-β), *Anabolia nervosa* Curt (α-β), *Sialis lutaria* F.(α-p), *Chironomus plumosus* L.(β), *Cryptochironomus defectus* Kieff. (β-α), *Procladius choreus* Meig. (p), *Pentapetilum exectum* Kieff.(β-α). При этом, возвращаясь к видовому составу бентонтов в макрозообентокомплексах с обедненным таксономическим спектром (п. Соколов Гарт, с. Ст. Найманы) и с более разнообразным (п. Молния, устье) следует заметить, что в первом случае преобладают виды-индикаторы -мезосапробных и полисапробных условий среды обитания (69%), а во втором - олиго- и мезосапробные виды (63%).

Количественное развитие донной макрофауны исследованного водотока характеризовалось следующей динамикой: численность бентонтов изменялась в пределах 167-700 экз/м и биомасса- 1,40-53,28 г/м². Основу численности определяли личинки хирономид и ручейников, биомассы - личинки ручейников, и

которым в отдельные периоды присоединялись личинки стрекоз и хирономид.

Продукционные характеристики бентических сообществ р.Нерлейка также оказались весьма динамичными. При этом более значительной продукционной потенцией отличались бентокомплексы, функционирующие в районе с. Ст. Найманы ($P_f=0,710-2,44$ кДж/м² и $P_b=0,463-1,520$ кДж/м²) по сравнению с аналогичными характеристиками других сообществ соответственно в районе п. Соколов Гарт ($P_f=0,130-0,792$, $P_b=0,012 - 0,743$ кДж/м²) и в устье водотока ($P_f=0,062-0,550$, $P_b=0,198-0,550$ кДж/м²). Биоиндексы (i, J, БИВ и др.) характеризуют воду р. Нерлейка как загрязненную (в начале лета) и умеренно загрязненную (п. Соколов Гарт), умеренно загрязненную (п. Молния, с.Ст. Найманы) и умеренно загрязненную с переходом в отдельные периоды в разряд - чистая в устьевой части реки.

В составе макрозообентоса р. Черминей зарегистрировано 78 видов донных животных, при этом наибольшим разнообразием отличался состав инсектофауны- 47 видов (хирономиды-13, ручейники-8, поденки-7, стрекозы-6, клопы-4, жуки-3, прочие двукрылые-6). В составе гомотопного бентоса найдены: моллюски(21 вид), олигохеты (4), пиявки (4), ракообразные (2). Группу видов-доминантов составляли: *L. hoffmasteri*, *Isochaetides newaensis* Mich., *Erpobdella octoculata* L., *Pisidium amnicum* Mull., *Amesoda solida* Norm., *Bythinia tentaculata* L., *Platicnemis pennipes* Pal., *Gomphus vulgatissimus* L., *Caenis macrura* Steph., *Polymitarcis virgo* Ol., *Anabolia nervosa* Curt., *Pentapetilum exectum* Kieff. Видовая структура бентокомплексов на разных участках водотока характеризовалась следующей динамикой: 13-18 видов (с. Тазино - с. Симкино), 24-31 (113 квартал - оз. Широкое), 38-41 (устьевой участок). Из приведенной динамики видно, что видовое разнообразие бентоценозов заметно обеднено в верхней и средней частях водотока. Последнее обусловлено в определенной степени антропогенным воздействием - поступлением в водоток на этих участках сельскохозяйственных и животноводческих стоков. При этом в сообществах указанных участков преобладали альфа - мезосапробные и полисапробные формы. В то же время в бентокомплексах нижнего участка, проходящего в озеро - лесной зоне более существенной становится роль бета - мезосапробных и олигосапробных видов.

Высокими значениями суточная продукция животных второго трофического уровня ($P_f=0,82-4,65$ кДж/м²), а так же фактическая ($P_b=1,05-4,21$ кДж/м²) характеризовались в сообществах среднего участка реки (вследствие загрязнения последнего животноводческими стоками, приведшее к формированию здесь полисапробных условий и обусловившее высокий уровень развития малощетинковых червей - полисапробов тубифицидной группы). Донные биоценозы, развитые в озерно-лесной части водотока отмечались большей структурированностью ($H=2,89-3,17$) и меньшими величинами продукции ($P_f=0,29-2,28$ кДж/м²; $P_b=0,72-3,36$ кДж/м²). Значения биотических индексов (i, J, БИВ и др.) позволили оценить воду р. Черминей как умеренно загрязненную на верхнем и среднем участках и как чистую в нижней части водотока.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно заключить, что каллусные культуры могут быть использованы в качестве модельного объекта при изучении стрессоустойчивости на клеточном уровне. Однако для получения сравнительной оценки устойчивости необходимо тщательно оценивать вклад в развитие клеточной реакции на неблагоприятный фактор как физиологических (характеризующих свойства исходного растения и культуры), так и внешних факторов. Следует иметь в виду, что варьирование условий выращивания позволит несколько изменить степень устойчивости культуры.

Выявленные эпигенетические и физиологические зависимости реакции клеточных линий на охлаждение были использованы при планировании экспериментального повышения холодоустойчивости теплолюбивых растений с использованием приемов клеточной инженерии, основанных на соматоклональной изменчивости культивируемых *in vitro* клеточных популяций (Самыгин, Трунова, 1993; Bertin et al., 1996a; 1996c). Считается, что воздействие стрессора (в данном случае - пониженной температуры) на культуру клеток будет приводить к частичной гибели популяции, но часть клеток может выжить, причем тем меньшая, чем сильнее стрессовое действие. После переноса выживших клеток на свежую питательную среду продолжение культуры будет более толерантным к этому стрессору (Самыгин, Трунова, 1993).

В результате третьего этапа - скрининга на повышенную холодоустойчивость - отобраны две линии огурца, которые перспективны для получения более устойчивых растений. На следующем этапе предполагается получение растений-регенерантов, оценка холодоустойчивости на уровне организма и проверка сохранения холодоустойчивости при культивировании растений в естественных условиях и при семенном размножении.

Исследование выполнено при частичной поддержке гранта РФФИ № 00-04-48301 и гранта Министерства образования РФ Е00-6.0-45.

ГЕНОТОКСИЧНОСТЬ ВОДЫ МАЛОЙ РЕКИ ПЕНЗЯТКА

МЫШЛЯКОВ Г.М.

Мордовский государственный университет им. Н.П.Огарева
430000 Саранск, Большевикская, 68. e-mail: biotech@moris.ru

Эколого-генетический мониторинг проводился в период с 1998 по 2000 г.г. малой реки Пензятки, протекающей в черте г. Саранска. Река Пензятка протяженностью всего 6 км. Истоки находятся выше г. Саранска на расстоянии 3,5 км. В районе жилого массива Светотехстрой и с. Берсенева река загрязнена в значительной степени генотоксикантами. Основными загрязнителями являются следующие соединения: соли аммония, превышающие ПДК в 10 раз, нитраты в 300 раз, фосфаты в 73 раза, медь - в 48, никель - в 40, нефтепродукты - в 90, жиры и масла - в 13 раз.

Река может рассматриваться как сточная артерия, вбирающая в себя отходы: коммунальные, сельскохозяйственные и бытовые. Забор воды проводился в трех точках. Первая проба бралась у истоков реки, проба № 2 - в районе жилого массива Светотехстрой и села Берсенева, проба № 3 - при впадении р. Пензятки в реку Инсар.

Цитогенетический мониторинг загрязнения воды проводился на основании изучения мутационного процесса, протекающего в условиях антропогенного воздействия. В качестве критерия оценки генетического действия использовали частоту и спектр хромосомных aberrаций в митозе тест-объекта *Allium cepa*. Семена лука (*Allium cepa* L.) проращивались в воде из р. Пензятка. Контролем служили семена лука, замоченные в дистиллированной воде.

Проведенный анализ тест-системы показал, что семена лука, проращенные в воде р. Пензятка, обнаруживают разную частоту хромосомных aberrаций, а также различную всхожесть. В июле 1998 г. всхожесть в пробах составила: в 1-ой - 54%, во 2-ой - 48%, в 3-ей - 36% при 68% в контроле. Частота хромосомных aberrаций в пробах колеблется от 2,63% (проба № 1) до 4,01% (в пробе № 2) и 6,71% (в пробе № 3), при 0,40% в контроле. Эти данные свидетельствуют о загрязненности реки генотоксикантами от истоков до устья.

В серии опытов за ноябрь 1998 г. всхожесть в пробах составила: в 1-ой - 35%, во 2-ой - 30% и в 3-ей - 45%, при 51% в контроле. Наибольшая частота aberrаций хромосом отмечена в пробе № 3 - 8, 43%, при 0,48% в контроле. Происходит повышение загрязненности реки в осенний период.

В 1999 г. происходит дальнейшее загрязнение воды. Во всех исследуемых точках пробы речной воды индуцировали повышенный уровень aberrаций хромосом в корневой меристеме лука. В январе - феврале всхожесть в пробах составила: в 1-ой - 18%, во 2-ой - 25%, в 3-ей - 20% при 40% в контроле. Частота хромосомных aberrаций колеблется от 3,01% (в пробе № 1) до 10,7% (в пробе № 3) и значительно превышает частоту в контроле - 0,41%. В марте - апреле всхожесть составила 52% (в пробе № 1), 43% (в пробе № 2), 48% (в пробе № 3) при 62% в контроле. Частота aberrаций составила: 4,41% (проба № 1), 6,28% (проба № 2), 9,76% (проба № 3) при 3,98% в контроле. В опытах за март - апрель во всех трех пробах наблюдали неклассифицированные перестройки хромосом. Полагают, что появление aberrаций этого типа в первую очередь связано с нарушением деления цитоплазмы клетки и отравление клетки ядом. Другие авторы (Залкинд, 1966) считают, что появление неклассифицированных aberrаций приводит к повреждению клеточных центров, т. е. вызвано генетическими изменениями.

В опытах 2000 г. наибольшая частота aberrаций была зафиксирована в осенних пробах (октябрь - ноябрь) и составила: 4,86% в пробе № 1; 7,02% в пробе № 2 и 11,28% в пробе № 3 при 0,36% в контроле. Как показывают данные хромосомного анализа за весь период наблюдения, происходит дальнейшее загрязнение воды генотоксикантами, которое выражается в увеличении хромосомных aberrаций у исследуемого тест-объекта.

Потенциал самоочищения реки исчерпан в связи с малым количеством воды в реке и огромным антропогенным прессом.

Мониторинг генотоксических эффектов воды реки Пензятка показал:

1. Вода р. Пензятка обладает значительным мутагенным эффектом и индуцирует хромосомные aberrации у тест-объекта *Allium cepa*.
2. Частота хромосомных aberrаций зависит от концентрации загрязняющих веществ.
3. Преобладающими типами хромосомных aberrаций в различных вариантах опыта были одиночные и двойные фрагменты, мосты и неклассифицированные нарушения.
4. Мутагенная активность реки меняется в зависимости от времени года. Наибольшей генотоксичностью обладает вода в осенний период.
5. Вода обладает ингибирующим эффектом, который выражается в меньшей всхожести в опытных вариантах по сравнению с контрольным.
6. Поврежденность aberrационных клеток составила от 100 до 133%.

МИКРОБНЫЙ ИНТРОДУЦЕНТ-ДЕСТРУКТОР НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ

ПОНОМАРЕВА Л.В., ОСИПОВ А.И., ЦВЕТКОВА Н.П.

Агрофизический научно-исследовательский институт (РАСХН) 195220,

Санкт-Петербург, Гражданский пр. 14, факс: (8-812)534-19-00,

e-mail: plv@nm.ru

Известно, что нефтяное загрязнение почвы оказывает существенное влияние на все основные её характеристики: физические, химические, агрохимические, а также микробиологические, причем модификационные изменения свойств почвы непосредственно связаны с этапами деградации компонентов данного поллютанта. Нефть снижает интенсивность трансформации органического вещества почвы и перехода его в легкодоступные, усвояемые растениями элементы питания. Степень нарушения плодородия почв зависит как от свойств самой почвы (исходного водного режима, буферности, поглотительной способности и т.д.), так и от количества нефтяного загрязнителя и его химического состава. В России по причине нефтезагрязнения в рекультивации и в экологической защите нуждаются сотни гектаров почвы, в том числе плодородной. В виду чрезвычайной актуальности проблеме создания технологий ликвидации последствий разлива нефти и нефтепродуктов на почвогрунты уделяется всё большее внимание. Основные подходы, применяемые в этих технологиях, можно разделить на физико-химические и механические (ремедиация) и биотехнологические фито- и биоремедиация.

Исследования, выполненные нами показали, что, как и некоторые растения, например, овес, ячмень и рапс, очень многие микробные культуры могут

очищать нефтезагрязненные почвы путем деструкции и утилизации загрязняющего вещества. Однако более эффективно процессы ремедиации протекают при совместном действии в почве растений и микроорганизмов, то есть когда имеет место ризосферный эффект. При этом интенсивность данного действия усиливается рядом экофакторов (наличием в почве питательных веществ, оптимальная температура и необходимый водно-воздушный режим). Растения в этом случае утилизируют нефтепродукты и снабжают почвенную микрофлору корневыми экссудатами, а микроорганизмы синтезируют ферменты, обеспечивающие разложение нефтепродуктов. Таким образом, ремедиация нефтезагрязненных почв с использованием ассоциативных микроорганизмов и растений, способных поглощать и утилизировать нефтяные вещества – это эффективный способ очистки почв и восстановления их плодородия. Однако данные процессы протекают, как правило, в условиях невысокого загрязнения почв. При высокой концентрации загрязняющего вещества, которая обуславливает и повышенную токсичность почв, фиторемедиация замедляется или становится вообще невозможной. В этом случае процессы очистки почв обеспечиваются, главным образом, процессами микробиологической деструкции нефтепродуктов, а эффективность биоремедиации определяется наличием, активностью и концентрацией в почве нефтеокисляющей микрофлоры, аборигенной или интродуцированной. На сегодня биоремедиация загрязненных почв, основанная на способности микроорганизмов использовать нефтяные углеводороды в качестве единственного источника энергии является наиболее перспективным и экологически безопасным способом очистки почв.

Известно большое многообразие микробных культур, интродуцирование которых в нефтезагрязненную почву обеспечивает эффективную её очистку в короткие сроки. Для поиска и выделения микроорганизмов-нефтедеструкторов используют любые загрязненные субстраты, в том числе почву. Из состава микрофлоры загрязненных почв нами выделен и отобран ряд высокоактивных нефтеокисляющих ассоциативных культур, глубинное культивирование которых на среде Чапека-Докса с 0,5 %-ым содержанием нефти обеспечивало снижение концентрации нефти в течение 7 суток на 50-80 %, что соответствовало деструкции от 1,5 до 2г нефти / л в сутки. При этом установлена способность культур синтезировать вещества-эмульгаторы нефти, что в значительной степени повышает эффективность деструкции нефтяных углеводородов микроорганизмами: При периодическом пересеве на мясопептонном агаре с добавлением 0,05 % нефти выделенные микробные ассоциации в большинстве своем вплоть до года оставались стабильными и сохраняли высокую нефтеокисляющую активность.

При интродукции таких культур в загрязненную почву отмечали высокую скорость разложения нефти и нефтепродуктов (270-500 мкг/кг почвы в сутки), которая была в 3-5 раз больше по сравнению с контрольным вариантом. При этом скорость биодеструкции нефтепродуктов и биоремедиации почв в значительной мере определялась количеством вносимой в почву биомассы микроор-

кумуляции, который показывает степень поглощения этих металлов растениями.

Рассчитанные индексы аккумуляции никеля и хрома в различных частях растений показали, что все растения обладают слабой аккумуляционной способностью по отношению к ним.

Индекс аккумуляции хрома для всех частей исследованных растений приблизительно одинаков.

В результате проведенных исследований было установлено, что листья клевера лугового слабо аккумулируют цинк. Аккумуляция цинка надземными частями полыни горькой отсутствует.

Наибольшей средней аккумуляционной способностью по отношению к меди обладают надземные части клевера лугового и пырея ползучего, а к свинцу клевера лугового.

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено, что клевер луговой и пырей ползучий могут быть рекомендованы для очистки почв средней степени загрязненности от меди и свинца.

О БИОЛОГИЧЕСКОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ СРЕДЫ В РЕСПУБЛИКЕ МОРДОВИЯ

СИЛАЕВА Т.Б.

*Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева
430000, Саранск, ул. Большевикская, 68. факс: (8834) 322523.
e-mail: biotech@moris.ru*

Понятие биологического загрязнения оформилось в биологии и экологии сравнительно недавно. По Н.Ф. Реймерсу (1990) под биологическим загрязнением подразумевается 1) привнесение в среду и размножение в ней нежелательных для человека организмов; 2) проникновение (естественное, или благодаря деятельности человека) в эксплуатируемые экосистемы и технологические устройства видов организмов, чуждых данным сообществам и устройствам, обычно там отсутствующим. Существуют 2 созвучных понятия - биологическое загрязнение и загрязнение биоты, которые необходимо разграничивать. Загрязнение биоты надо рассматривать как загрязнение одного из компонентов природной среды, такое же как загрязнение вод, почв, атмосферы. Биологическое загрязнение - это одно из видов загрязнений наряду с химическим, физическим, радиоактивным и другими. Биологическое загрязнение имеет серьезные экологические и эволюционные последствия, оно связано с оскудением, космополитизацией и унификацией флоры и фауны.

В специальной работе нами отмечалось, что о степени загрязнения животного и растительного мира можно судить по числу заносных видов во флоре и фауне региона (Силаева, 2000). По сведениям литературы масштабы загрязне-

ния могут быть очень значительными, особенно на городских территориях, на которых происходят глобальные процессы гомогенизации урбанофлор. Во флорах европейских городов количество заносных видов оценивается в 20-30 %. Для некоторых других регионов эти цифры выше в несколько раз. Например, в г. Крайстчерч в Новой Зеландии с населением в 350 тысяч человек во флоре 7 типов городских биотопов (газоны, пустыри, парки, живые изгороди и прочее) зарегистрировано 350 видов сосудистых растений, из них лишь 48 местные, остальные 302 (!) чужеземные, преимущественно европейского происхождения. Причем местные виды встречаются редко и в небольшом количестве, всего 2-3 вида на одну пробную площадку (Игнатъева, Колин, 2000).

В Республике Мордовия также значительны масштабы биологического загрязнения. Исследованиями Н.А. Бармина (2000) установлено, что во флоре Мордовии 375 видов (27,6 % от состава всех сосудистых растений) являются заносными. По происхождению в этой группе преобладают средиземноморские, ирано-туранские, и американские растения. Примечательно, что адвентивные виды растений проникают на особо охраняемые природные территории республики. По нашим сведениям из 736 видов растений, зарегистрированных во флоре Мордовского государственного заповедника 80 (10,8 %) являются заносными. Во флоре национального парка отмечено 82 адвентивных вида, что составляет 11,5 % всех сосудистых растений, известных в его пределах.

Основным источником биологического загрязнения является интродукция (или акклиматизация), то есть завоз живых организмов за пределы их естественного обитания. Интродукция может быть как сознательной, так и непреднамеренной, когда живые организмы проникают на новые территории помимо воли человека, хотя и в результате хозяйственной деятельности человека. Сознательная интродукция растений призвана способствовать обогащению флоры. Многие чужеземные растения используются как декоративные для озеленения, как кормовые, пищевые, однако многие из них "убегают" из культуры, проникают в естественные биогеоценозы. Во флоре Мордовии к ним относятся такие растения как клен американский, эхиноцистис лопастной, недотрога железистая, золотарник канадский, борщевик Сосновского, которые активно расселяются, вытесняя некоторые аборигенные виды. Опасны адвентивные растения как продуценты аллергенной пыли, как потенциальные сорняки. Их можно рассматривать как примеры неразумной интродукции.

Флора и фауна населенных пунктов и их окрестностей очень существенные компоненты санитарной и эмоциональной среды человека, поэтому элементы стихийности в их формировании должны быть сведены до минимума. Существующие технологии и наборы видов растений, используемые в озеленении г. Саранска и других крупных населенных пунктов должны быть пересмотрены для предотвращения биологического загрязнения. Необходима научно обоснованная система биотехнических мероприятий по нейтрализации его последствий.

Библиографический список

- Бармин Н.А. Адвентивная флора Республики Мордовия. Автореферат дисс. ... канд. биол. наук. М., 2000. 18 с.
- Игнатъева М.Е., Мерк Колин. Флора основных биотопов г. Крайстчерч (Christchurch, Новая Зеландия) // Формирование растительного покрова на урбанизированных территориях. Материалы междунар. науч. конф. Нов. ГУ им. Ярослава Мудрого. Великий Новгород, 2000. С. 23 - 26.
- Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. М.: Наука, 1990. 638 с.
- Силаева Т.Б. Значение флористических данных для оценки степени биологического загрязнения среды // Сравнительная флористика на рубеже III тысячелетия: Достижения, проблемы, перспективы. СПб.: БИН РАН, 2000. С. 307 - 311.

МИКРООРГАНИЗМЫ, ПОТРЕБЛЯЮЩИЕ ФОСФАТ

СМИРНОВ А.В.

Институт биохимии и физиологии микроорганизмов имени Г.К. Скрябина, РАН
адрес: Московская область, г. Пущино, проспект Науки, 5
факс: (095) 956 33 70
e-mail: alex77@ibpm.serpukhov.su

Присутствие значительных количеств фосфата (P_i) в сточных водах и почве, связанное с промышленными и бытовыми стоками, а также нерациональным применением удобрений представляет собой большую проблему. Избыток P_i в водоемах может вызвать эвтрофикацию (усиленный рост сине-зеленых водорослей), что приводит к нарушению экологического равновесия и гибели других видов, в том числе и промысловых. Внесение избытка фосфорных удобрений в почву приводит к значительным изменениям в почвенной микрофлоре. Отмечен как ингибирующий эффект P_i в отношении некоторых родов микроорганизмов, так и стимулирующее воздействие P_i на микроорганизмы, способные утилизировать фосфор в виде различных соединений при их высокой концентрации в почве.

Для предотвращения загрязнения окружающей среды P_i необходимо его удаление из сточных вод. Процессы в активированных илах с чередующимися анаэробными и аэробными условиями, осуществляемые микроорганизмами, обитающими в этих илах, успешно используются для биологического удаления фосфата из сточных вод. Однако, с микробиологической точки зрения данные процессы недостаточно охарактеризованы. В технологических установках в настоящее время используются сообщества микроорганизмов, образующиеся в активированных илах естественным путем, что не всегда позволяет эффективно осуществлять и контролировать протекающие процессы. Не идентифицированы филогенетические и таксономические группы, ответственные за различные стадии поглощения и высвобождения фосфата, происходящие в илах. Не подобрана оптимальная структура микробных сообществ. Выделено очень мало чистых культур, которые могли бы быть кандидатами на ключевую роль в погло-

щении фосфата. Изучение метаболических аспектов в процессах биологического удаления фосфата большей частью проводилось не на чистых, а на обогащенных смешанных культурах.

Одним из подходов к подбору микроорганизмов, имеющих перспективное значение для удаления избытка фосфата из окружающей среды, может быть поиск культур способных к эффективному поглощению фосфата из различных источников.

Известно, что избыток поглощенного P_i сохраняется у большинства микроорганизмов в виде полифосфатов. Неорганические полифосфаты (полиР)-это линейные полимеры из многих десятков или сотен неорганических фосфатных остатков, связанных высокоэнергетическими фосфоангидридными связями. Поэтому особый интерес представляют собой виды, способные к накоплению полиР в больших количествах.

Традиционные объекты биохимических исследований, такие как *E. coli*, дрожжи наиболее хорошо изученные в отношении фосфорного метаболизма не обладают способностью к эффективному поглощению фосфата из среды.

В настоящей работе мы проводили поиск новых микроорганизмов, способных поглощать P_i из среды. Особое внимание было уделено культурам, приспособленным к обитанию в неблагоприятных условиях.

Нами впервые был изучен в этом отношении экстремально галофильная архея *Halobacterium salinarium*, которая растет при 37 °С и нуждается в 3-4М NaCl в среде культивирования.

Показано:

- *H. salinarium* нуждается в относительно высоких концентрациях P_i в среде для своего роста. Количество биомассы *H. salinarium* при периодическом культивировании зависит от начальной концентрации P_i в среде.
- микроорганизм способен эффективно потреблять P_i из среды культивирования при росте. При росте на среде 2,3 mM P_i и 11,5 mM P_i , культура способна поглощать от 85% до 95% P_i содержащегося в среде.
- не менее 15% P_i поглощенного клетками, накапливается в форме полиР различных фракций. Количество полиР в данных фракциях напрямую зависит от количества P_i в среде. Возможным резервом P_i в клетках данного микроорганизма являются полиР щелочерастворимой фракции и фракции, экстрагируемой горячей хлорной кислотой.
- основным резервом фосфата *H. salinarium* является фосфат магния, что отличает данный микроорганизм от других известных из литературы P_i -поглощающих микроорганизмов, у которых основным резервом являются полиР.
- фосфат магния на начальных этапах накапливается внутри клеток *H. salinarium*, что обнаружено при электронной микроскопии.
- культура *H. salinarium*, накопившая в клетках достаточное количество фосфата магния, способна выжить в условиях отсутствия фосфата в среде куль-