УДК 92:582.26

РОЛЬ ПОЧВЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ В АНТРОПОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Кабиров Р.Р.

Башкирский государственный педагогический университет

Подробная информация об авторах размещена на сайте «Учёные России» - http://www.famous-scientists.ru

Рассмотрены вопросы участия почвенных водорослей в поддержании стабильности наземных экосистем в условиях антропогенного воздействия на окружающую среду. Показано, что почвенные водоросли обладают высокой устойчивостью к нефтяному и радиоактивному загрязнению, наличию в среде поверхностно-активных веществ. Они первыми из автотрофных организмов поселяются на токсичных субстратах, участвуют в самозарастании промышленных отвалов.

Под общим названием «водоросли» (Algae) объединяют весьма разнообразные низшие хлорофиллоносные организмы. К почвенным водорослям принято относить водоросли, для которых типичными местообитаниями являются поверхность и толща почвенного слоя. Подавляющее большинство водорослей, населяющих почву, имеют микроскопические формы. Общее количество обнаруженных в почве видов водорослей составляет около двух тысяч.

На разных этапах формирования и функционирования наземных экосистем почвенные водоросли принимают активное участие в поддержании их стабильности. Благодаря своим биологическим свойствам водоросли способны вегетировать в экологически неблагоприятных условиях и являются частью механизма резистентной устойчивости экосистем. В этом плане особенно важная роль принадлежит им в таких местообитаниях, где высшие растения или отсутствуют, или слабо развиты. В частности, на участках, подверженных сильному техногенному воздействию (отвалы разного происхождения и химического состава, территории, загрязненные в процессе добычи и переработки нефти и нефтепродуктов, урбанизированные территории и т.д.). В этих условиях водоросли являются единственным источником органического вещества, или на их долю приходится большая часть синтезируемой первичной продукции экосистемы, а гибель альгоценоза может привести к разрушению всего биоценоза. Обладая высокой скоростью размножения, почвенные водоросли являются важным механизмом упругой устойчивости наземных биоценозов к дестабилизирующим факторам, в том числе и антропогенного происхождения [3, 4, 6, 8, 10].

Знание характера и интенсивности реакции водорослей на различные виды антропогенного воздействия позволит выявить границы устойчивости альгоценозов и альгосинузий по отношении к экологическим факторам. Такие знания необходимы при разработке научных основ и методов прогнозной оценки возможных региональных и глобальных техногенных изменений окружающей среды, происходящих под влиянием интенсивного развития различных отраслей хозяйства и природопользования.

В частности, микроскопические водоросли составляют начальный этап экогенеза при естественном биологическом освоении промышленных отвалов. Исследования позволили выявить видовой состав почвенных водорослей на промышленных отвалах различного происхождения: каменноугольных железорудных, шламовых. На начальных этапах зарастания отвалов, как правило, развивались ценозы, состоящие из нескольких видов одноклеточных и нитчатых мелкоклеточных форм зеленых водорослей. В дальнейшем, на 5-10 летних отвалах, они пополнялись желто-зелеными, диатомовыми и нитчатыми сине-зелеными. Структурные и

функциональные особенности этих альгоценозов контролируются прежде всего абиотическими факторами. Последующее усложнение альгоргуппировок связано с появлением новых осей дифференциации экологических ниш для водорослей за счет развития высших растений. Максимальное видовое разнообразие, превышающее показатели контрольных участком, наблюдалось на 45-50 летних отвалах.

Сукцессии водорослей на токсичных субстратах идут по модели стимулирования, когда каждые поселяющиеся виды улучшают условия для поселения новых. Схематично это выглядит следующим образом. На поверхность токсичного субстрата заносятся различные водоросли, часть из которых погибает, другая остается в неактивном состоянии и только некоторые, способные вегетировать в данных условиях, начинают развиваться. В процессе жизнедеятельности клетки водорослей выделяют одни вещества, в том числе и химически активные (кислоты, щелочи, ферменты и т.д.), и поглощают другие. За счет указанных процессов около клеток возникают зоны с ослабленной токсичностью субстрата. В таких зонах поселяются бактерии, микроскопические грибы, простейшие, которые вместе с водорослями образуют микроскопическую консорцию. Такая консорция представляет собой своеобразное «пятно жизни» на поверхности токсичного безжизненного субстрата. Функционирование микроконсорции приводит к расширению размеров «пятна жизни» и дальнейшему заселению ее новыми видами водорослей, увеличению флористического разнообразия альгоценоза. В зонах с постоянно снижающейся токсичностью продолжается колонизация субстрата с участием как автотрофных, так и гетеротрофных организмов.

На нетоксичных субстратах (отвалы вскрышных пород угольных и железорудных месторождений; отвалы, отсыпанные при добыче строительных материалов и т.д.) сукцессии водорослей протекают в соответствии с моделью нейтральности, когда предшественники практически не влияют на внедрение новых видов. При наличии химически благоприятного субстрата, факторами, лимитирующими рост водорослей, выступают гидротермические условия и обеспеченность водорослей элементами питания.

С появлением и формированием на отвалах и щламохранилищах высших растений состав альгоруппировок изменяется. Под пологом высших растений развитие водорослевого сообщества происходит по модели толерантности, когда для внедрения каждого нового вида условия становятся все хуже и хуже (увеличивается затенение высшими растениями, возрастает конкуренция за элементы минерального питания, увеличивается плотность и разнообразие гетеротрофов, среди которых много альгофагов и водорослевых антагонистов). В то же время каждое новое поколение оказывается представленным все более и более приспособленными к данным условиям видами (фитоценотическими патиентами).

При формировании фитоценозов горнопромышленных ландшафтов по отношению к водорослям высшие растения играют двоякую роль. В условиях несомкнутой или слабо сомкнутой растительности они стимулируют развитие водорослей, «смягчая» неблагоприятные экологические факторы, прежде всего гидротермические. В последующем, на поздних этапах сукцессии, проявляется «отбирающее» действие высших растений и часть видов почвенных водорослей, не способных существовать в новых местообитаниях, вытесняется из фитоценоза. Этим обуславливается уменьшение видового разнообразия альгогруппировок на заключительных (предклимаксовых и климаксовых) стадиях развития фитоценоза.

На нефтяных месторождениях загрязнение окружающей среды наблюдается на всех этапах освоения и эксплуатации нефтегазовых месторождений. Около нефтяных скважин, в результате изменений условий местообитания, происходит перестройка альгогруппировок. Формирующиеся сообщества характеризуются отсутствием или небольшим флористическим разнообразием желто-зеленых и диатомовых, преобладанием сине-зеленых и зеленых водорослей [1, 5, 11].

При загрязнении почвы поверхностно-активными веществами (ПАВ) в аль-

гогруппировках вначале происходит изменение количественных показателей, и только потом, с увеличением продолжительности воздействия и доз, изменяется флористическое разнообразие. Из четырех основных отделов почвенных водорослей высокой резистентностью к ПАВ обладали зеленые водоросли, несколько меньшей – сине-зеленые, диатомовые и желто-зеленые. Сильное обеднение видового состава наблюдалось при концентрациях ПАВ 7-10 мг/г воздушно–сухой почвы. При более высоких концентрациях – 20-40 мг/г в основном сохранялись 2-3 вида зеленых водорослей [5, 7, 8].

Изучение почвенных водорослей в окрестностях Белоярской АЭС показали, что в нормальных условиях радиоактивное загрязнение, обусловленное работой атомных электростанций не вызывает или вызывает незначительные изменения в альгоруппировках окрестных территорий. Группировки почвенных водорослей в районе Чернобыльской АЭС (через 2-3 года после катастрофы) на расстоянии 5-40 км от центра загрязнения имели типичные черты альгосинузий лесных фитоценозов. На расстоянии 1,5 км от источника загрязнения видовое разнообразие резко возросло [2, 6, 10, 12]. Это свидетельствует о высокой устойчивости микроскопических почвенных водорослей к высоким дозам радиоактивного загрязнения.

В местообитаниях, загрязненных в процессе промышленного производства, почвенные водоросли во многих случаях вынуждены встать на преадаптивный путь. Преадаптивный путь означает «первый шаг» вида в новую среду, поселение и выживание в столь необычных условиях, где эвриадаптации становятся бессильными. Одноактный характер вхождения вида в новую среду означает внеотборную форму его приспособления к новым условиям [9]. В связи с этим организм должен обладать преадаптивной структурой. У почвенных водорослей такой структурой, которая специализирована естественным отбором к выполнению основной (вполне конкретной) функции, но без ущерба для нее берущей новую функцию, является слизистый чехол. В условиях сильного загрязнения токсическими веществами слизистые образования (чехлы, обвертки, капсулы) начинают выполнять новую, дополнительную к главной, функцию – они препятствуют проникновению в клетку токсикантов.

При ослаблении развития высшей растительности под влиянием промышленного освоения территорий возрастает роль почвенных водорослей как составной части автотрофного блока экосистемы. По-видимому, возрастание видового разнообразия и интенсивности развития почвенных водорослей в фитоценозах, деградирующих под воздействием антропогенных факторов, является одним из механизмов, поддерживающих стабильность автотрофного блока и всей экосистемы в целом.

Работа выполнена при поддержке гранта Министерства образования РФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кабиров Р.Р. // Почвоведение. 1982. N10. С.111.
2. Кабиров Р.Р. Почвенные водоросли техногенных ландшафтов// автореф дисс. ... докт. биол. наук. Санкт-Петербург. 1991. 35 с.
3. Кабиров Р.Р. // Альгология 1991. Т.1. №1. С. 60.
4. Кабиров Р.Р. // Ботанический журнал. 1992. Т.77. №12. С. 102.
5. Кабиров Р.Р., Минибаев Р.Г. // Почвоведение. 1982. №1. С. 86.
6. Кабиров Р.Р., Степанов А.М., Черненькова Т.В. // Альгология. 1991. Т.1. №4. С. 51.
7. Кабиров Р.Р., Хазипова Р.Х. // Ботанический журнал. 1987. Т.72. №8. С. 1060.
8. Кабиров Р.Р., Хазипова Р.Х., Хусаинов З.М. // Альгология. 2000. Т. 10. №2. С. 168.
9. Кулагин Ю.З. Лесообразующие виды, техногенез и прогнозирование. М.: Наука, 1980. 116 с.
10. Степанов А.М., Кабиров Р.Р., Мусаев Е.К. // Ботанический журнал. 1994. Т. 79. №3. С. 56.
11. Ханисламова Г.М., Кабиров Р.Р., Хазипова Р.Х. Поверхностно-активные вещества в наземных экосистемах. Уфа.: БНЦ УрО АН СССР. 1988. 143 с.
12. Черненькова Т.В., Виленский Е.Р., Кабиров Р.Р. // Журнал общей биологии. 1991. Т.52. №2. С. 249.

SOIL ALGAE ROLE IN ANTHROPOGENIC ECOSYSTEMS

Kabirov R.R.
Bashkiria State Teachers Training University

Problems of algae participation in maintenance of surface ecosystems stability under anthropogenic pressure on the environment have been discussed. It is shown that soil algae obtain high resistance to oil and radioactive pollution, surface-active substances. They are the first of autotrophic organisms that settle on toxic substrates and participate in industrial dump overgrowing.