

БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ ЖИВОТНЫЕ КАК ИНДИКАТОРЫ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

Бутовский Руслан Олегович
д.б.н., профессор

Фонд «Устойчивое развитие»/ТГПУ им. Л.Н.Толстого
Россия, Москва

Аннотация

Приводятся сведения о составе и функциях почвенной биоты, основных «ключевых группах» и критериях использования групп почвенных беспозвоночных в экотоксикологических исследованиях.

Статья опубликована: «Экологически устойчивое развитие. Рациональное использование природных ресурсов. Изд-во «Инновационные технологии», Тула, 2009, стр.107

Summary

The data on the composition and functions of soil biota, “key groups” and criteria of use of soil invertebrates in ecotoxicological research are discussed.

Published in “Ecologically sustainable development. Rational usage of nature resources”, “Innovation Technology”, Tula, 2009, p.107

Функции почвенной биоты.

Почва - одна из наиболее населенных и богатых видами экосистем на Земле.

К почвенным мы относим "организмы, которые обитают в течение существенной части своего жизненного цикла в почве". Почти все группы беспозвоночных животных связаны с почвой и у многих часть онтогенеза (иногда большая) проходит в почве (например, среди насекомых с полным превращением стадии личинки и куколки у многих мух, совок, жуков-щелкунов).

В большинстве естественных и искусственных (например, агро-) экосистем почвенная биота оказывает влияние на выполнение жизненно важных функций. Эти функции варьируются от физических эффектов (например, регулирование структурированности или водного режима почвы) до регулирования химических и биологических процессов, таких как распад загрязнителей, разложение органического вещества, циклы питательных веществ, эмиссия парниковых газов, связывание углерода, усиление или подавление роста и развития растений (табл. 1).

Очевидно, что функциональная роль различных групп почвенных

организмов неравноценна. Например, микрофлора и членистоногие «отвечают» за 95,8% углекислого газа, выделяемого в процессе дыхания почвы .

Таблица 1

Важные функции, выполняемые почвенной биотой
(Soil biodiversity portal, 2004).

| Функции | Вовлеченные группы |
|--|--|
| Поддержание структурированности почвы | Группы беспозвоночных и корни растений, которые перемешивают почву, микориза и некоторые другие микроорганизмы |
| Регулирование почвенных гидрологических процессов | Группы беспозвоночных и корни растений, которые перемешивают почву |
| Газообмен и связывание углерода | В основном микроорганизмы и корни растений |
| Детоксикация почвы | В основном микроорганизмы |
| Цикл азота | В основном микроорганизмы и корни растений, некоторые беспозвоночные – обитатели почвы и подстилки |
| Разложение органического вещества | Различные сапрофиты и беспозвоночные, питающиеся подстилкой (детритофаги), грибы, бактерии, актиномицеты и другие микроорганизмы |
| Подавление развития вредителей, паразитов и болезней | Растения, микориза и другие грибы, нематоды, бактерии и различные другие микроорганизмы, коллемболы, черви, различные хищники |
| Источник пищи и медицинских препаратов | Корни растений, различные насекомые (сверчки, личинки жуков, муравьи, термиты). Черви, микроорганизмы и их побочные продукты |
| Симбиотические и асимбиотические связи с растениями и их корнями | Ризобий, микориза, актиномицеты, различные организмы ризосферы, муравьи |
| Регулирование роста растений | Прямые эффекты: корни растений, ризобий, микориза, актиномицеты, |

| | |
|--|--|
| | патогены, фитопаразитические нематоды, насекомые-ризофаги, Непрямые эффекты: вся почвенная биота |
|--|--|

«Ключевые» группы.

Принимается существование так называемых «ключевых» групп организмов, исчезновение или снижение активности которых может привести к необратимым для экосистемы последствиям, ее деградации и разрушению.

Основные функциональные группы почвенной биоты представляются следующим образом (Lavelle, 1996).

1. Инженеры экосистемы (в т.ч. макрофауна, например термиты и дождевые черви): организмы, которые оказывают заметное физическое воздействие на почву путем ее перемещения, постройки агрегированных структур и прокладывания ходов, а также влияя на круговорот питательных веществ;
2. Сапрофаги (в т.ч. целлюлозо-разрушающие грибы или бактерии): микроорганизмы, обладающие ферментами, разлагающими полимеры, которые влияют на большую часть энергетических потоков в пищевых сетях ;
3. Микро-регуляторы (в т.ч. микрофауна, такие как нематоды): животные, которые регулируют потоки питательных веществ в результате питания растениями и других взаимодействий с организмами, разлагающими эти вещества
4. Микро-симбионты (в т.ч. микоризные грибы, ризобий): микроорганизмы, связанные с корнями, которые усиливают прием питательных веществ растениями;
5. Вредители и возбудители болезней (в т.ч. патогенные грибы, вредители-беспозвоночные животные): виды, используемые в биологическом контроле (в т.ч. хищники, паразиты и сверхпаразиты вредителей и возбудителей болезней);
6. Бактериальные трансформеры: бактерии, преобразующие углерод (в т.ч. метанотрофы) или питательные элементы, такие как азот, сера или фосфор (в т.ч. нитрифицирующие бактерии).

Их влияние на функционирование и устойчивость почвенных экосистем приведено в таблице 2.

Почвенные беспозвоночные животные как индикаторы устойчивости

Теоретически все группы почвенных беспозвоночных могут использоваться для оценки качества окружающей среды: все дело в степени их изученности и разработанности тестов.

Обычно считается, что почвенные беспозвоночные должны удовлетворять ряду требований (Бутовский, 2009):

- 1) играть важную роль в функционировании почвенных экосистем (представлять «ключевые» группы);

Таблица 2.

Влияние различных функциональных групп на функционирование почвы, биоразнообразии и продуктивность растений (Lavelle, 1996).

| Функциональная группа | Влияние на функции почвы | Влияние на биоразнообразии | Влияние на продуктивность растений |
|---------------------------|--|--|---|
| Корни | Агрегация, пористость, круговорот воды и питательных веществ, продуктивность растений, доступность органического вещества, биологическая активность почвы | Селективное влияние на микроорганизмы ризосферы, ассоциированные пищевые сети и организмы, питающиеся корнями | Абсорбция питательных веществ и воды, продукция сигналов и гормонов, которые регулируют рост растений |
| Инженеры экосистем | Биоперемешивание (регулирование почвенных физических свойств и процессов), динамика органического вещества, цилы питательных веществ, биологическая активность почвы | Селективное влияние на преобразователей подстилки и микро-биоту, мутуализм с микрофлорой, распространение организмов | Положительное или отрицательное прямое и не прямое влияние на биомассу корней и побегов и семена |
| Преобразователи подстилки | Минерализация азота, продукцию органического вещества и разложение (некоторое | Селективное влияние на микрофлору | В основном не прямое влияние |

| | | | |
|---|--|--|---|
| Фитофаги и паразиты растений | Некоторое перемешивание | Селективное влияние на растения | В основном не прямое влияние |
| Пищевые сети микро-хищников | Минерализация питательных веществ | Селективное влияние на микрофлору | В основном не прямое влияние |
| Микрофлора: симбионты, регуляторы роста растений, патогены, биологические агенты, организмы, включенные в циклы питательных веществ | Агрегация, влияние на скорости разложения, биоразложение токсических веществ, циклы питательных веществ и биодоступность, биологическая борьба | Селективное влияние на растения и других представителей почвенной биоты (осуществляемое патогенами и мутуалистами) | Положительное или отрицательное прямое и не прямое влияние на биомассу растений |

- 2) быть широко распространенными, многочисленными и легко отбираемыми в виде проб;
- 3) быть достаточно устойчивыми (не погибать) при воздействии токсикантов в низких дозах;
- 4) результаты тестов должны быть измеряемыми (например, концентрации загрязнителей в тканях, характерные нарушения развития и плодовитости и т.д.);
- 5) эффекты должны быть воспроизводимыми, т.е. реакции должны быть сходными при воздействии тех же загрязнителей в тех же дозах, но на других площадках.
- 6) Кроме того, выбранные группы должны быть удобными в содержании (практичными) как в лабораторных условиях, так и в лабораторных экосистемах (микросомах).

Список литературы

1. Бутовский Р.О. Экотоксикология почвенных беспозвоночных животных: курс лекций. Тула: Изд-во Тул. Гос. Пед. Ун-та им. Л.Н.Толстого, 2009.- 80 с.
2. Lavelle, P. Diversity of soil fauna and ecosystem function // Biol. Intern. 1996. V. 33, P. 3-16.
3. Soil Biodiversity Portal.2004. <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/afl/>.

