

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ХАКАСИИ

Михаил Владимирович Якутин

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 8/2, доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, тел. (383)363-90-25, e-mail: yakutin@issa-siberia.ru; Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, профессор кафедры экологии и природопользования

Владислав Семенович Андриевский

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 8/2, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, тел. (383)363-90-25, e-mail: andrievskii@issa-siberia.ru

Людмила Юрьевна Анощенко

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, тел. (383)361-08-86, e-mail: milaa2006@ngs.ru

Я статье рассматриваются результаты исследования биомассы почвенных микроорганизмов и сообщества панцирных клещей в почвах приозерных территорий в степной зоне Республики Хакасии. Показано, что трансформация зоо-микробиального комплекса черноземных почв приозерных экосистем в процессе засоления происходит по пути уменьшения массы и метаболической активности (микробиологическая часть комплекса), численности и видового богатства (зоологическая часть комплекса). Эта трансформация связана с уровнем залегания засоленных грунтовых вод. Проведенное исследование продемонстрировало, что выявленные особенности изученных биолого-почвенных показателей (дыхательная активность микробиомассы и ее метаболический коэффициент, численность и видовое богатство панцирных клещей) могут быть успешно использованы в практике мониторинга экосистем и почв, находящихся на приозерных территориях в степной зоне Республики Хакасии.

Ключевые слова: Средняя Сибирь, солончак, луговая почва, биомасса микроорганизмов, дыхательная активность, метаболический коэффициент, панцирные клещи, численность, видовое разнообразие, экологический мониторинг

FEATURES OF ECOLOGICAL MONITORING OF SALINE SOILS OF THE STEPPE ZONE IN KHAKASSIA

Mikhail V. Yakutin

Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, 8/2, Prospect Akademik Lavrentiev St., Novosibirsk, 630090, Russia, D. Sc., Associate Professor, Leading Researcher of Biogeocenology Laboratory, phone: (383)363-90-25, e-mail: yakutin@issa-siberia.ru; Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Professor of Department of Ecology and Environmental Management

Vladislav S. Andrievskiy

Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, 8/2, Prospect Akademik Lavrentiev St., Novosibirsk, 630090, Russia, Ph.D., Senior Researcher of Biogeocenology Laboratory, phone: (383)363-90-25, e-mail: andrievskii@issa-siberia.ru

Lyudmila Yu. Anopchenko

Siberian State University of Geosystems and Technology, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Associate professor, Department of Ecology and Environmental Management, phone: (383)361-08-86, e-mail: milaa2006@ngs.ru

The article deals with the results of the study of the biomass of soil microorganisms and the community of oribatid mites in the soils of lake territories in the steppe zone of the Republic of Khakassia. It is shown that the transformation of the zoo-microbial complex of chernozem-meadow soils of lake ecosystems in the process of salinization occurs along the path of reducing the microbiomass and metabolic activity (the microbiological part of the complex), the number and species richness (the zoological part of the complex). This transformation is related to the level of saline groundwater occurrence. The study demonstrated that the identified features of the studied soil biological indicators (respiratory activity of microbiomass and its metabolic coefficient, the number and species richness of oribatid mites) can be successfully used in the practice of monitoring ecosystems and soils located in the lake territories in the steppe zone of the Republic of Khakassia.

Keywords: Middle Siberia, solonchak, meadow soil, microbial biomass, respiratory activity, metabolic coefficient, oribatid mites, abundance, species diversity, environmental monitoring

Введение

Почвенно-микробиологические и почвенно-зоологические методы экологического мониторинга в последние десятилетия все шире используются во всем мире. Эти методы, в отличие от ботанических, могут применяться независимо от периодов вегетации растений, вне зависимости от частых пожаров в травяных экосистемах, интенсивности выпаса на пастбищах или особенностей использования сельскохозяйственных почв. Преимущество методов почвенно-биологического мониторинга перед химическими и физико-химическими методами заключается в быстрой ответной реакции почвенной биоты на различные антропогенные и климатические воздействия. К сожалению, методы экологического мониторинга с использованием микробиологических и зоологических параметров состояния биogeоценоза для значительного числа экосистем до сих пор разработаны слабо [1].

Одним из регионов, почвенно-биологические исследования в засоленных почвах которых до сих пор носят лишь фрагментарный характер, является Северо-Минусинская котловина, расположенная в степной зоне Средней Сибири. На территории одного только Ширинского района Республики Хакасия, в котором были проведены данные исследования, насчитывается 167 озер с площадью более 1 га и множество мелких озер с площадью водного зеркала менее 1 га. При этом 156 озер расположены в степной черноземной зоне [2]. Прибрежные почвы степных озер часто засолены в той или иной степени, при этом можно проследить четко выраженный градиент увеличения концентрации солей на поверхности почвы и в почвенном профиле при переходе от автоморфных почв к полугидроморфным и гидроморфным [3].

Цель данного исследования состояла в изучении возможности применения современных почвенно-микробиологических и почвенно-зоологических методов в мониторинге засоленных почв приозерных котловин степной зоны Хакасии.

Методы и материалы

Исследование было проведено в Ширинском районе Республики Хакасия. Район расположен в северной части республики в Чулымо-Енисейской котловине на восточном склоне Кузнецкого Алатау. Чулымо-Енисейская котловина характеризуется сложным рельефом, включающим в себя обширные равнины, гряды холмов высотой до 200 м, горы и межгорные впадины. В степной зоне Ширинского района расположено большое количество озер. Все озера различны по происхождению, площади, глубине и степени минерализации [2].

В качестве объекта исследования была выбрана две экосистемы на побережье соленого озера, различающиеся расстоянием от уреза воды: Т. 1. – злаково-солянковый заболоченный луг на солончаке озерном в 10 м от уреза воды и Т. 2. – разнотравно-злаковый остепненный луг на лугово-черноземной почве в 50 м от уреза воды. Экосистемы в сельском хозяйстве не используются.

Для микробиологического анализа образцы отбирались в августе из верхнего (0–10 см) слоя исследованных почв в четырехкратной повторности по общепринятой методике [4]. В образцах определялось содержание углерода в биомассе почвенных микроорганизмов (С-биомассы) методом SIR [4]. Дыхательная активность оценивалась по количеству CO_2 , выделившемуся из почвы, инкубированной 24 часа в темноте в плотно закрытом пенициллиновом флаконе при температуре 22°C и влажности 60% от полной влагоемкости [5]. Также в данной работе вычислялся показатель удельной активности микроббиомассы – метаболический коэффициент ($q\text{CO}_2$) – выделение С- CO_2 на единицу С-биомассы в час [6, 7]. Статистическая обработка результатов проводилась методом вариационного анализа [8, 9].

Образцы почв для анализа населения орибатид отбирались по общепринятой методике в августе из верхнего (0–5 см) слоя почв в 10-кратной повторности. Выгонка клещей из почвы осуществлялась общепринятым методом термоеклекции Тулльгрена-Берлезе. Извлеченные из почвы клещи помещались в постоянные препараты, в которых под микроскопом определялась их видовая принадлежность. Численности (обилие) клещей рассчитывались по стандартной методике на 1 м^2 , исходя из площади пробоотборника [10, 11].

Результаты и обсуждение

Уровень С-биомассы был минимальным в солончаке озерном (рис. 1). При переходе от солончака к лугово-черноземной почве отмечается рост С-биомассы на 13%, что можно объяснить частичным рассолением почвенного профиля [12].

Также в солончаке отмечен минимальный уровень дыхательной активности и метаболического коэффициента (рис. 2, 3). При переходе от солончака к лугово-черноземной почве дыхательная активность увеличивается в 1,6 раза, а метаболический коэффициент – в 1,4 раза. Таким образом, при переходе от засоленных почв (солончаков) к лугово-черноземным почвам происходит увеличе-

ние всех исследованных микробиологических показателей. При этом достоверные различия между почвами по изученным микробиологическим показателям были отмечены для показателей дыхательной активности и метаболического коэффициента.

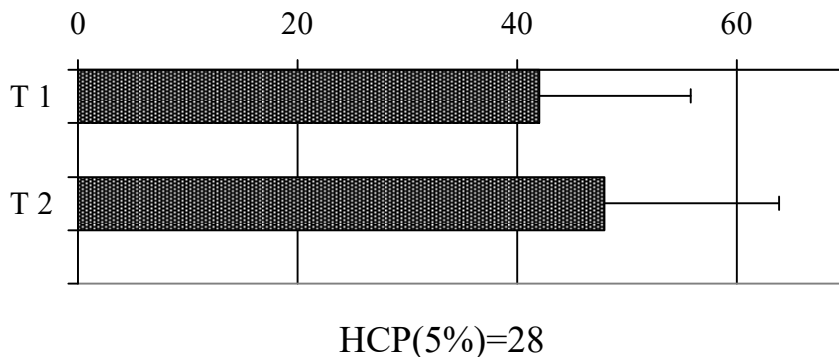


Рис. 1. С-биомассы микроорганизмов (мг С / 100 г почвы) в верхнем (0–10 см) слое исследованных почв

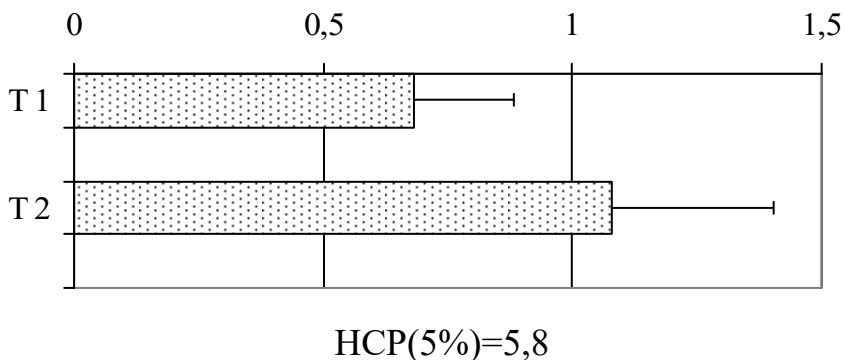


Рис. 2. Дыхательная активность микроорганизмов (мкг С-СО₂ / г почвы в час) в верхнем (0–10 см) слое исследованных почв

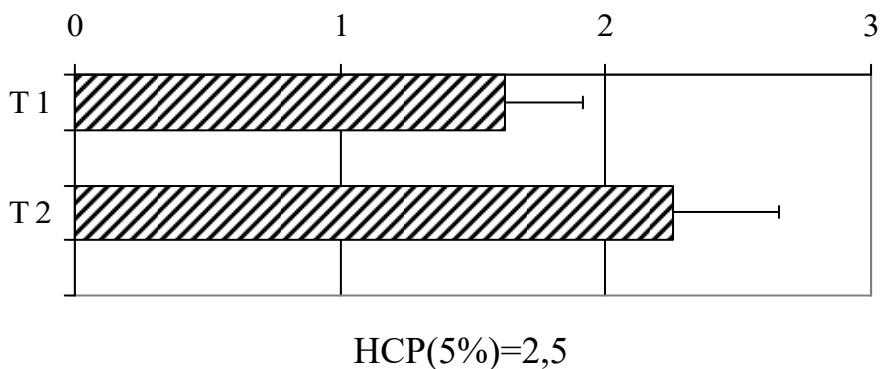


Рис. 3. Метаболический коэффициент (qCO_2) (мкг CO_2 -C/ мг С-биомассы в час) верхнем (0–10 см) слое исследованных почв

В результате проведения акариологического анализа почв всего было обнаружено 7 видов панцирных клещей. При этом установлены специфические особенности распределения видов панцирных клещей в исследованных почвах. В самой засоленной почве (Т. 1) зафиксирован только 1 вид с минимальной общей численностью (40 экз / m^2). С увеличением относительной высоты почвы над уровнем озера и снижением уровня засоления от солончака к черноземно-луговой почве (Т. 2) отмечается нарастание видового богатства и численностей панцирные клещи (рис. 4, 5). Видовое богатство в черноземно-луговой почве увеличивается в 7 раз, а численность – в 20 раз по сравнению с солончаком.

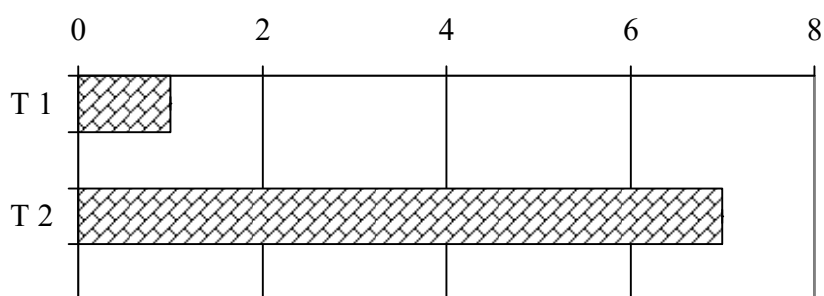


Рис. 4. Число видов панцирных клещей в исследованных почвах

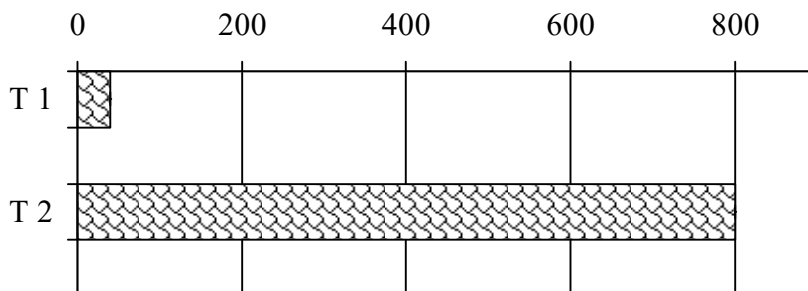


Рис. 5. Общая численность панцирных клещей в исследованных почвах (экз / m^2)

Структура доминирования, когда малое число видов составляет основную часть сообщества, свидетельствует либо о нарушении биотопа, либо о неблагоприятности условий среды для видов, его населяющих [13]. Исходя из этого, можно сделать вывод, что степень благоприятности условий среды для сообществ панцирных клещей в экосистеме разнотравно-злакового остепненного

лугу на лугово-черноземной почве относительно высокая, а в злаково-солянковом заболоченном лугу на солончаке озерном низкая.

Заключение

Таким образом, проведенное исследование позволило оценить особенности состояния и основные характеристики метаболической активности биомассы микроорганизмов и численность и видовое разнообразие сообщества панцирных клещей в почвах приозерных территорий в степной зоне Республики Хакасии. Трансформация зоо-микробиального комплекса черноземных почв приозерных экосистем в процессе засоления происходит по пути уменьшения массы и метаболической активности (микробиологическая часть), численности и видового богатства (зоологическая часть). Эта трансформация связана с уровнем залегания засоленных грунтовых вод. Проведенное исследование продемонстрировало, что выявленные особенности изученных биолого-почвенных показателей (дыхательная активность микробиомассы и метаболический коэффициент, численность и видовое богатство панцирных клещей) могут быть успешно использованы в практике мониторинга экосистем и почв, находящихся на приозерных территориях в степной зоне Республики Хакасии.

Работа выполнена по государственному заданию ИПА СО РАН. Финансирование Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Звягинцев Д. Г., Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.
2. Березовский А. Я., Владимиров В. В., Дмитриев В. Е., Лиманский М. Е. Природа Ширинского района. – Абакан: Изд-во Хакасского гос. университета им. Н.Ф. Катанова. – 112 с.
3. Пульсирующее озеро Чаны / под ред. Н. П. Смирновой, А. В. Шнитникова. – Л.: «Наука», Ленингр. отд-ние, 1982. – 304 с.
4. Schinner F., Ohlinger R., Kandeler E., Margesin R. Methods in soil biology. – Berlin: Springer-Verlag, 1996. – 420 p.
5. Звягинцев Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
6. Благодатская Е. В., Ананьева Н. Д., Мякшина Т. Н. Характеристика состояния микробного сообщества почв по величине метаболического коэффициента // Почвоведение. – 1995. – № 2. – С. 205–210.
7. Anderson T. H., Domsch K. H. Determination of ecophysiological maintenance carbon requirements of soil microorganisms in a dormant state // Biology and Fertility of Soil. – 1985. – V. 1 – № 5. – P. 81–89.
8. Плохинский И. А. Биометрия. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 358 с.
9. Сорокин О. Д. Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. – 162 с.
10. Чернов Ю. И. Биологическое разнообразие: сущность и проблемы // Успехи современной биологии. – 1991. – № 4. – С. 499–509.
11. Гиляров М. С. Методы почвенно-зоологических исследований. – М.: Наука, 1975. – 206 с.

12. Якутин М. В., Андриевский В. С., Анопченко Л. Ю. Использование почвенно-биологических методов в мониторинге экосистем Причановской территории Барабы // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск: СГУГиТ, 2016. Т. 2. – С. 127–131.

13. Якутин М. В., Андриевский В. С., Пучнин А. Н. Почвенно-микробиологические и почвенно-зоологические методы в экологическом мониторинге луговых аласных почв Центральной Якутии // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVI Междунар. науч. конгр. : Национальная науч. конф. с междунар. участием «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 8 т. (Новосибирск, 18 июня – 8 июля 2020 г.). – Новосибирск: СГУГиТ, 2020. Т. 4, № 2. – С. 71–77.

© М. В. Якутин, В. С. Андриевский, Л. Ю. Анопченко, 2021