

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Установлено, что почвы районов с развитой горнорудной промышленностью достоверно отличаются от незагрязненных тяжелыми металлами почв по следующим показателям: количеству аммонифицирующих, аминоавтотрофных, гумусоразлагающих и олиготрофных микроорганизмов, а также по коэффициенту сукцессии и общей численности микроорганизмов.

Ключевые слова: тяжелые металлы, микробные сообщества, комплекс микробиологических показателей почв, горнорудные предприятия.

Одним из распространенных видов загрязнения окружающей среды считается контаминация тяжелыми металлами. Мощными источниками загрязнения являются крупные комбинаты цветной металлургии. Горнорудный комплекс Южного Урала является одним из основных поставщиков медных и цинковых концентратов металлургическим заводам Урала. Длительная эксплуатация месторождений привела к формированию на территории горнорудных районов в Башкирском Зауралье обширных техногенных земель со специфическим сернокислым ландшафтом с загрязненными почвами, атмосферой, растениями и другими объектами окружающей среды. При этом техногенное загрязнение накладывается на поступление тяжелых металлов в почвы из-за повышенного геохимического фона. Выбросы горно-обогатительных комбинатов оказывают негативное воздействие на атмосферу и среды жизни, наиболее сильно с ней связанные – прежде всего почву. Вследствие этого существует угроза нарушения почвенных микробоценозов, являющихся редуцентами экосистем и выполняющих огромную роль в преобразовании органического вещества почв.

Несмотря на ключевую роль микроорганизмов в функционировании и устойчивости природных экосистем, возможности применения синэкологических показателей почвенных микробных сообществ для оценки состояния окружающей среды в зонах влияния предприятий горнорудной промышленности изучены недостаточно.

Целью исследований являлась оценка возможности использования комплекса микробиологических показателей при проведении экологического мониторинга почв, загрязненных тяжелыми металлами.

Объекты и методы исследования

Работа выполнена на базе лаборатории экологии и рационального природопользования Ин-

ститута региональных исследований г. Сибай в течение 2009-2010 гг. Объектами исследований являлись техногенно загрязненные почвы, отобранные в зоне влияния Сибайского филиала Учалинского горно-обогатительного комбината (чернозем обыкновенный) и в зоне влияния Бурibaевского горно-обогатительного комбината (чернозем южный). В качестве контроля были использованы почвы Абзелиловского и Зилаирского районов, не испытывающие интенсивной техногенной нагрузки со стороны промышленных предприятий.

Отбор проб почвы производился в соответствии с требованиями ГОСТ 28168-99 из горизонта А_{max} с глубины 0-30 см. Выделение и учет численности микроорганизмов различных физиологических групп проводили методом предельных разведений с последующим высевом на плотные питательные среды: мясо-пептонный агар (МПА) для аммонификаторов; крахмало-амиачный агар (КАА) для аминоавтотрофов, почвенный агар (ПА) для гумусоразлагающих микроорганизмов и голодный агар (ГА) для олиготрофных микроорганизмов. Прямой подсчет численности микроорганизмов проводили по методу Виноградского [2]. Микробные сообщества характеризовали с использованием коэффициентов сукцессии [4], минерализации, олиготрофности и педотрофности [1,3]. Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась с помощью программ STATISTICA v. 6.0 for Windows и Microsoft Excel, Clusters3.xls for Windows методами дисперсионного и дискриминантного анализа [5].

Результаты

Полученные микробиологические показатели свидетельствуют о том, что изученным образцам почв соответствуют определенные комбинации со-

отношений численности разных групп микроорганизмов. В целом почвенные микробоценозы можно охарактеризовать как зрелые сообщества, о чем свидетельствует высокий коэффициент сукцессии от 900 до 8500. Наряду с активно функционирующими группами микроорганизмов (аммонифицирующими, аминоавтотрофными и другими) содержится значительное количество пассивных группировок, что может свидетельствовать о завершении минерализационных процессов и появлении конкурентноспособных популяций микроорганизмов, что, в свою очередь, обуславливает поддержание гомеостатического состояния почв.

Анализ полученных результатов позволил особо выделить почвы г.Сибай, где почвенные экосистемы подвержены сильному антропогенному воздействию. В данном случае общее количество микроорганизмов, обнаруживаемое методом прямого подсчета, значительно превышало аналогичный показатель для других районов.

Активные процессы минерализации наблюдались в техногенно загрязненных почвах. По-видимому, микроорганизмы в таких почвах испытывают недостаток в углероде и переключаются на разложение гумуса. Таким образом, повышение уровня микробиологической активности отрицательно влияет на динамику гумуса, и в случае возрас-

тания этих процессов может произойти снижение содержания гумуса в почве.

Результаты однофакторного дисперсионного анализа изменчивости микробиологических показателей почв с фактором «район» показали, что для шести из девяти учтенных признаков (количество аммонификаторов, аминоавтотрофов, гумусоразлагающих и олиготрофных микроорганизмов, а также коэффициент сукцессии и общая численность микроорганизмов методом прямого подсчета) наблюдаются достоверные эффекты в различии между районами.

Дальнейшее исследование было проведено с использованием методов, объединяющих комплекс изначально учтенных признаков в «интегральные показатели», содержащие в себе информацию исходного комплекса. Оптимальным методом построения таких новых признаков в рамках задачи межгрупповых различий является дискриминантный анализ. В качестве его предусмотренных алгоритмом результатов основополагающими являются оценка достоверности дискриминации (разделения) групп и выбор показателей, играющих в межгрупповых различиях первоочередную роль.

На рис. 1 представлено распределение точек отдельных проб в пространстве двух дискриминантных функций. На рисунке четко разделяются

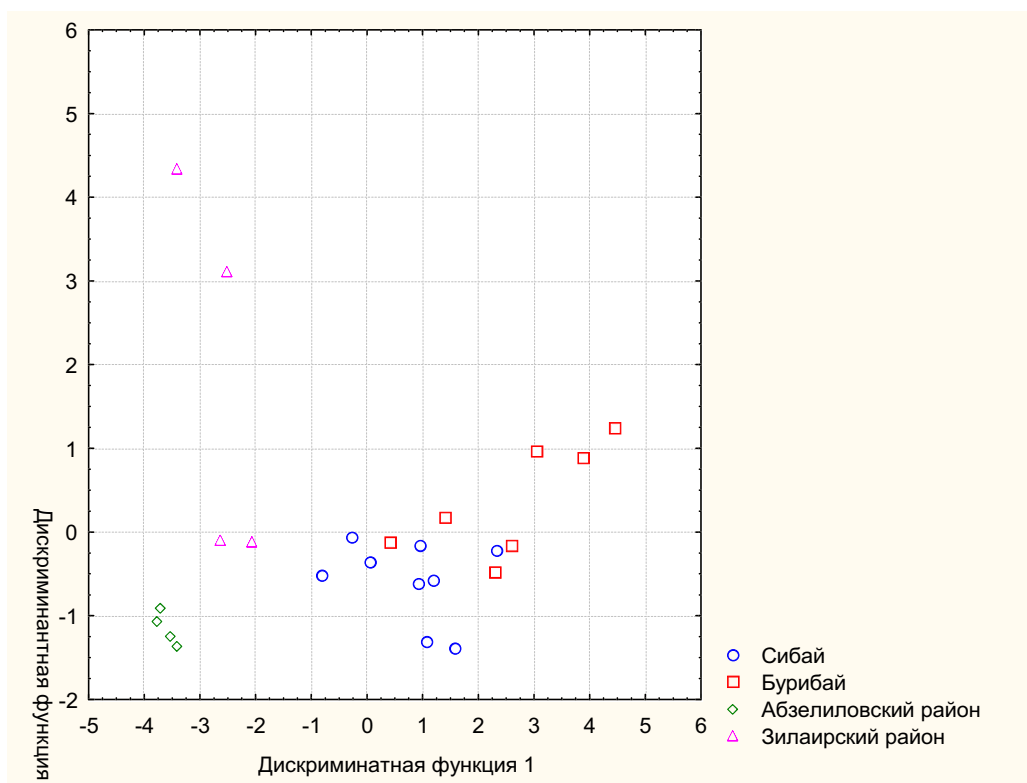


Рисунок 1. Распределение проб микрофлоры почв из районов Башкирского Зауралья в пространстве первой и второй дискриминантных функций

точки, соответствующие «чистым» районам – Абзелиловскому и Зилаирскому. В то же время наблюдается перекрытие точек, соответствующих загрязненным районам – Сибая и Бурибая. Разделение происходит, главным образом, вдоль дискриминантной оси 1, в то время как дискриминантная ось 2 не вносит существенное разделение исследуемых показателей.

В рамках дискриминантного анализа существует процедура «пошаговый анализ», позволяющая из общего списка показателей выбрать только те, роль которых в межгрупповых различиях максимальна, и убрать показатели, по которым группы не различаются. Это означает, что на каждом этапе дискриминантного анализа происходит проверка «значимости» того или иного признака и проверяется гипотеза о его необходимости для решения задачи разделения групп.

Как следует из результатов пошагового дискриминантного анализа, из девяти учетных признаков только четыре информативны. В их число входят: численность аммонификаторов и аминотрофов, коэффициенты минерализации и педотрофности.

Проведенный микробиологический мониторинг показал, что в условиях техногенного загрязнения почв тяжелыми металлами существенно изменяется структура микробиоценозов и интенсивность почвенно-микробиологических процессов. Длительное загрязнение почв тяжелыми металлами усиливает интенсивность процессов минерализации и способствует более активному развитию бактерий, участвующих в разложении труднодоступных органических соединений.

15.07.2011

Список литературы:

1. Андreyuk E.I., Iutinskaya G.A., Dulgerov A.N. Почвенные микроорганизмы и интенсивное земледелие // Киев: Наукова думка, 1988.-189 с.
2. Бабьева, И.П. Зенова Г.М. Биология почв / – М.: Изд-во МГУ, 1989.-336 с.
3. Енкина, О.В. Коробский Н.Ф. Микробиологические аспекты сохранения плодородия черноземов Кубани // Краснодар, 1999. -150 с.
4. Звягинцев, Д.Г. Почва и микроорганизмы. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 256 с.
5. Коросов А.В., Горбач В.В. Компьютерная обработка биологических данных, Петрозаводск, Изд-во Петрозаводского университета, 2007. – 74 с.

Сведения об авторах:

Семенова Ирина Николаевна, старший научный сотрудник ГАНУ ИРИ, кандидат биологических наук, e-mail: ifalab@rambler.ru

Ильбулова Гульназ Ражаповна, научный сотрудник ГАНУ ИРИ, кандидат биологических наук e-mail: ilbulova@mail.ru

Республика Башкортостан, г.Сибай, ул. К.Цеткин, д.2.

UDC 579.26

Semenova I.N., Ilbulova G.R.

GANU, «The Institute of Regional Studies,» Academy of Sciences Republic of Bashkortostan, Sibai, Republic of Bashkortostan, e-mail: ifalab@rambler.ru

USE OF SOIL MICROBIOLOGICAL INDICATORS COMPLEX IN ENVIRONMENTAL MONITORING OF TECHNOGENIC CONTAMINATED AREAS

It is established that the soil of areas with developed mining industry significantly different from non-contaminated soil with heavy metals on the following parameters: the number of ammonifying, aminoautotrophic, humuscorrupting and oligotrophic microorganisms, as well as at a rate of succession and the total number of microorganisms.

Key words: heavy metals, microbial communities, complex of microbiological indicators of soil, mining companies.

Bibliography:

1. Andreyuk E.I., Iutinskaya G.A., Dulgerov A.N. Soil microorganisms and intensive agriculture // Kiev: Naukova Dumka, 1988.-189 p.
2. Babeva, I.P. Zenova G.M. of soil biology / – Moscow, Moscow State University Press, 1989.-336 p.
3. Enkina, O.V. Korobsky N.F. Microbiological aspects of fertility preservation Kuban chernozem // Krasnodar, 1999. -150 p.
4. Zvyagintsev, D.G. The soil and microorganisms. – Moscow: MGU, 1987. – 256 p.
5. Koros, A.V., Gorbach V.V. Computer processing of biological data, Petrozavodsk, Univ of Petrozavodsk State University, 2007. - 74 p.