

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ СИБАЙСКОГО КАРЬЕРА (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)

Таипова О. А., Семенова И. Н.

ГАНУ «Институт региональных исследований» Академии наук Республики Башкортостан, Сибай, Республика Башкортостан, ifalab@rambler.ru

Сибайский карьер по добыче медно-колчеданных руд оказывает заметное влияние на окружающую среду и во многом определяет экологическую обстановку г. Сибай. Использование показателей активности микроорганизмов может дать необходимые оперативные данные о воздействии комплекса неблагоприятных факторов, которые включают в себя токсичные элементы, содержащиеся в почве, на состояние окружающей среды. Выделение микроорганизмов из почв осуществляли методом посева почвенной суспензии на селективные среды. Анализ количественного и качественного состава физиологических групп микроорганизмов в почвах, прилегающих к отвалам карьера, выявил характерные черты для данных участков: пониженная общая численность микроорганизмов, снижение численности аммонификаторов и почвенных микромицетов и возрастание численности педотрофной микрофлоры при повышении степени загрязнения почв тяжелыми металлами. Биологические методы, примененные в данной работе, диагностируют эффект влияния отвалов карьера на неодинаковых расстояниях, что позволяет сравнивать их чувствительность к загрязнению почв тяжелыми металлами.

Ключевые слова: тяжелые металлы, почвенные микроорганизмы.

THE USE OF MICROBIAL INDICATORS FOR ASSESSING THE ECOLOGICAL CONDITION OF THE SOIL IN THE AREA OF INFLUENCE OF SIBAY CAREER (BASHKORTOSTAN)

Taipova O.A., Semenova I.N.

Institute of regional researches, Academy of sciences of Republic Bashkortostan, Sibaj, e-mail: ifalab@rambler.ru

Sibay quarry for the extraction of chalcopyrite ores has a significant impact on the environment and largely determines the ecological environment, the Sibai. The use of microbial activity indicators can provide the necessary operational data on the effects of a complex of adverse factors, which include toxic elements contained in the soil on the environment. Isolation of microorganisms from soil was performed by seeding the soil suspensions on selective media. Analysis of quantitative and qualitative composition of physiological groups of microorganisms in soils near dumps of Sibai quarry is revealed the following characteristics of these sites: reduced the total number of microorganisms, the decline of ammonifiers microorganisms and soil fungi and increasing the number of microorganisms on soil agar with increased soil pollution by heavy metals. Biological methods used in this study, diagnosed the effect of a career at different distances, which allows us to compare their sensitivity to contamination of soils with heavy metals.

Key words: heavy metals, soil microorganisms.

Наличие медно-колчеданных месторождений в рудных районах Башкирского Зауралья способствовало бурному развитию в регионе горнодобывающей промышленности, строительство предприятий в котором велось без должного учета экологических требований. В результате на фоновое загрязнение почв и вод тяжелыми металлами (ТМ) наложилось загрязнение этих сред техногенными эмиссиями с породных отвалов карьеров колчеданных руд.

В г. Сибай Республики Башкортостан техноэпицентром является Сибайский филиал Учалинского горно-обогатительного комбината (СФ УГОК), который занимается разработкой медно-колчеданного месторождения. Ингредиенты промышленных выбросов (ТМ, соединения серы) в составе газо-пыле-дымовых выбросов распространяются на десятки километров от промышленных предприятий, входящих в структуру СФ УГОК [Ильбулова, 2009]. Длительная продолжительность работы комбината (более полувека), повышенный геохимический фон обуславливают необходимость постоянного контроля состояния прилегающих почв.

Некоторые проблемы химической деградации почв Зауралья Республики Башкортостан в связи с распространением и накоплением ТМ нашли отражение в ряде работ [Кулагин, Шагиева, 2005; Сингизова, 2007; Ильбулова, 2009; Семенова, Ильбулова, 2011].

Однако исследование элементного состава почв не может дать необходимой информации о влиянии неблагоприятных факторов, связанных с хозяйственной деятельностью человека, на почвы и произрастающую на них растительность. Только использование живых организмов: растений и микроорганизмов, а также показателей их активности может дать необходимые оперативные данные о воздействии комплекса неблагоприятных факторов, которые включают в себя токсичные элементы, содержащиеся в почве.

Целью настоящей работы является исследование микробиологической активности почв территорий, сопредельных с отвалами Сибайского карьера.

Объекты и методы исследований

Работа проводилась в зоне расположения Сибайского медно-колчеданного карьера, окруженного отвалами вскрышных (горных) пород, и граничащего с жилыми поселками. Преобладающие ветры северо-западного и юго-западного направлений. Пробные площадки расположены на удалении 100, 500, 750 и 2000 м от отвалов в северном, восточном, южном и западном направлениях. За условный контроль принималась пробная площадка, расположенная в 15 км южнее Сибайского карьера в зоне, не подверженной техногенному воздействию. Почвенный покров всех пробных площадок представлен черноземом обыкновенным.

Загрязнение почвы оценивали по суммарному показателю Z_c , (табл. 1), предложенному Ю. Э. Саэтом [Геохимия ..., 1990] и рассчитываемому по формуле:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n-1),$$

где n – число определяемых ингредиентов;

K_c – коэффициент концентрации элемента, определяемый отношением его содержания в загрязненной почве к фоновому.

Для изучения почвенной микробиоты использовали образцы почвы, отобранные из верхнего горизонта (А 1) с глубины 0–30 см. Отбор образцов проводили в вегетационный период 2008–2011 гг. в трехкратной повторности. Выделение микроорганизмов из почв осуществляли методом посева почвенной суспензии на селективные среды: аммонификаторы – на мясопептонный агар (МПА), микроорганизмы, использующие минеральные формы азота, – на крахмало-аммиачный агар (КАА), педотрофные микроорганизмы – на почвенный агар (ПА), грибы – на агар Чапека. Коэффициент минерализации определяли как отношение численности микроорганизмов, выросших на крахмало-аммиачном агаре к численности микроорганизмов, выросших на мясопептонном агаре (КАА/МПА); коэффициент педотрофности – как отношение численности микроорганизмов, выросших на почвенном агаре, к численности микроорганизмов, выросших на мясопептонном агаре (ПА/МПА) [Енкина, Коробский, 1999]. Для характеристики сукцессии применили в совокупности метод посева на МПА и микроскопический метод прямого счета и вычислили коэффициент сукцессии по формуле: $K = M/P$, где M – численность бактерий, учитываемых прямым методом микроскопии; P – бактерии, учтенные на МПА [Звягинцев, 1976].

Полученные данные обрабатывались общепринятыми статистическими методами с применением программ Excel 7.0, и StatisticaforWindows (версия 6.0). Характер функциональных зависимостей исследовали методом регрессионного анализа при уровне значимости ($P > 0.05$).

Результаты

Одним из наиболее эффективно диагностирующих индикаторов загрязнения почв является количество населяющих ее почвенных микроорганизмов [Звягинцев, 1976].

Почвенная микрофлора – основной агент, осуществляющий круговорот биогенных элементов в почве, поэтому изменение численности и соотношения основных эколого-трофических групп почвенных микроорганизмов приводит к смене направленности биогеохимических процессов в почве и может вызвать разрушение органического вещества.

Под влиянием веществ антропогенного загрязнения может происходить изменение структуры и активности микрофлоры. Обладая значительной буферностью, почва до определенного предела загрязнения сохраняет свои биохимические свойства (зона гомеостаза), хотя изменения в структуре комплекса почвенных микроорганизмов уже можно обнаружить (зона стресса). При значительном уровне загрязнения (зона

ингибирования) необратимо меняется комплекс почвенных микроорганизмов [Кураков и др., 1983]. Изменение структурной организации комплекса почвенных микроорганизмов вызывает нарушение их функционирования [Наплекова, 1978; Наплекова, Булавко, 1983].

Убедительно показано, что в загрязненных ТМ почвах наблюдается снижение численности колониобразующих единиц (КОЕ), биомассы, разнообразия микроорганизмов, подавление интенсивности разрушения растительных остатков и трансформации азота (азотфиксации, денитрификации, нитрификации, аммонификации), активности почвенных ферментов (каталазы, дегидрогеназы, уреазы, инвертазы, фосфатазы и др.) [Громов, Павленко, 1989].

Результаты количественного учёта физиологических групп микроорганизмов в почвах показали невысокую общую численность микроорганизмов, которая составила порядка 10^4 – 10^5 КОЕ/г.

Результаты исследования структуры микробных сообществ в почвах, прилегающих к отвалам Сибайского карьера, показали, что по количественному соотношению доминировали аммонифицирующие микроорганизмы. Их численность в среднем, составляла $11,2 \cdot 10^5$ КОЕ/г почвы (от $3,1 \cdot 10^5$ до $48,3 \cdot 10^5$ КОЕ/г почвы), что было в 1,5 раза ниже по сравнению с контролем.

Численность микроорганизмов, выращенных на КАА, колебалась от 0,4 до $9,6 \cdot 10^5$ КОЕ/г почвы. Среднее значение составляло $3,6 \cdot 10^5$ КОЕ/г почвы, что в 2,8 раз ниже по сравнению с контролем.

Количество почвенных грибов на агаре Чапека варьировало от 0,6 до $16,2 \cdot 10^5$ КОЕ/г почвы. Среднее значение составило $5,7 \cdot 10^5$ КОЕ/г, что было в 1,6 раз ниже контроля.

В то же время количество педотрофов, варьировавшее от 0,1 до $9,8 \cdot 10^5$ КОЕ/габс. сухой почвы, в среднем, превышало контрольное значение в 6,2 раза.

На основании данных по содержанию ТМ, представленных ранее [Семенова, Ильбулова, 2011], был рассчитан суммарный показатель загрязнения Z_c .

На рисунке 1 показано изменение численности эколого-трофических групп микробных сообществ в почвах, прилегающих к отвалам Сибайского карьера, при различных уровнях загрязнения ТМ. Численность аммонификаторов (рис. 1 А) и грибов (рис. 1 Г) снижалась с увеличением концентраций ТМ в почве. Менее чувствительными к загрязнению почвы ТМ были микроорганизмы, использующие минеральные формы азота, количество которых было максимальным при Z_c от 32 до 128 (рис. 1 Б). Количество педотрофных микроорганизмов возрастало с увеличением концентрации ТМ в почве (рис. 1 В).

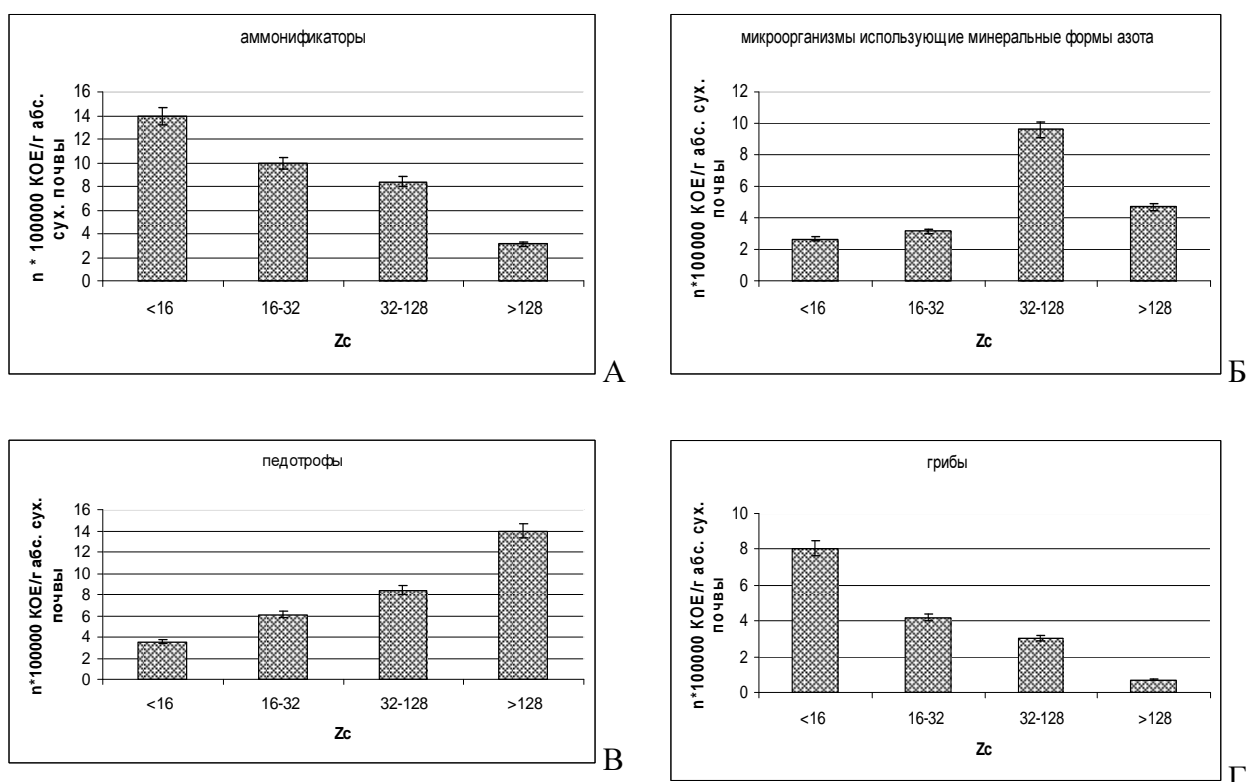


Рис 1. Изменение численности некоторых эколого-трофических групп микробных сообществ в почвах, прилегающих к отвалам Сибайского карьера, в градиенте загрязнения ТМ.

Таким образом, анализ количественного и качественного состава физиологических групп микроорганизмов в почвах, прилегающих к отвалам карьера, выявил характерные черты для данных участков: невысокая общая численность микроорганизмов, снижение численности аммонификаторов и почвенных микромицетов и возрастание численности педотрофной микрофлоры при повышении степени загрязнения почв ТМ. Микробиологические методы, позволяющие фиксировать не наличие отдельных химических элементов, а интегральный отклик живых организмов на комплексное воздействие, при оценке влияния многокомпонентного источника загрязнений часто неизвестного состава, представляются надежными и оказываются более чувствительными в исследовании таких сложных техногенных объектов, как отвалы медно-колчеданных карьеров. Биологические методы, примененные в данной работе, диагностируют эффект влияния породных отвалов карьера на неодинаковых расстояниях, что позволяет сравнивать их чувствительность к загрязнению почв ТМ.

Список литературы

1. Громов Б. В., Павленко Г. В. Экология бактерий. – Л., 1989. – 248 с.

2. Енкина, О. В. Коробский Н. Ф. Микробиологические аспекты сохранения плодородия черноземов Кубани. – Краснодар, 1999. – 150 с.
3. Звягинцев Д. Г. Биология почв и их диагностика // Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. – М., 1976. – С. 175-189.
4. Ильбулова Г. Р. Биологическая активность почв Зауралья Республики Башкортостан в условиях техногенного загрязнения предприятиями горнорудного комплекса: дисс....канд.биол.наук. – Уфа, 2009. – 146 с.
5. Кулагин А. А., Шагиева Ю. А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей. – М.: Наука, 2005. – 190 с.
6. Кураков А. В., Звягинцев Д. Г., Филиппа З. Изменение комплекса гетеротрофных микроорганизмов при загрязнении дерново-подзолистой почвы свинцом // Почвоведение. – 2000. – № 12. – С. 1448-1456.
7. Наплекова Н. Н. Влияние солей некоторых тяжелых металлов на физиологическую активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов // Изв. СО АН СССР. Сер.биол.наук. – 1982. – Вып. 2. – № 10. – С. 79-84.
8. Наплекова Н. Н., Булавко Г. И. Влияние свинца на ферментативную активность выщелоченного чернозема и дерново- подзолистой почвы // Изв. СО АН СССР, Сер.биол. наук. – 1985. – № 6/1 – С. 76-86.
9. Семенова И. Н., Ильбулова Г. Р. Оценка загрязнения почвенного покрова г. Сибай Республики Башкортостан тяжелыми металлами // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 8 (часть 3). – С. 491-495.
10. Сингизова Г. Ш. Кадмий в системе почва – растениеводческая продукция // Наука, образование, производство в решении экологических проблем. – Уфа: УГАТУ, 2007. – С 357-359.

Рецензенты

Янтурин С. И., д.б.н., профессор, зав. кафедрой экологии Сибайского института Башгосуниверситета, г. Сибай.

Мазгаров И. Р., д.б.н., профессор, зав. кафедрой физиологии человека и животных Сибайского института Башгосуниверситета, г. Сибай.