for metabolic engineering in the cyanobacterium *Synechococcus* sp. strain PCC 7002. *Metab Eng.* 38, 170–179.

110. Wei Y, Niu J, Huana L, Huang A, He L, Wang G., 2015. Cell penetrating peptide can transport dsRNA into microalgae with thin cell walls. *Algal Research* 8, 135–139. doi: 10.1186 / 1471–2164–14–534.

111. Lessard J, Aicha SB, Fournier A, Calvo E, Lavergne E, Pelletier M, Labrie C., 2007. Characterization of the RSL1–dependent conditional expression system in LNCaP prostate cancer cells and development of a single vector format. *Prostate*. 67(8), 808–819.

112. Shea CM, Tzertzinis G., 2010. Controlled expression of functional miR–122 with a ligand inducible

expression system. *BMC Biotechnol.* 10, 76. <https://doi.org/10.1186/1472–6750–10–76>

113. Sowa G, Westrick E, Pacek C, Coelho P, Patel D, Vadala G, Georgescu H, Vo N, Studer R, Kang J., 2011. In vitro and in vivo testing of a novel regulatory system for gene therapy for intervertebral disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*. 36(10), E623–8. doi: 10.1097 / BRS.0b013e3181ed11c1.

114. Nuñez JK, Harrington LB, Doudna JA., 2016. Chemical and Biophysical Modulation of Cas9 for Tunable Genome Engineering. *ACS Chem Biol.* 11(3), 681–688.

115. Richter F, Fonfara I, Bouazza B, Schumacher CH, Bratovič M, Charpentier E, Möglich A., 2016. Engineering of temperature– and light–switchable Cas9 variants. *Nucleic Acids Res.* 44(20), 10003–10014.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЫБРОСОВ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ПОЧВЕННЫЕ МИКРОБОЗООЦЕНОЗЫ

Козыбаева Ф.Е.

¹Д.б.н.

Бейсеева Г.Б.

¹Д.с.-х.н.

Саркулова Ж.С.

²PhD докторант

Ажикина Н.Ж.

¹Научный сотрудник

¹Республика Казахстан, г. Алматы,

Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова

²Республика Казахстан, г. Алматы, Казахский

Национальный Аграрный Университет

[DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.3.59.48-52](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.3.59.48-52)

ABSTRACT

The study of microflora by the method of pedoscopes showed that on zonal soils and in eroded soils, the upper horizons are characterized by a low degree of fouling of glasses. With depth the fouling of the glasses increases. The dominant microflora are mushrooms. The study of soil microfauna shows that soil microarthropods are concentrated mainly in the upper 5 cm of the soil layer, this is apparently due to the high content of organic matter in this layer, high porosity, moisture capacity and hygroscopic soil. Emissions from the zinc plant adversely affected the soil cover of the surrounding areas. Significant areas are subject to erosion. The contamination of the soil by heavy metals can be judged by the absence of the meso-fauna in the soil.

Keywords: pedoscopes, microflora, fungi, microarthropods, oribatids, collembola

Проблема локального техногенного загрязнения наземных экосистем, непосредственно соседствующих с разнообразными перерабатывающими предприятиями, приобрела в настоящее время особую актуальность. Выбросы предприятий металлургической промышленности оказывают особо заметное воздействие на состав и свойства почв, что отражается на состоянии их микробиоты. Микробные сообщества, являясь редуцирующим звеном в экосистемах, имеют огромную роль в обеспечении устойчивого их функционирования, поэтому весьма важно знать параметры воздействий выбросов металлургических предприятий на почвенные микробозооценозы.

Токсический эффект выбросов металлургических предприятий на почвенную микробозооценоз в значительной степени связан с содержанием в них тяжёлых металлов (ТМ) [1].

Микроорганизмы играют важную роль в процессе формирования почвы. Численность микроорганизмов в почве во многом определяют ее плодородие [2].

Тяжёлые металлы, попадая в почву из промышленных выбросов, включаются в природные процессы круговорота химических элементов. Они участвуют в почвообразовательном процессе, взаимодействуя с органическим веществом почвы, оказывают существенное воздействие на почвенную микробиоту, ингибируют процессы минерализации и синтеза различных веществ в почвах, подавляют дыхание почвенных микроорганизмов, вызывают микростатический эффект [3].

Большинство тяжёлых металлов в повышенных концентрациях ингибируют активность в почвах таких ферментов, как амилаза, дегидрогеназа,

уреаза, инвертаза, каталаза, а также могут в значительной степени подавлять целлюлозную активность почвенных микроорганизмов [4].

В почвах, подвергшихся антропогенному воздействию, происходит изменение видового состава, численности, биомассы и продуктивности микроорганизмов [5]. Различными исследованиями показано снижение количества прокариотных микроорганизмов в разных типах почв под влиянием загрязнения их тяжёлыми металлами [6, 7]. Количество же микроскопических грибов в загрязнённых ТМ почвах, напротив, обнаруживает тенденцию к увеличению [8].

Согласно результатам исследований В. С. Гузева и С. В. Левина [9], под влиянием загрязнения происходят не только изменения в численности и составе микробных сообществ, меняется также активность биохимических процессов, осуществляемых микроорганизмами, низкие концентрации металлов оказывают слабое стимулирующее действие на гидролазную и оксидоредуктазную активность ферментов. По данным других авторов [10, 11], промышленные выбросы металлургических производств ингибируют азотфиксирующую, нитрификационную и целлюлозную активность почв. Будучи обязательными компонентами любого биоценоза, почвенные микроорганизмы могут служить индикаторами изменения состояния среды [12]. Преимущество микроорганизмов как индикаторов

состоит в том, что они отличаются исключительно высокой скоростью размножения, быстротой наращивания биомассы, высокой чувствительностью к изменениям внешней среды и способностью к разнообразным ответным реакциям, которые могут быть положены в основу методов нормирования техногенного воздействия на наземные экосистемы [13].

Таким образом, анализ данных литературы свидетельствует о том, что, несмотря на общепризнанную исключительную роль микроорганизмов в почвенных процессах и для биосферы в целом, почвенная микробиота в условиях техногенного загрязнения исследована в недостаточной степени. Внутренние взаимоотношения основных компонентов почвенных микросообществ и изменения, происходящие с ними в условиях техногенного влияния, пока не поддаются прогнозу.

Цель исследования: изучение влияния горной, металлургической и перерабатывающей промышленности на окружающую среду.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования являются территории, находящиеся под влиянием выбросов предприятий перерабатывающей горнорудной промышленности г. Риддера ВКО. Влияние цинкового завода на окружающие ландшафты. Цинковый завод расположен в черте города (Рисунок 1).

Рисунок 1 - Карта схема объекта исследования

Методы исследования - полевые и лабораторно-аналитические. *Методы исследования* - полевые и лабораторно-аналитические. Пробы почвы по микрофауне с исследованных участков брались по стандартной методике по слоям 0-5 см, 5-10 см. Определение почвенных клещей и коллембол проводили по определителям фауны СССР. Пробы субстратов для исследования микроартропод (клещей и ногохвосток) брали объёмом 5х5х5 см³. Экстракция микроартропод производилась в полевых условиях с помощью эклектора Тульгрена-Берлеза. Принцип действия эклектора заключается в ис-

пользовании таксисов членистоногих, заставляющих их выходить из исследуемой почвы. Мелкие почвенные членистоногие не выносят иссушения, если относительная влажность воздуха ниже 100% они начинают мигрировать в более влажный слой почвы. Для учёта мезофауны (мокрицы, пауки, многоножки, личинки насекомых) применяли метод ручной разборки проб площадью 0,25 см². Просмотр, подсчет и определение микроартропод проводили под биноклем МБС-1. Определение клещей проводили «Определителю обитающих в почве клещей»; ногохвосток по «Определению коллембол фауны СССР».

Результаты и их обсуждение.

Б.В. Перфильевым впервые был предложен новый принцип изучения природных ассоциаций микроорганизмов, населяющих естественные среды. Они заменили стекла обрастания Росси-Холодного тонкими стеклянными капиллярами. Но не с цилиндрическими стенками, а с плоскими [14].

Для представления реальной картины микропейзажей в условиях загрязненных почв, нами были заложены педоскопы упрощенной конструкции по 4-5 штук в выделенных горизонтах почв на 2 месяца. Результаты исследования представляются на фотоснимках. Изучение микрофлоры методом педоскопов показал, что в почвах в условиях загрязнения обнаружены грибная и бактериальная микрофлора. На зональных эродированных

почвах верхние горизонты отличаются низкой степенью обрастания стекол. С глубиной обрастание стекол увеличивается. Доминирующей микрофлорой являются грибы. На зональной незагрязненной почве также были заложены педоскопы для сравнения.

Педоскоп № 23 - чернозем выщелоченный (Зональная почва Алтайского ботсада) 0 - 2см - микрофлоры на слайде не много, много мелких одиночных и делящихся кокков и палочек. Часто встречаются нитчатые формы кокков, возможно в результате распада мицелия актиномицетов. Степень обрастания стекол выше среднего 40-75 % (рисунок 1).

Рисунок 1 - чернозем выщелоченный (Зональная почва Алтайского ботсада) 0-2см

Педоскоп № 22 - чернозем выщелоченный (Зональная почва Алтайского ботсада) 2 - 8 см - уровень обрастания стекол ниже, поверхность исчерчена гифами актиномицетов. Видны обрывки гифов микроскопических грибов. Обильны

микрококки, крупные кокки и очень мелкие длинные палочки. Степень обрастания стекол средняя 20-40 % (рисунок 2).

Рисунок 2 - чернозем выщелоченный (Зональная почва Алтайский ботсад) 2 - 8 см

Педоскоп № 1 - чернозем выщелоченный (загрязненная почва опытного участка). Стекло прочерчено гифами грибов и актиномицетов, по площади слайда разбросаны одиночные мелкие кокки,

палочки и клостридии. Степень обрастания стекол низкая 10-25 % (рисунок 4).

Рисунок 23 - Чернозем выщелоченный

В целом степень обрастания стекол невысокая, доминируют мелкие формы клеток бактерий, при этом гифы микромицетов и актиномицетов зачастую находятся в стадии разрушения. Также не обнаружены ни микроводоросли, ни микроскопические представители зоофауны. Все это говорит о том, что в почве недостаточно свежей органики и преобладает микрофлора рассеяния, т.е. органика находится в стадии сильной деструкции, в почве и почвогрунтах имеются неблагоприятные экологические условия – недостаток влаги, имеются токсиканты – техногенные металлы.

Важность изучения населения почвенных беспозвоночных обусловлена их огромной ролью в жизни почвы, где они не только обитают, но и активно формируют структуру почвенных горизонтов [15]. Состояние почвенной фауны отражает процессы, протекающие в почве, а информация о населении почв помогает понять особенности почвообразования в различных типах почв. Интенсивность и направленность процессов в почвенном блоке являются важнейшими индикаторами динамики экосистемы. Зооиндикация почвенных процессов является одним из приоритетных направлений исследований в экологии на протяжении многих десятилетий [16]. Комплексы антропогенных факторов, которые влияют на состояние экосистем, довольно разнообразны – это загрязнение окружающей среды выбросами промышленного производства, автотранспорта, выведение из природопользования плодородных земель отходами горнодобывающей промышленности и многие другие. Антропогенные стрессоры возникают с такой скоростью, что биологические системы не успевают адаптироваться к ним, вместе с тем их биологические характеристики изменяются под воздействием всех факторов [17].

В образцах почв, отобранных на объектах влияние выбросов свинцового, цинкового заводов и хвостохранилища послойно определяли количество и качество микрозоофауны. В результате не было обнаружено ни одного представителя микрозоофауны. К представителям микрозоофауны относятся орибатида и колембола. Они являются биоиндикаторами почвенной среды. Их отсутствие доказывает о высоком загрязнении почвы среды их обитания.

Для сравнения были взяты почвенные образцы с незагрязненных участков. В пробах собранных с зональной почвы обнаружены представители 10 родов орибатид (*Oribatei*), относящихся к 9 семействам, составляющие 66,6% всех исследованных клещей. Отсутствуют представители родов: *Trhypochthonius*, *Subbelba*, *Parabelba*, *Suctobelba*, *Belba*. Доминирующее положение занимают *Norhrus*, *Scheloriabates*, *Acaris*, *Oppia*, *Zygoribatula*, *Puncctoribates*. Численность орибатид составило 49200 экз 1 м² или 54,6% от числа орибатид и колембол данной пробы.

Опытный участок беден почвенными животными, в том числе панцирными клещами, в 0-5 см слое в малом количестве обнаружены только представители рода *Subbelba*.

Во всех пробах доминирующее положение занимали орибатида - *Nothus*, *Scheloriabates*, *Galumna*, *Bdella*, *Acaris*, *Oppia*; колемболы - *Onychiurus*, *Anurida*, *Folsoia*, *Entomobrya* – обладающие широкой экологической пластичностью.

Таким образом, анализ полученных данных показывает, что почвенные микроартроподы концентрируются главным образом в верхнем 5 см слое почвы, это, видимо, связано с высоким содержанием органических веществ в данном слое, большой порозностью, влагоемкостью, гигроскопичностью почвогрунтах. Однотипность в таксономическом отношении групп видимо связана с ограниченностью источников заселения субстратов и в связи с неблагоприятными условиями существования. В образцах почв с цинкового и свинцового заводов, а также с хвостохранилища не обнаружены представители почвенной микрофауны. Это, в первую очередь, говорит о неблагоприятных условиях среды, в связи с выбросами токсичных веществ заводами и содержанием тяжелых металлов в хвостохранилище.

Выводы. Изучение микрофлоры методом педоскопов показал, что на зональных почвах и в эродированных почвах верхние горизонты отличаются низкой степенью обрастания стекол. С глубиной обрастание стекол увеличивается. Доминирующей микрофлорой являются грибы.

Исследование почвенной микрозоофауны показывает, что почвенные микроартроподы концентрируются главным образом в верхнем 5 см слое почвы, это, видимо, связано с высоким содержанием органических веществ в данном слое, большой порозностью, влагоемкостью и гигроскопичностью почвогрунтов.

Однотипность в таксономическом отношении групп видимо связана с ограниченностью источников заселения субстратов и в связи с неблагоприятными условиями существования.

Во всех пробах доминирующее положение занимали орибатида - *Nothus*, *Scheloriabates*, *Galumna*, *Bdella*, *Acaris*, *Oppia*; колемболы - *Onychiurus*, *Anurida*, *Folsoia*, *Entomobrya* - обладающие широкой экологической пластичностью.

Выбросы цинкового завода негативно повлияли на почвенный покров близлежащих территорий. Значительные площади подвержены эрозии. О загрязнении почвенного покрова тяжелыми металлами можно судить по отсутствию в почве мезозоофауны.

Список литературы:

- 1 Сравнительная оценка состояния агроэкосистем на разных типах почв Прибайкалья, загрязненных фторидами алюминиевого производства / Л. В. Помазкина [и др.] // Почвоведение. – 2008. – № 6. – С. 717–725.
- 2 Виноградский С.Н. Микробиология почвы. - М.: Изд-во АН СССР, 1952. - 792с.
- 3 Кудряшов С. В. Оценка и нормирование экологического состояния почв норильского промышленного района : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.27/ МГУ / С. В. Кудряшов. – М., 2010. – С. 17.

- 4 Tuomela M. Influence of Pb contamination in boreal forest soil on the growth and ligninolytic activity of litter-decomposing fungi / M. Tuomela, K. Steffen, E. Kerko // *Microbial ecology*. – 2005. – № 53. – P. 179–186.
- 5 Svyatkovskaya M. V. The number, biomass and diversity of micromycetes in podzols in pine forests under the influence of aluminium / M. V. Svyatkovskaya // *Ecological functions of forest soils in natural and human – disturbed landscapes: materials of III Russia young scientist's conference*. – Petrozavodsk, 2005. – P. 233–234.
- 6 Римкевич О. В. Эколого-функциональная роль микроорганизмов техногенно-нарушенных почвогрунтов : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / ДГАУ. – Благовещенск, 2006. – С. 20–27.;
- 7 Экспериментальная оценка устойчивости почвенного микробоценоза при химическом загрязнении / Н. Д. Сорокин [и др.] // *Почвоведение*. – 2009. – № 6. – С. 701–707.
- 8 Environmental monitoring of fluoride emiddion using precipitation, dust, plant and soil samples / J. Franzaring [et al.] // *Environmental pollution*. – 2006. – N 1. – P. 158–165.
- 9 Гузев В. С. Техногенные изменения сообщества почвенных микроорганизмов / В. С. Гузев, С. В. Левин // *Перспективы развития почвенной биологии*. – 2001. – № 5 – С. 178–219.
- 10 Gadd G. M. Fungal influences on metal mobility/ G. M. Gadd, E. P. Burford // *Mechanisms and relevance to environment and biotechnology: the 7th International mycological congress*. – Oslo, 2002. – P. 34–37.
- 11 Harris J. A. Measurements of the soil microbial community for estimating the success of restoration / J. A. Harris // *Soil Science*. – 2003. – N 54. – P. 801–808.
- 12 Щелчкова М. В. Изменение численности почвенных микроорганизмов в условиях моделирования загрязнения мерзлотного чернозема тяжёлыми металлами / М. В. Щелчкова, Л. К. Стручкова // *Экологич. регион. журн.* – 2009. – № 2. – С. 79–82.
- 13 Garbisu D. C. Heavy metal phytoremediation: microbial properties as bioindicators of soil health / D.C. Garbisu // *J. of Environmental Monitoring*. – 2010. – № 4. – P. 21–28.
- 14 Перфильев Б.В. Капиллярные методы изучения микроорганизмов. -М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1961. - 534 с.
- 15 Lavelle P., Bignell D., Lepage M. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers // *European Journal of soil biology*. - 1997.- Vol. 33. – P. 159-193.
- 16 Жуков А.В., Жукова В.В. Экоморфические спектры комплексов дождевых червей в зоологической диагностике почв // *Вестник Днепропетр. ун-та. Биология и экология*. – 1997. – Вып. 3. – С. 216–221.
- 17 Израэль Ю.А., Назаров И.М., Прессман А.Я., Ровинский Ф.Я., Рябошапка А.Г., Филиппова Л.М. Кислотные дожди. - Л., 1989. - 269 с.

УДК 332.1:502.15

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ НАСЕЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ СИБИРИ

Сугак Е. В.

*Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва
(Россия, Красноярск)*

АННОТАЦИЯ

Высокий инвестиционный потенциал регионов Сибири существенно нивелируется высоким уровнем инвестиционных рисков, в первую очередь – социальных и экологических. Для оценки социально-экологических рисков причинения вреда здоровью населения региона с учетом его особенностей предлагается использовать нейросетевые модели.

ABSTRACT

High investment potential regions of Siberia have significantly leveled the high level of investment risk, especially social and environmental. To assess the socio-environmental risks of harm to the health of the population of the region, taking into account its features are encouraged to use the neural network model.

Ключевые слова: устойчивое развитие, инвестиционный потенциал, инвестиционный риск, экологический риск, интеллектуальный анализ данных.

Keywords: sustainable development, the investment potential, investment risk, environmental risk, data mining.

Устойчивое развитие предполагает сбалансированную динамику социальной, экономической и экологической компонент как в стране в целом, так и в ее регионах. Чтобы развитие могло считаться устойчивым, оно должно осуществляться с учетом достижения экономического роста, но при обеспечении его сбалансированности с потребностями об-

щества по улучшению качества жизни и предотвращению деградации окружающей среды. Соответственно, система показателей (индикаторов) устойчивого развития регионов должна включать показатели, отражающие уровень экономического, социального и экологического развития [1, 2].

Российская Федерация представляет собой