**Оценка ферментативной активности почв Европейской части России при загрязнении свинцом**

**Минникова Татьяна Владимировна**

*ведущий научный сотрудник, заведующий молодежной лабораторией экобиотехнологий диагностики и охраны здоровья почв*

*Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии*

*им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, Россия*

*E-mail loko261008@yandex.ru*

Для оценки экологического состояния почв при загрязнении почв тяжелыми металлами и нефтью часто используют активность почвенных ферментов (Минникова и др., 2022; Minnikova et al., 2022, 2023). Это обусловлено, тем, что ферменты участвуют в циклах углерода, азота, фосфора, кислорода, серы и других элементов в почве. Свинец как один из самых распространенных и токсичных тяжелых металлов вызывает окислительный стресс, нарушает дисульфидные связи в белках почвенных микроорганизмов, снижает жизнедеятельность нитрифицирующих и аммонифицирующих бактерий, снижение доступности фосфора для растений и прочие негативные воздействия (Титов и др., 2020; Sevak et al., 2021).

Цель исследования – оценить изменение состояния почв Европейской части России при загрязнении свинцом. В качестве объектов исследования было выбрано 12 типов почв юга и центра Европейской части России различающихся по своим физико-химическим свойствам: лугово-черноземные почвы (Ставропольский край), солончаки типичные (Калмыкия), каштановые почвы (Ростовская область), бурые полупустынные почвы (Калмыкия), черноземы типичные (Воронежская область), чернозем обыкновенный (Воронежская область), черноземы выщелоченные (Тульская область), черноземы оподзоленные (Тульская область), черноземы южные (Ростовская область), темно-серые лесные (Московская область), дерново-подзолистые иллювиально-железистые (Московская область), дерново-подзолистые (Московская область). Моделировали загрязнение почв свинцом в дозах 100, 1 000 и 10 000 мг/кг. Инкубировали загрязненные почвы в течение 30 суток. По истечении срока инкубации почвы просушивали, просеивали через сито с диаметром ячеек 1 мм. В подготовленных воздушно-сухих образцах почвы определяли активность 6 ферментов, характеризующих циклы кислорода, углерода, азота, серы и фосфора: каталаза, дегидрогеназы, цистеинредуктаза, инвертаза, фосфатаза и уреаза.

Установлено, что загрязнение почв свинцов ингибирует активность цистеинредуктазы на 40-78%. Это обусловлено, тем, что при загрязнении свинцом в почве происходит нарушение гидрофобинов содержащих восемь остатков цистеина, образующих дисульфидные мостики (Попов и др., 2021). Дисульфидные связи в белках (−S−S−) образуются между тиоловыми группами остатков цистеина в процессе окисления. Загрязнение почв свинцов вызывает окисление почв. Среди 12 почв наибольшее ингибирование цистеинредуктазы установлено для черноземов выщелоченных. Наименее чувствительным ферментом к загрязнению свинцом является каталаза (солончаки, каштановые, бурые полупустынные, черноземы южные), фосфатаза (лугово-черноземные почвы, черноземы типичные, черноземы обыкновенные, черноземы выщелоченные, черноземы оподзоленные, темно-серые, дерново-подзолистые почвы) и дегидрогеназы (дерново-подзолистые иллювиально-железистые).

По устойчивости к загрязнению свинцом согласно изменению ферментативной активности был составлен ряд почв (от наименее чувствительного к наиболее): черноземы типичные > темно-серые почвы= черноземы южные > бурые полупустынные =лугово-черноземные> солончаки типичные > черноземы выщелоченные > черноземы обыкновенные = дерново-подзолистые иллювиально-железистые почвы > черноземы оподзоленные > каштановые почвы > дерново-подзолистые почвы. Установлено, что наиболее устойчивыми к загрязнению свинцом являются черноземы типичные, темно-серые почвы, черноземы южные, а наименее устойчивые - дерново-подзолистые, каштановые почвы и черноземы оподзоленные.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта Программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета («Приоритет 2030») (№ СП-12-23-01), проекта Минобрнауки России «Лаборатория молодых ученых» в рамках Межрегионального научно-образовательного центра Юга России (№ ЛабНОЦ-21-01АБ, FENW-2021-0014).*

**Литература**

1. Минникова Т.В., Русева А.С., Колесников С.И. Оценка ферментативной активности нефтезагрязненного чернозема после биоремедиации // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2022. 5. 5-20. [https://doi.org/10.26897/0021-342Х-2022-5-5-20](https://doi.org/10.26897/0021-342%D0%A5-2022-5-5-20)
2. Попов А.И., Коноплина Л.Ю., Комолкина Н.А., Прилепа С.В., Сазанова Е.В., Холостов Г.Д. Компонентный состав почвенного органического вещества // The Scientific Heritage. 2021. (65-2). 11-19. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-65-2-11-19>
3. Титов А. Ф., Казнина Н. М., Карапетян Т. А., Доршакова Н. В. Влияние свинца на живые организмы // Журнал общей биологии. 2020. 81. 2. 147–160. <https://doi.org/10.31857/S0044459620020086>
4. Minnikova T., Kolesnikov S., Evstegneeva N., Timoshenko A., Tsepina N. Estimation of the Enzymatic Activity of Haplic Chernozem under Contamination with Oxides and Nitrates of Ag, Bi, Te and Tl. Agronomy. 2022. 12. 2183. <https://doi.org/10.3390/agronomy12092183>
5. Minnikova T., Kolesnikov S., Revina S., Ruseva A., Gaivoronsky V. Enzymatic Assessment of the State of Oil-Contaminated Soils in the South of Russia after Bioremediation // Toxics. 2023. 11. 355. <https://doi.org/10.3390/toxics11040355>
6. Sevak P.I., Pushkar B.K., Kapadne P.N. Lead pollution and bacterial bioremediation: a review. Environ Chem Lett 2021. 19, 4463–4488. <https://doi.org/10.1007/s10311-021-01296-7>