Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

УДК 57.044; 631.46

Влияние серебра на активность дегидрогеназ разных типов почв

Цепина Н.И., Колесников С.И., Минникова Т.В., Судьина Л.В., Тер-Мисакянц Т.А., Неведомая Е.Н., Казеев К.Ш.

Южный федеральный университет

Аннотация

В настоящем исследовании оценено влияние нитрата серебра 1, 10 и 100 мг/кг на активность дегидрогеназ трех типов почв Юга России. В ходе исследования было обнаружено, что серебро оказывало негативное влияние на активность дегидрогеназ серопесков, бурой лесной почвы и чернозема обыкновенного. При концентрации серебра 1 и 10 мг/кг отмечено ингибирование дегидрогеназной активности серопесок на 16 и 39%, а бурой лесной почвы на 21 и 42%, относительно контрольных значений. Концентрация серебра 100 мг/кг ингибировала активность дегидрогеназ серопесок, бурой лесной почвы и чернозема обыкновенного на 40, 58 и 56%, от контроля соответственно. По степени устойчивости к загрязнению нитратом серебра по активности дегидрогеназ, исследуемые почвы образуют ряд: чернозем обыкновенный (83) > серопески (76) ≥ бурая лесная почва (70).

Ключевые слова: НИТРАТ СЕРЕБРА, ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ, ЧЕРНОЗЕМ ОБЫКНОВЕННЫЙ, СЕРОПЕСКИ, БУРАЯ ЛЕСНАЯ ПОЧВА

Антибактериальные свойства серебра известны с давних времен, но его влияние на экологические свойства почв недостаточно изучены. Микробные сообщества отвечают за основные процессы, связанные с плодородием почвы. Установлено угнетающее воздействие на микробоценоз почв не только антибиотиков [1], но и тяжелых металлов, таких как серебро. Накапливаясь в почвенных экосистемах, серебро способно изменять микробную биомассу, уменьшать разнообразие почвенных микроорганизмов [2,3,4,5,6,7], структуру микробоценозов [8]. Под влиянием серебра снижается скорость

микробиологических процессов и активность почвенных ферментов [9,10,11], которые в свою очередь играют существенную роль для роста и развития растений. Известно, что серебро способно оказывать ингибирующее действие на активность почвенной кислотной фосфатазы, β- глюкозаминидазы, β- глюкозидазы и арилсульфатазы [9]. По мнению C. Yan с соавторами (2020) [12] активность дегидрогеназ была более чувствительна к серебру, чем активность уреазы. Поскольку активность дегидрогеназ является одним из наиболее чувствительных ферментов к загрязнению нефтью и тяжелыми металлами [13,14], то необходимо изучение воздействия серебра на дегидрогеназную активность в таких сложных гетерогенных системах окружающей среды, как почвы.

Цель работы - оценить влияние серебра на активность дегидрогеназ разных типов почв.

Материалы и методы

Для оценки токсичности серебра использовали верхний слой серопесков, чернозема, бурой лесной почвы (0– 20 см) различающихся гранулометрическим составом, pH почвенной среды, а так же содержанием гумуса. Исследование проводилось в лабораторных условиях в трехкратной биологической повторности при использовании различных концентраций серебра: 1, 10, и 100 мг/кг. Дозы были рассчитаны исходя из фоновых концентраций серебра. Поскольку предельно допустимая концентрация (ПДК) серебра не установлена, его содержание можно выразить в виде условно допустимой концентрации (УДК), что для большинства тяжелых металлов составляет около трех-четырех фоновых концентраций в почве [15]. Фоновое содержание серебра в черноземе обыкновенном составляет 0,303 мг/кг, бурой лесной почве — 0,282 мг/кг, серопесках — 0,215 мг/кг. Содержание серебра в почвах определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Соответственно, УДК приняли равной 1 мг/кг. Серебро вносили в почву в количестве 3, 30 и 300 фоновых концентраций (1, 10 и 100 мг/кг соответственно). Нитрат серебра ($AgNO_3$) в вегетационные сосуды вносили в виде водного раствора с заданными концентрациями (1, 10 и 100 мг/кг), увлажняли до 60% от полевой влагоемкости и инкубировали при температуре (20–22°C) в течение 10 суток.

Лабораторно-аналитические исследования проводили с использованием

общепринятых в биологии почв методов исследования [16]. Эффект токсичности серебра по активности дегидрогеназ оценивали после краткосрочного воздействия (10 суток) загрязнителя по методу А.Ш. Галстяна в модификации Ф.Х. Хазиева (1990) [17] по скорости превращения трифенилтетразолия хлористого в трифенилформазан (n = 36: 3 вегетационных сосуда с почвой в 3 биологических повторностях х 4 аналитические повторности). По мнению S.I. Kolesnikov с соавторами (2000) [13] активность дегидрогеназ является одним из наиболее чувствительных ферментов класса оксидоредуктаз к загрязнению почв тяжелыми металлами.

Достоверность полученных результатов оценивали с помощью дисперсионного анализа и последующим определением наименьшей существенной разности (НСР).

Результаты и их обсуждение

Результаты влияния загрязнения серебром на активность дегидрогеназ серопесок, бурой лесной почвы и чернозема представлены на рис. 1. В процессе изучения влияния серебра на активность дегидрогеназ разных типов почв с ростом концентрации было зафиксировано ингибирование данного показателя.

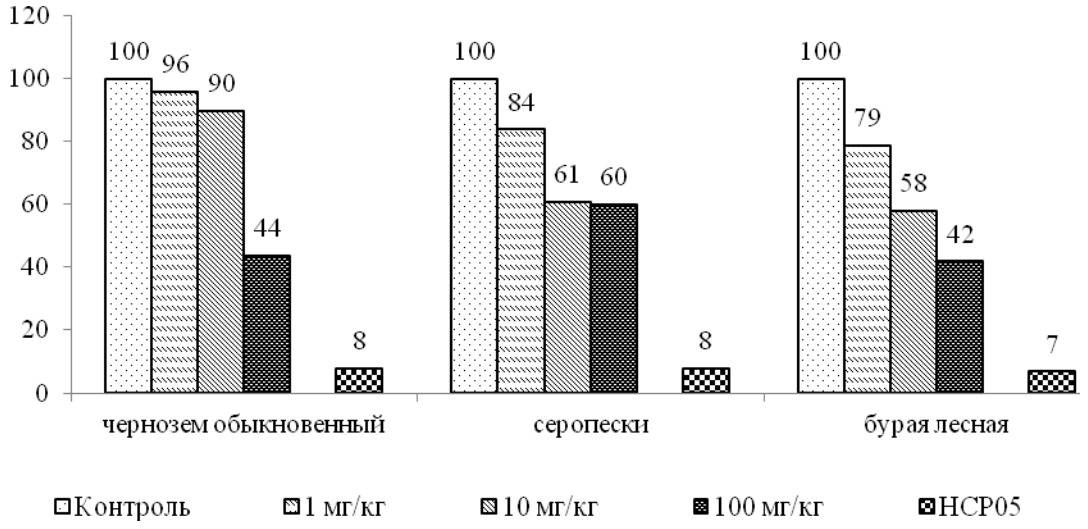

Рис.1. Изменение активности дегидрогеназ разных типов почв (чернозем обыкновенный, серопески, бурая лесная почва) под влиянием серебра концентрации 1, 10, 100 мг/кг, % от контроля

Достоверное снижение дегидрогеназной активности чернозема обыкновенного (на 10%) относительно контроля отмечено при воздействии 10 УДК. Доза серебра 100 мг/кг вызвала снижение активности дегидрогеназ чернозема обыкновенного на 56%, по сравнению с контролем. При внесении в почву серебра в количестве 1 и 10 мг/кг наблюдалось снижение дегидрогеназной активности серопесок на 16 и 39%, а бурой лесной почвы на 21 и 42%, относительно контрольных значений.

При 100 мг/кг показатель активности дегидрогеназ серопесок снизился на 40%, а бурой лесной почвы на 58%, по сравнению с контролем. Серебро оказало сильное токсическое влияние на активность дегидрогеназ почв серопесок, бурой лесной почвы и чернозема. Однако, известны случаи не только ингибирования активности почвенных дегидрогеназ, уреазы [11], фосфатазы [9], но и стимуляция активности уреазы и фосфатазы [18] малыми дозами серебра. В нашем исследовании, в процессе изучения влияния серебра через 10 суток после загрязнения, стимулирующего действия серебра на активность дегирогеназ зафиксировано не было. В исследовании S. Rahmatpour с соавторами (2017) [18] продемонстрировано, что доза серебра 1 мг/кг ингибирует активность уреазы, в то время как концентрация серебра 1 мг/кг в исследовании C. Yan с соавторами (2020) [12] не оказывает влияния на уреазную активность.

При сравнении устойчивости разных типов почв по активности дегидрогеназ к загрязнению нитратом серебра был получен следующий ряд:

Чернозем обыкновенный (83) > серопески (76) ≥ бурая лесная почва (70).

Наибольшая устойчивость чернозема обыкновенного и чувствительность бурой лесной почвы к загрязнению серебром, вероятно, обусловлены генетическими свойствами данных типов почв, обуславливающих устойчивость к загрязнению тяжелыми металлами. Кислая реакция среды (pH = 5,8) бурых лесных почв и легкий гранулометрический состав (супесчаный) серопесков, а также низкое содержание гумуса (1,8 и 2,3% соответственно) способствуют высокой подвижности и высокой экотоксичности серебра в этих почвах. Ранее авторами было продемонстрировано изменение токсичности серебра в зависимости от гранулометрического состава, содержания органического вещества в почве и pH почвенной среды [3, 19].

Заключение

При исследовании влияния нитрата серебра на активность дегидрогеназ разных типов почв было отмечено ингибирование данного фермента. При концентрации серебра 1 мг/кг отмечено снижение дегидрогеназной активности серопесок на 16%, а бурой лесной почвы на 21%, относительно контрольных значений. Доза серебра 10 мг/кг была более токсична для бурой лесной почвы и серопесок, показатель активности фермента снизился на 42 и 39% соответственно, относительно контрольных значений. Доза 100 мг/кг была наиболее токсична для всех исследуемых почв, активность дегидрогеназ чернозема обыкновенного, серопесок и бурой лесной почвы была ингибирована до 44, 60 и 42% от контроля. По степени устойчивости к загрязнению нитратом серебра, исследуемые почвы образуют ряд: чернозем обыкновенный (83) > серопески (76) ≥ бурая лесная почва (70). Токсический эффект серебра зависит от дозы металла в почве, гранулометрического состава, реакции почвенной среды и содержания гумуса.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках госзадания (Южный федеральный университет, проект № 0852-2020-0029) и при государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ– 2511.2020.11).

Список использованных источников

1. Акименко Ю.В., Чувараева О.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Изменение численности и динамика восстановления микроорганизмов чернозема обыкновенного в условиях хронического загрязнения антибиотиками // АгроЭкоИнфо. – 2018, - №3 (33). – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/3/st_363.doc

2. Beddow J., Stolpe B., Cole P., Lead J.R., Sapp M., Lyons B.P., Colbeck I., Whitby C. Effects of engineered silver nanoparticles on the growth and activity of ecologically important microbes // Environmental Microbiology Report. – 2014, vol. 6. – P. 448– 458.

3. Calder A.J., Dimkpa C.O., McLean J.E., Britt D.W., Johnson W., Anderson A.J. Soil components mitigate the antimicrobial effects of silver nanoparticles towards a beneficial soil bacterium, Pseudomonas chlororaphis O6 // Science of The Total Environment. – 2012, vol. 429. – P. 215– 222.

4. Samarajeewa A.D., Velicogna J.R., Princz J.I., Subasinghe R.M., Scroggins R.P., Beaudette L.A. Effect of silver nano-particles on soil microbial growth, activity and community diversity in a sandy loam soil // Environmental Pollution. – 2017, vol. 220. – P. 504– 513.

5. Schlich K., Hoppe M., Kraas M., Schubert J., Chanana M., Hund-Rinke K. Long-term effects of three different silver sulfide nanomaterials, silver nitrate and bulk silver sulfide on soil microorganisms and plants // Environmental Pollution. – 2018, vol. 242. – P. 1850– 1859.

6. Singh H. Dua J., Singh P., Yi T. H. Extracellular synthesis of silver nanoparticles by Pseudomonas sp. THG– LS1.4 and their antimicrobial application // Journal of Pharmaceutical Analysis. – 2018, vol. 8. – P. 258– 264.

7. Wang J., Shu K., Zhang L., Si Y. Effects of Silver Nanoparticles on Soil Microbial Communities and Bacterial Nitrification in Suburban Vegetable Soils // Pedosphere. – 2017, vol. 27. – P. 482– 490.

8. Carbone S., Vittori Antisari L., Gaggia F., Baffoni L., Di Gioia D., Vianello G., Nannipieri P. Bioavailability and biological effect of engineered silver nanoparticles in a forest soil // Journal of Hazardous Material. – 2014, vol. 280. – P. 89 – 96.

9. Eivazi F., Afrasiabi Z., Jose E. Pedosphere Effects of Silver Nanoparticles on the Activities of Soil Enzymes Involved in Carbon and Nutrient Cycling // Pedosphere. – 2018, vol. 28. Iss. 2. P. 209– 214.

10. Peyrot C., Wilkinson K.J, Desrosiers M., Sauvé S. Effects of silver nanoparticles on soil enzyme activities with and without added organic matter // Environmental Toxicology and Chemistry. – 2014, vol. 33. – P. 115– 125.

11. Shin Y.J, Kwak J.I, An Y.J. Evidence for the inhibitory effects of silver nanoparticles on the activities of soil exoenzymes // Chemosphere. – 2012, vol. 88. – P. 524– 529.

12. Yan C., Huang J., Cao C., Li R., Ma Y., Wang Y. Effects of PVP-coated silver nanoparticles on enzyme activity, bacterial and archaeal community structure and function in a yellow-brown loam soil // Environmental Science and Pollution Research. – 2020, vol. 27. – P. 8058– 8070.

13. Kolesnikov S.I., Kazeev K.Sh., Val'kov V.F. Effects of Heavy Metal Pollution on the Ecological and Biological Characteristics of Common Chernozem // Russian Journal of Ecology. – 2000, vol.31. – P. 174– 181.

14. Минникова Т.В., Лубенцова Д.В., Колесников С.И., Казеев К.Ш. Влияние санации

гуминовыми веществами на биологическое состояние нефтезагрязненных черноземов // АгроЭкоИнфо. – 2020. - №1. – С.1-10.

15. Kolesnikov S.I., Kazeev K.Sh., Akimenko Yu.V. Development of regional standards for pollutants in the soil using biological parameters // Environmental Monitoring and Assessment. – 2019. N 191. – P. 544.

16. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Даденко Е.В. Методы биодиагностики наземных экосистем. Ростов– на– Дону: Издательство ЮФУ. – 2016. –

356 с.

17. Галстян А.Ш. Унификация методов исследования активности ферментов почв // Почвоведение. - 1978. - №2. - С.107-114.

18. Rahmatpour S., Shirvani M., Mosaddeghi M. R., Farshid N., Bazarganipour M. Dose–response effects of silver nanoparticles and silver nitrate on microbial and enzyme activities in calcareous soils // Geoderma. – 2017, vol. 285. P. 313– 322.

19. Schlich K., Hund– Rinke K. Influence of soil properties on the effect of silver nanomaterials on microbial activity in five soils // Environmental Pollution. – 2015, vol. 196. – P. 321– 330.

==========

Цитирование:

Цепина Н.И., Колесников С.И., Минникова Т.В., Судьина Л.В., Тер-Мисакянц Т.А., Неведомая Е.Н., Казеев К.Ш. Влияние серебра на активность дегидрогеназ разных типов почв // АгроЭкоИнфо. – 2020, №3. – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/3/st_320.pdf

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

Effect of silver on the activity of dehydrogenases in different soil types

Tsepina N.I., Kolesnikov S.I., Minnikova T.V., Sudina L.V., Ter-Misakyants T.A., Nevedomaya E.N., Kazeev K.Sh.
Southern Federal University, Rostov– on– Don

Annotation
In this study, the effect of silver nitrate 1, 10, and 100 mg / kg on the activity of dehydrogenases of three types of soils in the South of Russia was evaluated. In the course of the study, it was found that silver had a negative effect on the activity of dehydrogenases in sierosands, brown forest soil and ordinary chernozem. At a silver concentration of 1 and 10 mg / kg, inhibition of the dehydrogenase activity of sierosands was noted by 16 and 39%, and in brown forest soil by 21 and 42%, relative to the control values. A silver concentration of 100 mg / kg inhibited the activity of dehydrogenases in sierosands, brown forest soil, and ordinary chernozem by 40, 58, and 56% of control, respectively. According to the degree of resistance to contamination with silver nitrate according to the activity of dehydrogenases, the studied soils form the following series: ordinary chernozem (83)> sierosands (76) ≥ brown forest soil (70).
Keywords: silver nitrate, enzymatic activity, pollution, chernozem ordinary, sierosands, brown forest soil

==========

Цитирование:

Цепина Н.И., Колесников С.И., Минникова Т.В., Судьина Л.В., Тер-МисакянцТ.А., Неведомая Е.Н., Казеев К.Ш. Влияние серебра на активность дегидрогеназ разных типов почв // АгроЭкоИнфо. – 2020, №00. – **http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/20__/_/st____.doc**.