

УДК 632.122.1:631.46:631.445.24(479.242)

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ОБИЛИЕ БАКТЕРИЙ РОДА *Azotobacter* В СЕРО-БУРЫХ ПОЧВАХ АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

© 2023 г. С. И. Наджаfoва

Институт микробиологии
AZ1004 Баку, ул. М. Мушвига, 103, Азербайджан
E-mail: nadjafovas@yahoo.com

Поступила в редакцию 28.12.2022 г.

После доработки 14.01.2023 г.

Принята к публикации 25.01.2023 г.

Изучено действие разных концентраций тяжелых металлов в серо-бурых почвах Апшеронского полуострова на обилие бактерий рода *Azotobacter*. В качестве информативных показателей были взяты показатели общей численности микроорганизмов и обилия бактерий рода *Azotobacter*. Показано, что в исследованной почве с увеличением концентрации тяжелых металлов (ТМ) при всех сроках учета наблюдали снижение общей численности микроорганизмов по сравнению с контролем. Исследование обилия бактерий р. *Azotobacter* серо-бурыми почвами показало, что бактерии данного рода обладали достаточной устойчивостью к воздействию ТМ. В концентрациях 1 ПДК не обнаружено определенного воздействия тяжелых металлов на бактерии данного рода. Однако при действии ТМ в концентрации 5 и 10 ПДК наблюдали снижение обилия бактерий по отношению к контролю. Исследованные металлы по ингибирующему действию в зависимости от природы загрязняющих веществ можно расположить в ряду: Cr > Pb > Cu.

Ключевые слова: серо-бурые почвы, тяжелые металлы, воздействие, микроорганизмы, бактерии р. *Azotobacter*.

DOI: 10.31857/S0002188123040099, **EDN:** DIQDNK

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия в результате нерациональной антропогенной деятельности возникло большое количество проблем, связанных с загрязнением окружающей среды токсикантами, в том числе тяжелыми металлами (ТМ).

Поступление ТМ в окружающую среду связано с активной деятельностью человека. Их основные источники — промышленность, автотранспорт, котельные, мусоросжигающие установки и сельскохозяйственное производство. Отраслями промышленности, загрязняющими окружающую среду ТМ, являются добыча топлива, металлургия, стекольное и керамическое производство и др. Для крупных городов с многопрофильными отраслями промышленности, как правило, в окружающей среде присутствуют не отдельные загрязнители, а ассоциации ТМ, которые способны воздействовать на организм комплексно, и при этом вполне вероятно суммирование эффектов [2–4]. Транспорт является источником более половины всех выбросов в окружающую среду. Особенно остро негативное воздействие автомобильного транспорта проявляется в крупных го-

родах. Значительную роль в загрязнении почв придорожных территорий играют тяжелые металлы (хром, медь, свинец и т.п.). Тяжелые металлы в почвах придорожных территорий представляют угрозу для человека, т.к. аэральным путем вместе с частицами почвы могут поступать в его организм. В результате сжигания мусора в биосферу поступает целый ряд ТМ: кадмий, ртуть, свинец, хром и др. В сельском хозяйстве загрязнение почв ТМ связано с использованием удобрений и пестицидов.

В то же время накопление в почве ТМ может отрицательно влиять как на ее плодородие, так и на микробиологическую деятельность, рост и развитие растений и на качество продукции в целом. Таким образом, загрязнение объектов биосферы, в том числе пищевого сырья как растительного, так и животного происхождения, солями ТМ, учитывая их высокую токсичность, способность к биоаккумуляции, способность воздействовать даже в малых концентрациях, в конечном итоге может иметь ряд серьезных последствий для здоровья человека [3–5]. В частности, ТМ вызывают нарушение функционирова-

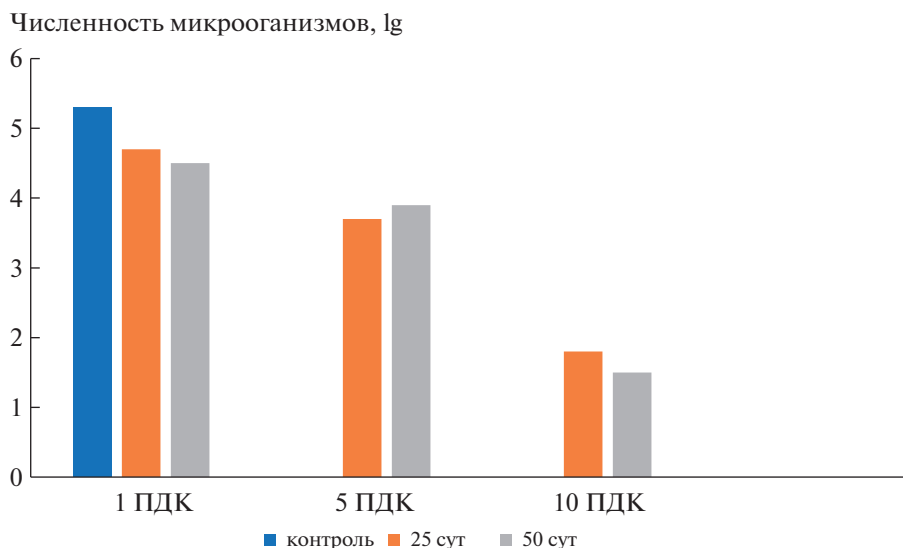


Рис. 1. Динамика изменения общей численности бактерий в серо-бурой почве при ее загрязнении ТМ, % от контроля.

ния центральной нервной системы, изменение состава крови, отрицательно влияют на функции легких, почек, печени и других органов. Долгосрочное действие ТМ может вызвать развитие рака, аллергии, дистрофии, физических и неврологических дегенеративных процессов, похожих на болезни Альцгеймера, Паркинсона и др. Все это указывает на необходимость проведения экологического мониторинга содержания ТМ в почве, воздухе и воде.

Цель работы – изучение воздействия ТМ на обилие бактерий рода *Azotobacter* в серо-бурых почвах Апшеронского полуострова. В качестве информативных показателей были взяты показатели общей численности микроорганизмов и обилия бактерий рода *Azotobacter*.

В соответствии с целью была поставлена следующая задача: исследовать закономерности изменения обилия бактерий рода *Azotobacter* в зависимости от природы и концентрации загрязняющих веществ.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта исследования была выбрана серо-бурая почва, отобранная на территории Апшеронского п-ва, характеризующаяся низким содержанием гумуса (1.2%), слабощелочной реакцией среды (pH 7.6) и низкой биологической активностью (согласно классификации WRB – Gypsisols [6]).

Почва для экспериментов была отобрана из верхнего слоя 0–20 см методом “конверта” в 3 повторностях. Почву инкубировали в вегетационных сосудах при комнатной температуре и поддержания степени влажности в пределах 50–60% ППВ.

В серии модельных экспериментов исследовали общую численность микроорганизмов и обилие бактерий рода *Azotobacter* при загрязнении ТМ в концентрации 1, 5, 10 ПДК (100, 500 и 1000 мг/кг соответственно). Металлы вносили в форме оксидов Cr_2O_3 , CuO и PbO . Состояние почвы определяли через 25 и 50 сут после загрязнения. Контролем служили образцы почвы, не загрязненные ТМ. Исследование общей численности бактерий проводили посевом на мясопептонном агаре (МПА). Обилие азотфиксирующих бактерий учитывали методом комочков обрастания на среде Эшби.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ общей численности бактерий показал, что в исследованной почве с увеличением концентрации ТМ во все сроки учета наблюдали снижение их численности по сравнению с контролем (рис. 1).

Исследование обилия бактерий р. *Azotobacter* серо-бурой почвы показало, что бактерии данного рода обладали достаточной устойчивостью к воздействию ТМ. В концентрациях 1 ПДК не обнаружено ингибирующего воздействия ТМ на бактерии данного рода. Однако при действии ТМ в концентрации 5 и 10 ПДК наблюдали снижение обилия бактерий по отношению к контролю. В то же время после загрязнения ТМ концентрацией 5 ПДК через 25 сут обилие бактерий снижалось на 30% по отношению к контролю, а через 50 сут отмечено увеличение численности, однако полного восстановления до контрольных показателей не произошло.

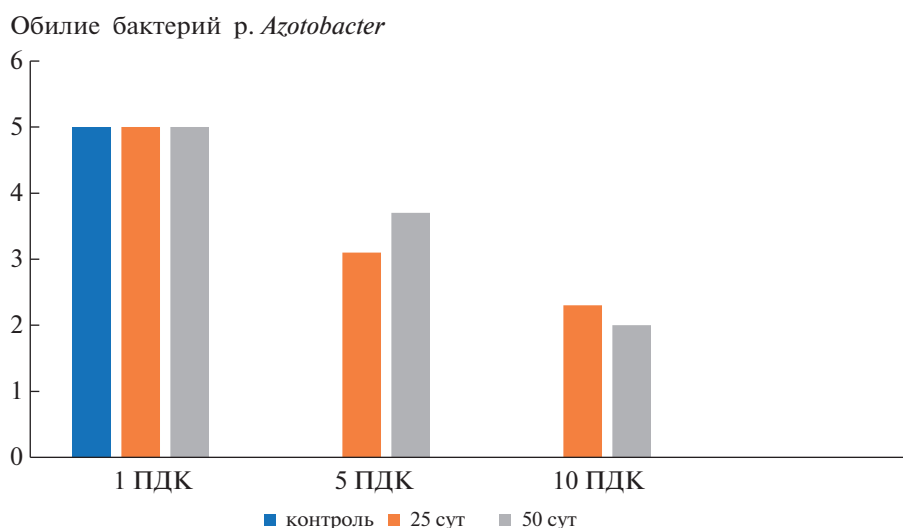


Рис. 2. Динамика изменения обилия бактерий р. *Azotobacter* в серо-бурой почве при загрязнении ТМ, % от контроля.

В результате исследования было установлено, что загрязнение исследованных почв ТМ приводило к ухудшению ее микробиологического состояния. Наблюдали снижение обилия бактерий рода *Azotobacter*. В то же время из исследованных ТМ наиболее значительное негативное воздействие оказывал оксид хрома. Свинец и медь проявили меньшее по силе воздействие. Таким образом, исследованные металлы по ингибирующему действию можно расположить в ряду: $\text{Cr} > \text{Pb} > \text{Cu}$. Снижение численности микроорганизмов в почве при загрязнении тяжелыми металлами, очевидно, было вызвано их токсическим действием и способностью исследованных металлов связываться с сульфгидрильными группами, в результате чего нарушалась проницаемость клеточных мембран и наблюдали ингибирующее действие тяжелых металлов на численность азотфиксирующих микроорганизмов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного исследования показали, что загрязнение серо-бурой почвы оксидами хрома, меди и свинца приводило к изменению ее исследованных биологических показателей и в большей степени — к снижению обилия бактерий рода *Azotobacter*. Степень снижения зависела от природы металла и его концентрации в почве. Например, в исследованной почве с увеличением концентрации тяжелых металлов во все сроки учета наблюдали снижение общей численности микроорганизмов по сравнению с контролем. По оказанию ингибирующего действия на численность азотфиксирующих микроорганизмов тяжелые металлы можно расположить в ряду: $\text{Cr} > \text{Pb} > \text{Cu}$.

Использованный в работе показатель обилия бактерий рода *Azotobacter* можно рекомендовать к широкому применению при проведении мониторинга, биодиагностики, индикации и выявления ПДК загрязнения почв тяжелыми металлами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабаев М.П., Исмаилов Н. М., Наджафова С.И., Кейсерухская Ф.Ш., Оруджева Н. К вопросу о разработке ПДК загрязняющих веществ на основе ассимиляционного потенциала различных типов почв Азербайджана // Почвоведение. 2020. № 11. С. 1393–1400. <https://doi.org/10.31857/S0032180X20110040>
2. Митрохин О.В. Оценка транслокального загрязнения как составная часть социально-гигиенического мониторинга // Здоровье населения и среда обитания. 2001. № 9. С. 11–17.
3. Nadjafova S. I., Babayev A.M., Babayev M.P. Environmental assessment of pollution of heavy metals soil Baku / Mater. Inter. Soil Sci. Congr. on “Soil Science in International Year of Soils 2015” Sochi, Russia, 2015. P. 302–305.
4. Ревич Б.А. Проблемы прогнозирования, “горячие точки” химического загрязнения окружающей среды и здоровье населения России / Под ред. В.М. Захарова. 2007. 367 с.
5. Сидоренко Г.И., Кутепов Е.Н. Проблемы изучения и оценки состояния здоровья населения // Гигиена и санитария. 1994. № 8. С. 33–36.
6. Бабаев М.П., Рамазанова Ф.М., Наджафова С.И. Почвы Азербайджанской Республики. Орошаемые почвы Кура-Араксинской низменности и их производительная способность. М.: Lambert, 2019. 275 с.

Effect of Heavy Metals on the Abundance of Bacteria of the Genus *Azotobacter* in Gray-Brown Soils of the Absheron Peninsula

S. I. Nadjafova

Institute of Microbiology

M. Mushvig str. 103, AZ 1004, Baku, Azerbaijan

E-mail: nadjafovas@yahoo.com

The effect of different concentrations of heavy metals in gray-brown soils of the Absheron Peninsula on the abundance of bacteria of the genus *Azotobacter* has been studied. The indicators of the total number of microorganisms and the abundance of bacteria of the genus *Azotobacter* were taken as informative indicators. It is shown that in the studied soil, with an increase in the concentration of heavy metals (TM) at all accounting periods, a decrease in the total number of microorganisms was observed compared with the control. The study of the abundance of bacteria g. *Azotobacter* of gray-brown soil showed that bacteria of this genus had sufficient resistance to the effects of TM. At concentrations of 1 MPC, no definite effect of heavy metals on bacteria of this genus was detected. However, with the action of TM at concentrations of 5 and 10 MPC, a decrease in the abundance of bacteria was observed in relation to the control. The studied metals according to their inhibitory effect, depending on the nature of pollutants, can be arranged in a row: Cr > Pb > Cu.

Key words: gray-brown soils, heavy metals, exposure, microorganisms, bacteria of the genus *Azotobacter*.