

УДК [631.445.152:504] (470.6)

ББК 40.3

Б-63

Татлок Джемальдин Русланович, аспирант кафедры экологии и защиты окружающей среды экологического факультета ФГБОУ ВПО «Майкопский государственный технологический университет»; тел.: 8(961)818-78-35;
e-mail: jemaldin@mail.ru.

Колесников Сергей Ильич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и природопользования Академии биологии и биотехнологий Южного федерального университета; тел.: 8(918)555-09-04;
e-mail: kolesnikov@sfnedu.ru.

Казеев Камиль Шагидуллоевич, доктор географических наук, профессор, профессор кафедры экологии и природопользования Академии биологии и биотехнологий Южного федерального университета; тел. 8(961)269-15-48;
e-mail: kazeev@sfnedu.ru.

Татлок Руслан Кимович, кандидат биологических наук, преподаватель кафедры землеустройства факультета аграрных технологий ФГБОУ ВПО «Майкопский государственный технологический университет»; тел.: 8(961)818-78-35;
e-mail: jemaldin@mail.ru.

Тлехас Зара Рамазановна, кандидат биологических наук, заведующий кафедрой землеустройства факультета аграрных технологий ФГБОУ ВПО «Майкопский государственный технологический университет»; тел.: 8(961)818-78-35;
e-mail: jemaldin@mail.ru.

Яровая Екатерина Васильевна, студентка кафедры экологии и природопользования Академии биологии и биотехнологий Южного федерального университета; тел.: 8(918)555-09-04; e-mail: kolesnikov@sfnedu.ru.

**БИОДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ГОРНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ
ЗАПАДНОГО КАВКАЗА ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ЦИНКОМ,
КАДМИЕМ, МОЛИБДЕНОМ И СЕЛЕНОМ
(рецензирована)**

Биологическое состояние горно-луговых почв Западного Кавказа ухудшается при загрязнении цинком, кадмием, молибденом и селеном. Степень снижения значений биологических показателей, как правило, находится в прямой зависимости от концентрации в почве загрязняющего вещества. По степени токсичности к биологическим свойствам горно-луговой почвы исследованные элементы образуют следующую последовательность: Zn>Se> = Cd>Mo.

Ключевые слова: горно-луговые почвы, загрязнение, цинк, кадмий, молибден, селен, биологическое состояние почвы.

Tatlok Dzhemaldin Ruslanovich, post graduate student of the Department of Ecology and Environmental Protection of the Ecological Faculty of FSBEI HPE «Maikop State Technological University», tel.: 8 (961) 818-78-35, e-mail: jemaldin@mail.ru.

Kolesnikov Sergei Ilyich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, head of the Department of Ecology and Environmental Sciences of the Academy of Biology and

Biotechnology of Southern Federal University, tel.: 8 (918) 555-09-04, e-mail: kolesnikov@sfedu.ru.

Kazeev Camil Shagidullovich, Doctor of Geographical Sciences, professor, professor of the Department of Ecology and Environmental Sciences of the Academy of Biology and Biotechnologies of Southern Federal University, tel.: 8 (961) 269-15-48, e-mail: kazeev@sfedu.ru.

Tatlok Ruslan Kimovich, Candidate of Biology, lecturer of the Department of Land Management of the Faculty of Agricultural Technologies of FSBEI HPE «Maikop State Technological University», tel.: 8 (961) 818-78-35, e-mail: jemaldin@mail.ru.

Tlekhas Zara Ramazanovna, Candidate of Biology, head of the Department of Land Management of the Faculty of Agricultural Technologies of FSBEI HPE «Maikop State Technological University», tel.: 8 (961) 818-78-35, e-mail: jemaldin@mail.ru.

Yarovaya Yekaterina Vasilievna, student of the Department of Ecology and Environmental Sciences of the Academy of Biology and Biotechnology of Southern Federal University, tel.: 8 (918) 555-09-04, e-mail: kolesnikov@sfedu.ru.

BIODIAGNOSTICS OF THE CONDITION OF MOUNTAIN-MEADOW SOILS OF THE WESTERN CAUCASUS POLLUTED WITH ZINC, CADMIUM, MOLYBDENUM AND SELENIUM

(reviewed)

Biological condition of mountain - meadow soils of the Western Caucasus is deteriorated when polluted with zinc, cadmium, molybdenum and selenium. The degree of reduction of the values of biological indicators, as a rule, is directly dependent on the concentration of the pollutant in the soil. According to the degree of toxicity of the mountain-meadow soils the studied elements form the following sequence: Zn > Se > = Cd > Mo.

Keywords: mountain-meadow soils, pollution, zinc, cadmium, molybdenum, selenium, biological condition of the soil.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы антропогенная нагрузка на почвенный покров Западного Кавказа нарастает. Это связано с активным экономическим, рекреационным и туристическим развитием региона. При этом пределы устойчивости почв региона к различным антропогенным воздействиям исследованы недостаточно.

Особой чувствительностью и ранимостью к внешним воздействиям отличаются высокогорные почвы. Ранее была исследована устойчивость почв Западного Кавказа к загрязнению Cr, Cu, Ni, Pb (Тлехас, Колесников, 2007, 2011; Колесников и др., 2008, 2009, 2010), нефтью, бензином, мазутом и дизтопливом (Татлок, Колесников, 2011, 2012; Колесников и др., 2010, 2011, 2014; Татлок, Тлехас, Колесников, 2012).

Цель настоящей работы – изучить влияние загрязнения цинком, кадмием, молибденом и селеном на биологические свойства горно-луговых почв Западного Кавказа.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта исследования была использована горно-луговая (субальпийская) почва. Место отбора – плато Лаго-Наки, Республика Адыгея. Исследуемая почва характеризуется высоким содержанием органического вещества в

верхнем горизонте – 11,6 %, кислой реакцией среды – рН = 5,3, среднесуглинистым гранулометрическим составом, низкой биологической активностью.

Почва для модельных экспериментов была отобрана из верхнего слоя 0-20 см. Именно в этом слое накапливается основное количество загрязняющих почву веществ (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989).

В качестве загрязнителей были выбраны Zn, Cd, Mo, Se, поскольку загрязнение почв этими элементами на Юге России не редкость (Шеуджен, 2003; Дьяченко, 2004).

Цинк, кадмий и молибден вносили в почву в форме оксидов (ZnO, CdO, Mo₂O₃), селен – в форме селенистой кислоты (H₂SeO₃). Именно в таких формах исследованные элементы чаще поступают в почву (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989).

Изучали действие разных концентраций загрязняющих веществ в почве: 1, 10, 100 ПДК. Использовали значения ПДК, разработанные в Германии (Касьяненко, 1992), поскольку ПДК в почве валовых форм цинка, молибдена и селена в России не разработаны. ПДК в почве Zn составляет 300 мг/кг воздушно-сухой почвы, Cd – 3, Mo – 10, Se – 10.

Почву инкубировали в вегетационных сосудах при комнатной температуре и оптимальной влажности в трехкратной повторности.

Показатели биологической активности почв определяли через 30 суток после загрязнения с использованием общепринятых в биологии и экологии почв методов в модификации К.Ш. Казеева, С.И. Колесникова (2012). Оценивали активность каталазы и дегидрогеназы, целлюлозолитическую активность, обилие бактерий рода *Azotobacter*, длину корней редиса. На основе вышеуказанных показателей рассчитывали интегральный показатель биологического состояния (ИПБС) почвы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате исследования было установлено, что загрязнение горно-луговой почвы Zn, Cd, Mo, Se привело к ухудшению ее состояния (рис. 1). Практически во всех случаях наблюдается достоверное снижение всех исследованных биологических показателей. Уменьшались активность каталазы и дегидрогеназы, целлюлозолитическая активность, обилие бактерий рода *Azotobacter*, длина корней редиса. Степень снижения зависла от природы элемента и его концентрации в почве.

Аналогичные закономерности ухудшения биологического состояния горно-луговых почв были зафиксированы ранее при их загрязнении Cr, Cu, Ni, Pb (Колесников и др., 2008, 2009), нефтью, бензином, мазутом и дизтопливом (Татлок, Колесников, 2011; Колесников и др., 2012, 2013).

Токсическое действие исследованных элементов объясняется их способностью связываться с сульфгидрильными группами белков, в результате чего нарушается проницаемость клеточных мембран и происходит ингибирование ферментов (Торшин и др., 1990).

По отношению горно-луговой почве исследованные элементы образовали следующую последовательность по степени токсичности: Zn>Se> = Cd>Mo. Схожий ряд элементов по степени их токсичности был получен ранее на черноземе обыкновенном (Колесников и др., 2010).

В большинстве случаев для всех исследованных веществ зарегистрирована прямая зависимость между концентрацией в почве загрязняющего вещества и степенью снижения

биологических показателей.

Использованные в работе биологические показатели состояния почвы, (активность каталазы и дегидрогеназы, целлюлозолитическая способность, обилие бактерий рода *Azotobacter*, длина корней редиса), подтвердили свое соответствие необходимым требованиям, предъявляемым к показателям, используемым для мониторинга, диагностики и нормирования химического загрязнения почв. Они отличаются высокой информативностью и чувствительностью, достаточной воспроизводимостью, допустимым варьированием, небольшой ошибкой опыта, простотой, малой трудоемкостью, высокой скоростью и широкой распространенностью методов определения.

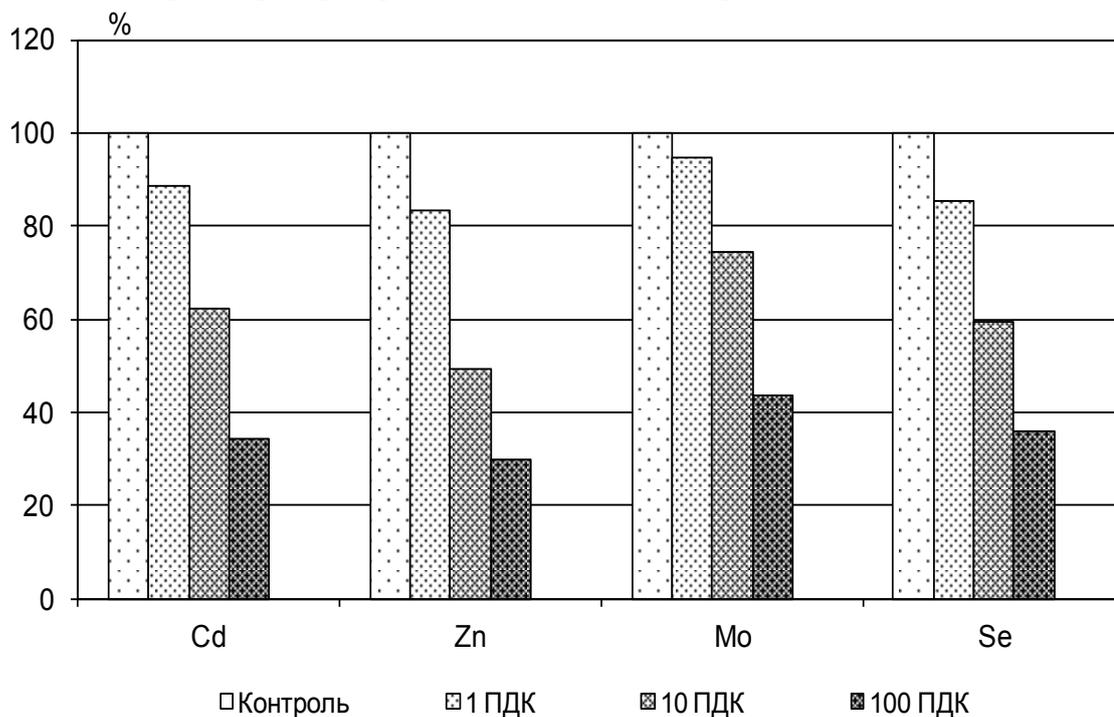


Рис. 1. Влияние загрязнения Zn, Cd, Mo, Se на ИПБС горно-луговой почвы Западного Кавказа, % от контроля

ВЫВОДЫ

1. Загрязнение цинком, кадмием, молибденом и селеном вызывает ухудшение биологических свойств горно-луговых почв Западного Кавказа. Степень снижения значений биологических показателей, как правило, находится в прямой зависимости от концентрации в почве загрязняющего вещества.

2. По степени токсичности к биологическим свойствам горно-луговой почвы исследованные элементы образуют следующую последовательность: Zn>Se> = Cd>Mo.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (6.345.2014/К) и государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-2449.2014.4).

Литература:

1. Биодиагностика экологического состояния почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами / Колесников С.И. [и др.]. Ростов н/Д: Изд-во Ростиздат, 2007. 192 с.
2. Биодиагностика устойчивости бурых лесных почв Западного Кавказа к загрязнению тяжелыми металлами, нефтью и нефтепродуктами / Колесников С.И. [и др.]

// Сибирский экологический журнал. 2014. №3. С. 493-500.

3. Биодиагностика устойчивости предгорных и горных почв Западного Кавказа к загрязнению нефтью и нефтепродуктами / Колесников С.И. [и др.] // Доклады РАСХН. 2013. №1. С. 30-34.

4. Влияние загрязнения тяжелыми металлами и нефтью на биологические свойства чернозема выщелоченного слитого / Колесников С.И. [и др.] // Агрохимия. 2010. №7. С. 62-67.

5. Дьяченко В.В. Геохимия, систематика и оценка состояния ландшафтов Северного Кавказа. Ростов н/Д: Комплекс, 2004. 268 с.

6. Изменение биологических свойств почв Адыгеи при химическом загрязнении / Колесников С.И. [и др.] // Почвоведение. 2009. №12. С. 1499-1505.

7. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.

8. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д: Изд-во Южного федерального университета, 2012. 260 с.

9. Касьяненко А.А. Контроль качества окружающей среды. М.: Изд-во РУДН, 1992. 136 с.

10. Колесников С.И., Татлок Р.К. Устойчивость почв Западного Кавказа к загрязнению нефтью и нефтепродуктами. Майкоп: Магарин О.Г., 2012. 160 с.

11. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на эколого-биологические свойства чернозема обыкновенного // Экология. 2000. №3. С. 193-201.

12. Оценка устойчивости почв Юга России к загрязнению мазутом по биологическим показателям (в условиях модельного эксперимента) / Колесников С.И. [и др.] // Почвоведение. 2010. №8. С. 995-1000.

13. Оценка устойчивости дерново-карбонатных почв Северного Кавказа к химическому загрязнению по биологическим показателям Колесников С.И. [и др.] // Экология и промышленность России. 2010. №12. С. 48-51.

14. Ранжирование химических элементов по степени их экологической опасности для почвы / Колесников С.И. [и др.] // Доклады РАСХН. 2010. №1. С. 27-29.

15. Татлок Р.К., Колесников С.И. Биодиагностика устойчивости бурых лесных почв Северо-Западного Кавказа к загрязнению нефтью и нефтепродуктами // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2011. Вып. 1. С. 31-35.

16. Татлок Р.К., Колесников С.И. Влияние загрязнения нефтью и нефтепродуктами на биологические свойства слитых черноземов // Труды Кубанского ГАУ. 2011. №4(31). С. 119-121.

17. Татлок Р.К., Колесников С.И. Изменение биологических свойств субальпийских почв Адыгеи при загрязнении нефтью, мазутом, бензином и соляной кислотой // Вестник Адыгейского государственного университета. Сер. 4. Естественно-математические и технические науки. 2011. №1(76). С. 114-118.

18. Татлок Р.К., Тлехас З.Р., Колесников С.И. Биодиагностика устойчивости серых лесных почв Адыгеи к загрязнению нефтью, мазутом, бензином и дизельным топливом // Новые технологии. 2012. Вып. 2. С. 94-97.

19. Татлок Р.К., Тлехас З.Р., Колесников С.И. Влияние загрязнения нефтью, мазутом, бензином и дизельным топливом на биологические свойства дерново-карбонатных почв Западного Кавказа // Новые технологии. 2012. Вып. 2. С. 97-101.

20. Тлехас З.Р., Колесников С.И. Влияние химического загрязнения на биологические свойства серых лесных почв Адыгеи // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2011. Вып. 4. С. 75-80.
21. Тлехас З.Р., Колесников С.И. Влияние химического загрязнения на биологические свойства серых лесных почв Адыгеи // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2011. Вып. 4. С. 75-80.
22. Тлехас З.Р., Колесников С.И. Изменение биологических свойств бурых лесных почв Адыгеи при химическом загрязнении // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2007. №5. С. 89-91.
23. Торшин С.П., Удельнова Т.М., Ягодин Б.А. Микроэлементы, экология и здоровье человека // Успехи современной биологии. 1990. Т. 109, вып. 2. С. 279-292.
24. Устойчивость биологических свойств почв Юга России к нефтяному загрязнению / Колесников С.И. и др. // Экология. 2010. №5. С. 357-364.
25. Устойчивость почв Республики Адыгея к химическому загрязнению / Колесников С.И. [и др.]. Ростов н/Д: Эверест, 2008. 156 с.
26. Шеуджен А.Х. Биогеохимия. Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2003. 1028 с.

References:

1. *Biodiagnostics of ecological condition of soils contaminated with petroleum and petroleum products / Kolesnikov S.I. Rostov N: Rostizdat, 2007. 192 p.*
2. *Biodiagnostics of the stability of brown forest soils of the Northwest Caucasus to the heavy metal, oil and oil-product pollution / Kolesnikov S.I. // Siberian Ecological Journal. 2014. № 3. P. 493-500.*
3. *Biodiagnostics of stability of foothill and mountain soils of the Western Caucasus to the oil pollution / Kolesnikov S.I. // Reports of the RAAS. 2013. № 1. pp 30-34.*
4. *Effect of heavy metal and oil pollution on the biological properties of leached chernozem fusion / Kolesnikov S.I. // Agrochemistry. 2010. № 7. p. 62-67.*
5. *Dyachenko V.V. Geochemistry, taxonomy and assessment of landscapes of the North Caucasus. Rostov-on-Don: Complex, 2004. 268 p.*
6. *Changes in biological soil properties of Adyghea at chemical pollution / Kolesnikov S.I. // Soil science. 2009. № 12. P. 1499-1505.*
7. *Kabata-Pendias A., Pendias X. Trace elements in soils and plants. M.: Mir, 1989. 439 p.*
8. *Kazeev K.S., Kolesnikov S.I. Biodiagnostics of soil: methodology and research methods. Rostov-on-Don: SFU Publishing house, 2012. 260 p.*
9. *Kasyanenko A.A. Control of the environment. M.: Publishing House of the People's Friendship University, 1992. 136 p.*
10. *Kolesnikov S.I., Tatlok R.K. Stability of soils of the Western Caucasus to oil pollution. Maikop: Magarin O.G., 2012. 160 p.*
11. *Kolesnikov S.I., Kazeev K.S., Valkov V.F. Effect of heavy metal pollution on the ecological and biological properties of ordinary chernozem // Ecology. 2000. № 3. P. 193-201.*
12. *Evaluation of South Russian soils resistance to fuel pollution according to biological indicators (in a model experiment) / Kolesnikov S.I. // Soil science. 2010. № 8. P. 995-1000.*
13. *Estimation of resistance of carbonate soils of North Caucasus to chemical pollution according to biological indicators // Ecology and Industry of Russia. 2010. № 12. P. 48-51.*

14. Ranking of chemical elements according to their degree of environmental risk to soils / Kolesnikov S.I. // *Reports of the RAAS*. 2010. № 1. P. 27-29.
15. Tatlok R.K., Kolesnikov S.I. *Biodiagnostics of the stability of brown forest soils of Adyghea to oil, fuel oil, gasoline and diesel fuel pollution* // *Bulletin of MSTU*. 2011. № 2. P. 31-35.
16. Tatlok R.K., Kolesnikov S.I. *Influence of oil and oil products pollution on the biological properties of fused chernozem* // *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2011. № 4 (31). P. 119-121.
17. Tatlok R.K., Kolesnikov S.I. *Change of the biological properties of subalpine soils of Adyghea at oil, fuel oil, gasoline and diesel fuel pollution* // *Bulletin of Adygh State University. Series 4. Natural and mathematical and engineering sciences*. 2011. № 1 (76). P. 114-118.
18. Tatlok R.K., Tlekhas Z.R., Kolesnikov S.I. *The impact of oil, fuel oil, gasoline and diesel fuel pollution on the biological properties of calcareous soils of the Western Caucasus* // *New Technologies*. 2012. № 2. P. 97-101.
19. Tlekhas Z.R., Kolesnikov S.I. *The effect of chemical pollution on the biological properties of gray forest soils of Adyghea* // *Bulletin of Adygh Maikop State Technological University*. 2011. № 4. P. 75-80.
20. Tlekhas Z.R., Kolesnikov S.I. *The effect of chemical pollution on the biological properties of gray forest soils of Adyghea* // *Bulletin of Maikop State Technological University*. 2011. № 4. P. 75-80.
21. Tlekhas Z.R., Kolesnikov S.I. *Changing of the biological properties of brown forest soils of Adyghea at chemical pollution* // *Proceedings of Universiries. North-Caucasus. Natural sciences*. 2007. № 5. P. 89-91.
22. Torshin S.P., Udelnova T.M., Yagodyn B.A. *Microelements, ecology and human health* // *The successes of modern biology*. 1990. V. 109. № 2. P. 279-292.
23. *Resistance of the biological properties of soils of Southern Russia to oil pollution* / Kolesnikov S. I. // *Ecology*. 2010. № 5. p. 357-364.
24. *Resistance of the soils of the Republic of Adyghea to chemical pollution* / Kolesnikov S.I. Rostov on/D: Everest, 2008. 156 p.
25. Sheudzhen A. H. *Biogeochemistry*. Maikop: SIRPPP «Adyghea», 2003. 1028 p.