



Краткие сообщения / Brief reports
Оригинальная статья / Original article
УДК 581.5; 631.41
DOI: 10.18470/1992-1098-2017-4-185-191

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛУГО-ПАСТБИЩНЫХ ЭКОСИСТЕМ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ

¹Людмила П. Рыбашлыкова*, ²Сергей В. Конев

¹Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук,
Волгоград, Россия, ludda4ka@mail.ru

²Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия,
Астраханская область, с. Соленое Займище, Россия

Резюме. Цель. Основной целью статьи является изучение эколого-геохимического состояния луго-пастбищной экосистемы Волго-Ахтубинской поймы с учетом меняющихся экологических условий региона.

Методы. Определение валового содержания микроэлементов в почве и растительных образцах выполняли методом атомно-абсорбционной спектроскопии. **Результаты.** Паводки – основной фактор формирования пойменных почв и луговой растительности. Длительность и характер паводков зависят от природных и антропогенных факторов. Изменения в химическом микроэлементном составе луго-пастбищных экосистем Волго-Ахтубинской поймы во многом зависят от сезонных паводков. Проведенный анализ изменения концентрации тяжелых металлов до и после половодья в пойменных почвах и растительности показал: после половодья наблюдаются снижение содержания тяжелых металлов и уменьшение процента (%) суммарного коэффициента загрязнения. Паводковые воды растворяют микроэлементы в почве и способствуют их миграции.

Заключение. Процессы формирования химического состава экосистем определяются свойствами отдельных элементов. Микроэлементы накапливаются в неодинаковых количествах. На состав почв непосредственное влияние оказывают процессы биологического накопления, что приводит к аккумуляции кобальта (Co), хрома (Cr) в поверхностных горизонтах. Растительность поймы преимущественно аккумулирует железо (Fe) и хром (Cr). Концентрация тяжелых металлов в почве и растительности Волго-Ахтубинской поймы имеет следующий убывающий ряд: Fe > Mn > Zn > Ni > Cr > Cu > Pb > Co > Cd.

Ключевые слова: Волго-Ахтубинская пойма, луго-пастбищная экосистема, микроэлементный состав, почва, растительность, тяжелые металлы.

Формат цитирования: Рыбашлыкова Л.П., Конев С.В. Эколого-геохимическое состояние луго-пастбищных экосистем Волго-Ахтубинской поймы // Юг России: экология, развитие. 2017. Т.12, N4. С.185-191. DOI: 10.18470/1992-1098-2017-4-185-191

THE ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL CONDITION OF MEADOW-PASTURE ECOSYSTEMS OF THE VOLGA-AKHTUBA FLOODPLAIN

¹Lyudmila P. Rybashlykova*, ²Sergey V. Konev

¹Federal scientific Center for Agro-ecology, Integrated land reclamation
and protective forestation, Russian Academy of Sciences,
Volgograd, Russia, ludda4ka@mail.ru

²Caspian research Institute of Arid Agriculture,
Astrakhan region, village of Salt Zaymische, Russia

Abstract. Aim. The central aim of this article is the study of ecological-geochemical state of meadow-pasture ecosystems of the Volga-Akhtuba floodplain taking into account the changing ecological conditions of the region. **Methods.** Determination of total content of trace elements in soil and plant samples was performed by atomic absorption spectroscopy. **Results.** Flooding is the main factor in the formation of floodplain soils and meadow vegetation. The duration and nature of floods depend on natural and anthropogenic factors. Changes in chemical trace element content in meadow – pasture ecosystems of the Volga-Akhtuba floodplain are largely dependent on seasonal flooding.



The analysis of changes in heavy metal concentrations before and after flooding in floodplain soils and vegetation showed that after flooding observed decrease of heavy metals content and the percentage reduction (%) of total contamination factor. Flood waters dissolve minerals in the soil and contribute to their migration. **Conclusions.** The processes of formation of chemical composition of ecosystems are determined by the properties of individual elements. Trace elements accumulate in different amounts. The composition of the soil is directly influenced by the processes of biological accumulation, which leads to the accumulation of cobalt (Co), chromium (Cr) in the surface horizons. The vegetation of the floodplain mainly comprises iron (Fe) and chromium (Cr). The concentration of heavy metals in soil and vegetation of the Volga-Akhtuba floodplain has the following descending series: Fe > Mn > Zn > Ni > Cr > Cu > Pb > Co > Cd.

Keywords: Volga-Akhtuba floodplain, meadow pasture ecosystems, microelement composition, soil, vegetation, heavy metals.

For citation: Rybashlykova L.P., Konev S.V. The ecological-geochemical condition of meadow-pasture ecosystems of the Volga-Akhtuba floodplain. *South of Russia: ecology, development*. 2017, vol. 12, no. 4, pp. 185-191. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2017-4-185-191

ВВЕДЕНИЕ

Особенность пойм – это затопление их полыми водами, из которых в речных долинах осаждаются наилки, что приводит к формированию плодородных пойменных почв и луговой растительности. Довольно широко они используются в качестве пастбищ.

Мониторинг состояния агроэкосистем Волго-Ахтубинской поймы за 2015-2017 годы (водно-болотные, лесные и лугопастбищные угодья) показал прямую зависимость их состояния от сезонных, особенно весенних, паводков реки Волга. Самое низкое половодье было в 2015 году, его усугубила летне-осенняя засуха. В результате к началу зимы высохло около 60% малых водоемов поймы. Это негативно отразилось на сохранности биоресурсов, в том числе и состоянии луго-лесных массивов, не только в этом, но и в 2016 году.

Развитие луговодства в современных условиях предполагает максимальную мобилизацию сенокосно-пастбищных угодий, расположенных на пойменных землях, как источник получения дешевых кормов.

Пойменные участки имеют большое ресурсное значение в качестве кормовой базы животноводства и сбора лекарственного сырья [1], поэтому изучение химического состояния пойм, процессов аккумуляции различных веществ позволяет решать экологические проблемы, связанные с антропогенным загрязнением речных бассейнов, и определением их качества [2].

Поймы, по характеру миграции и аккумуляции веществ, относятся к супераккумулятивным ландшафтам, где

основными путями поступления веществ являются сток с водоразделов и периодическое затопление [3].

Зарегулирование стока реки Волга, увеличение зимних водотоков и снижение весенних паводков привело к резкому понижению уровня биоразнообразия всех экосистемных компонентов поймы [4]. В то же время изменение сроков и длительности половодий изменили не только обводненность территории, но и химический состав воды. Так, за последние три года в два раза сократился сток такого особо важного биогенного элемента, как фосфор, что ограничивает развитие органической жизни [5].

Химический состав пойменных участков позволяет оценить характер геохимической и техногенно-химической миграции веществ, прежде всего микроэлементов на затопляемой территории. Мониторинговые исследования эколого-геохимического состояния Волго-Ахтубинской поймы важны для оценки санитарно-гигиенического состояния почв и растительности [1]. Поскольку почва является аккумулятором загрязняющих веществ, то при оценке экологического состояния окружающей среды, большую роль играет изучение почвенного покрова [6].

Особенностью пойменных почв является зависимость от часто меняющихся экологических условий, связанных с неустойчивым характером увлажнения и как следствие изменением состава растительности, рельефа [7].

Целями исследования являются: 1. Эколого-геохимическое состояние луго-



пастбищной экосистемы Волго-Ахтубинской поймы; 2. Особенности происходящих про-

цессов развития естественной луговой растительности и грунта поймы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Отбор проб растительности и почвы был произведен на территории поймы на участке № 1 («село Зубовка»), на участке № 2 («село Соленое Займище») и участке № 3 («село Грачи») Астраханской области. Отбор почвенных образцов для химического анализа проводился на пробных площадках из верхних горизонтов на глубину 10 см по методике, используемой при проведении мониторинга почв [8]. Содержание тяжелых металлов в образцах почвы и растений определялось атомно-абсорбционным методом с использованием атомно-абсорбционного спектрометра модификации Hitachi AAS 180-50 с пламенной атомизацией. Было исследовано содержание микроэлементов (Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Ni, Cr, Pb, Cd), которые объ-

единяются в группу тяжелых металлов. На заключительном этапе исследований проведена оценка химического загрязнения пойменных почв. Суммарный показатель загрязнения был рассчитан по формуле с учетом индексов опасности поллютантов: $Z_c = \sum_{i=1}^n (K_c \cdot K_m) - (n - 1)$, где K_c – коэффициент загрязнения почв ($K_c = C_i / C_{\phi}$, где C_i – фактическая концентрация элемента, C_{ϕ} – фоновое значение элемента); K_m – индекс класса опасности поллютантов, равный 1,5 для элементов первого (Zn, Pb, Cd), 1 – для второго (Co, Ni, Cu, Fe) и 0,5 – для третьего (Mn) класса опасности, n – количество тяжелых металлов [2].

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования и мониторинг состояния экосистем Волго-Ахтубинской поймы проходил поэтапно: 2015 год – развитие луго-лесных угодий; 2016 год – направление восстановительных процессов естественных биоресурсов; 2017 год – влияние паводковых вод на химический состав почвы и растительного покрова Волго-Ахтубинской поймы.

Сравнение химического состава проб показало, что после половодья содержание тяжелых металлов в пойменной почве всех исследованных участков ниже, чем до паводка. В связи с тем, что весной 2015 и 2016 годов большинство участков поймы не затоплялось, то до паводка 2017 года содержание микроэлементов в почве и растительности было выше.

После затопления поймы значительно снижается концентрация железа (2,7-2,9 раз или на 65,2%), марганца (1,3-1,8 раз или на 45,8%), свинца (3,9-5,7 раз или на 32-82% по участкам). Содержание остальных тяжелых металлов кроме кобальта и кадмия уменьшается в 1,0-2,7 раза. Содержание кобальта на двух участках после паводка увеличилось на 4%, кадмия – на 5%. Показатели кобальта (Co) в почве выше уровня ПДК, но, в большинстве, незначительно.

По суммарному показателю загрязнения (Z_c) пойменные почвы ключевых

участков соответствовали допустимой категории загрязнения, (Z_c) не превышал 16.

Результаты анализа микроэлементов в почве представлены в таблице 1, приведенные данные являются усредненными по всем исследуемым участкам.

Растения поглощают из почвы тяжелые металлы, аккумулируя их в тканях или на поверхности листьев, являясь, таким образом, промежуточным звеном в цепи «почва – растение – животное – человек» [9]. Учитывая всю опасность накопления растениями тяжелых металлов, представляется необходимой оценка растительности на присутствие экологически опасных компонентов.

Растительность является важным звеном миграции металлов в экосистеме. Ведущую роль в биогеохимических процессах ландшафта играют доминирующие виды растений. Исследуемые участки Волго-Ахтубинской поймы представлены злаково-разнотравными растительными сообществами.

Как показывают полученные данные, прослеживается превышение железа (Fe) на всех исследуемых участках. ПДК железа (Fe) для растений не установлена, критической является концентрация 750,0 мг/кг сухого вещества. Железо играет ведущую роль среди всех тяжелых металлов, содержащихся в растениях. Способность различной расти-



тельности к поглощению химических элементов железа различна и зависит от почвенно-климатических условий, а также от фазы роста и развития растений. В исследованной нами растительности концентрация железа варьировала от 1098,39 до 1431,98 мг/кг. Также превышено в растительности поймы содержание хрома (Cr) (8,01-9,73 мг/кг) и кобальта (Co) (2,19-4,54 мг/кг). ПДК хрома (Cr) для растений – 1,0-2,0 мг/кг сухо-го вещества, кобальта – 0,5 мг/кг. Хром мо-

жет поступать в растения не только через корневую систему, но и через листья. При превышении концентрации этого элемента в растениях может снижаться их урожайность. Кобальт участвует в ферментных системах клубеньковых бактерий, осуществляющих фиксацию атмосферного азота; стимулирует рост, развитие и продуктивность бобовых и растений ряда других семейств [10].

Таблица 1
Среднее содержание микроэлементов в почве до и после половодья, 2017 год

Table 1

Average content of microelements in the soil before and after the flood, 2017

Ключевые участки Key areas	Элементы, мг/кг/ Elements, mg/kg								
	Zn	Pb	Cd	Ni	Cu	Co	Cr	Fe	Mn
до половодья / before the flood									
1 уч. «с. Zubovka» / Site 1 "village of Zubovka"	73,57	14,52	0,43	31,16	13,65	7,95	20,95	2255,1	180,4
2 уч. «с. Соленое Займище» / Site 2 "village of Salt Zaymische"	83,89	11,76	0,45	40,60	15,13	8,33	30,49	2233,3	296,7
3 уч. «с. Грачи» / Site 3 "village of Grachi"	85,04	13,17	0,36	52,29	21,21	7,02	41,72	2286,0	249,9
после половодья / after the flood									
1 уч. «с. Zubovka»/ Site 1 "village of Zubovka"	26,82	2,54	0,33	28,69	9,31	7,56	13,31	780,7	132,7
2 уч. «с. Соленое Займище» / Site 2 "village of Salt Zaymische"	42,74	7,99	0,65	42,82	14,36	13,2	19,43	807,84	160,63
3 уч. «с. Грачи» / Site 3 "village of Grachi"	37,53	3,43	0,48	38,43	12,29	11,38	17,02	800,87	142,9
ПДК почв / MAC of soils	100	30	3	85	55	5	100		

Результаты анализа металлов в растениях представлены в таблице 2, приведенные данные являются усредненными по всем исследуемым участкам.

Химический состав растений, как известно, отражает элементный состав почв. Поэтому избыточное накопление растениями тяжелых металлов обусловлено, прежде всего, их высокими концентрациями в почвах. В своей жизнедеятельности растения контактируют только с доступными

формами тяжелых металлов, количество которых, в свою очередь, тесно связано с буферностью почв. Способность почв связывать и инактивировать тяжелые металлы имеет свои пределы, и, когда они уже не справляются с поступающим потоком металлов, тогда большое значение приобретает наличие у самих растений физиолого-биохимических механизмов, препятствующих их поступлению.



Таблица 2

Среднее содержание тяжелых металлов в растительности поймы
исследованных участков, 2017 год

Table 2

Average content of heavy metals in the floodplain vegetation
of the investigated sites, 2017

Металлы Metals	1 уч. «с. Зубовка» / Site 1 "village of Zubovka"	2 уч. «с. Сол. Займище» / Site 2 "village of Salt Zaymische"	3 уч. «с. Грачи» / Site 3 "village of Grachi"	ПДК / MAC
Zn	58,59	76,47	57,36	100
Pb	8,27	4,37	5,45	6
Cd	0,42	0,46	0,52	1
Ni	16,26	10,25	10,24	20
Cu	9,57	8,38	8,87	10
Co	4,54	2,74	2,19	0,5
Cr	9,73	8,0	8,49	2
Fe	1431,98	1330,67	1098,39	
Mn	165,66	179,23	151,50	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное трехлетнее исследование показало, что на химический состав пойменных почв и луго-пастбищной растительности исследуемых участков, расположенных в Волго-Ахтубинской пойме Астраханской области, оказывает влияние весенне-летнее половодье, ведущее к уменьшению концентрации поллютантов. Паводковые воды растворяют микроэлементы в почве и способствуют их миграции. Так как в 2017 году наблюдался самый высокий весенне-летний паводок, заполнивший почвы поймы, то исследования выявили наиболее высокую миграцию микроэлементов. После затопления поймы по исследуемым участкам значительно снизилась концентрация железа (в 2,7-2,9 раза или на 65,2%), марганца (в 1,3-1,8 раза или на 45,8%), свинца (в 3,9-5,7 раза или 32-82%). Содержание остальных

тяжелых металлов кроме кобальта и кадмия уменьшилось в 1,0-2,7 раза. Содержание кобальта на двух участках после паводка увеличилось на 4%, кадмия на 5%. Показатели кобальта (Co) в почве выше уровня ПДК, но, в большинстве, незначительно.

Исходя из анализа, концентрация тяжелых металлов в почве и растительности Волго-Ахтубинской поймы имеет следующий убывающий ряд: Fe > Mn > Zn > Ni > Cr > Cu > Pb > Co > Cd.

Таким образом, процессы формирования химического состава экосистем определяются свойствами отдельных элементов. На состав почв непосредственное влияние оказывают процессы биологического накопления, в результате чего аккумулируются кобальт (Co), хром (Cr) в поверхностных почвенных горизонтах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зайцев В.Ф., Рыбашлыкова Л.П., Конев С.В. Оценка состояния Волго-Ахтубинской поймы по содержанию тяжелых металлов в почве и растительности // Материалы международной научно-практической конференции «Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономического обеспечения сельскохозяйственного производства», Астраханская область, с. Солёное Займище, 18-19 мая, 2017. С. 11–13.
2. Выборов С.Г., Павелко А.И., Шукин В.Н., Янковская Э.В. Оценка степени опасности загрязнения почв по комплексному показателю нарушенного

геохимического поля // Материалы международной научной конференции «Современные проблемы загрязнения почв», Москва, 2004. С. 195–197.

3. Токарева А.Ю., Алимова Г.С., Дударева И.А. Земцова Е.С., Кайгородов Р.В. Валовое содержание металлов в почвах поймы и растениях в нижнем течении р. Иртыш // Современные проблемы науки и образования: сетевой журн. 2016. N5. С. 313–320. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25237> (дата обращения: 05.04.2017).



4. Зволинский В.П., Кулик К.Н. Водные ресурсы Волги: история, настоящее и будущее, проблемы управления // Материалы межрегиональной научно-практической конференции «Научно-производственное обеспечение инновационных процессов в орошаемом земледелии Северного Прикаспия», Астраханская область, с. Солёное Займище, 16 января, 2013. С. 6–8.
5. Конев С.В. Эколого-биологические проблемы естественных биоресурсов Волго-Ахтубинской поймы на территории Черноярского района // Материалы международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития аграрного комплекса», Астраханская область, с. Солёное Займище, 11-13 мая, 2016. С. 38–41.
6. Шиманская А.А., Позняк С.С. Тяжелые металлы Cu, Pb, Mn, Ni, Zn в аллювиальных почвах р. При-

пять // Материалы студенческой международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы науки и техники», Воронеж, 18 июня, 2014. С. 69–70.

7. Статюха Г.О., Бойко Т.В., Ищенина А.О. Алгоритм количественного анализа почвы при проведении ОВОС // Вестник Черкасского государственного технологического университета. 2009. №2. С. 107–110.

8. ГОСТ 28168–89. Почвы. Отбор проб. М.: Стандартинформ. 2008. 7 с.

9. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. Новосибирск: Наука, 1991. 151 с.

10. Орлов Д.С. Химия почв. Москва: Московский университет, 1985. 376 с.

REFERENCES

1. Zaitsev V.F., Rybashlykova L.P., Konev S.V. Otsenka sostoyaniya Volgo-Akhtubinskoi poimy po soderzhanuyu tyazhelykh metallov v pochve i rastitel'nosti [Assessment of the state of the Volga-Akhtuba floodplain on the content of heavy metals in soil and vegetation]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Nauchno-prakticheskie puti povysheniya ekologicheskoi ustoichivosti i sotsial'no-ekonomicheskoe obespechenie sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva»*, Astrakhanskaya oblast', s. Solenoe Zaimishche, 18-19 maya, 2017 [Materials of the International Scientific and Practical Conference "Scientific and Practical Ways to Enhance Environmental Sustainability and Socio-Economic Support for Agricultural Production" Astrakhan Region, p. Salted Zaimishche, 18-19 may 2017]. Salted Zaimishche, 2017, pp. 11–13. (In Russian)
2. Vyborov S.G., Pavelko A.I., Shchukin V.N., Yankovskaya E.V. Otsenka stepeni opasnosti zagryazneniya pochv po kompleksnomu pokazatelyu narushennogo geokhimicheskogo polya [Assessment of the degree of danger of soil pollution in complex parameters of geochemical fields is broken]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii «Sovremennye problemy zagryazneniya pochv»*, Moskva, 2004 [Materials of the international scientific conference "Modern problems of soil pollution", Moscow, 2004]. Moscow, 2004. pp. 195–197. (In Russian)
3. Tokareva A.Yu., Alimova G.S., Dudareva I.A. Zemtsova E.S., Kaygorodov R.V. [The total contents of metals in floodplain soils and plants in the lower reaches of the Irtysh River]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2016. no. 5. pp. 313–320. (In Russian) Available at: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25237> (accessed 05.04.2017)
4. Zvolinsky V.P., Kulik K.N. Vodnye resursy Volgi: istoriya, nastoyashchee i budushchee, problemy uprav-

leniya [Water resources of the Volga: history, present and future, management problems]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Nauchno-proizvodstvennoe obespechenie innovatsionnykh protsessov v oroshaemom zemledelii Severnogo Prikaspiya»*, Astrakhanskaya oblast', s. Solenoe Zaimishche, 16 yanvarya, 2013 [Materials of the inter-regional scientific-practical conference "Scientific-production support of innovation processes in irrigated agriculture in the Northern Caspian region", Astrakhan oblast, pp. Salted Zaimishche, 16 January 2013]. Salted Zaimishche, 2013, pp. 6–8. (In Russian)

5. Konev S.V. Ekologo-biologicheskie problemy estestvennykh bioreсурсов Волго-Ахтубинской поймы на территории Черноярского района [Ecological-biological problems of natural biological resources of the Volga-Akhtuba floodplain on the territory of Chernoyarsky district]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Sovremennye tendentsii razvitiya agrarnogo kompleksa»*, Astrakhanskaya oblast', s. Solenoe Zaimishche, 11-13 maya, 2016 [Materials of international scientific-practical conference "Modern trends of development of agricultural complex", Astrakhan oblast, p. Salted Zaimishche, 11-13 May 2016]. Salted Zaimishche, 2016, pp. 38–41. (In Russian)

6. Shimanskaya A.A., Poznyak S.S. Tyazhelye metally Cu, Pb, Mn, Ni, Zn v allyuvial'nykh pochvakh r. Pripyat' [Heavy metals Cu, Pb, Mn, Ni, and Zn in alluvial soils of the river Pripyat]. *Materialy studencheskoi mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Aktual'nye voprosy nauki i tekhniki»*, Voronezh, 18 iyunya, 2014 [Materials of the international student scientific-practical conference "Topical issues of science and technology", Voronezh, 18 June 2014]. Voronezh, 2014, pp. 69–70. (In Russian)

7. Statyukha G.O., Boiko T.V., Ishhinina A.O. Algorithm of quantitative analysis of the soil in EIA. *Vestnik Cherkasskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo*



universiteta [Bulletin of Cherkassy state technological University]. 2009. no. 2. pp. 107–110. (In Russian)

8. GOST 28168-89. Soil. Sample selection. Moscow, Standartinform Publ., 2008. 7 p. (In Russian)

9. Ilyin V.B. *Tyazhelye metally v sisteme pochva-rastenie* [Heavy metals in the soil-plant system]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1991. 151 p.

10. Orlov D.S. *Khimiya pochv* [Chemistry of soils]. Moscow, Moscow University Publ., 1985. 376 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Людмила П. Рыбашлыкова* – к.с.-х.н., ведущий научный сотрудник Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, Россия, 400062, г. Волгоград, пр. Университетский 97; e-mail: ludda4ka@mail.ru

Сергей В. Конеv – заведующий лабораторией лесных и водных экосистем Прикаспийского научно-исследовательского института аридного земледелия, с. Соленое Займище, Россия, e-mail: sergej_konev_68@mail.ru

Критерии авторства

Сергей В. Конеv – собрал материал, проводил анализы; Людмила П. Рыбашлыкова – проанализировала данные результатов анализа, написала рукопись, несет ответственность за плагиат и самоплагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 17.05.2017

Принята в печать 24.06.2017

AUTHORS INFORMATION

Affiliations

Lyudmila P. Rybashlykova* – Candidate of Agricultural science, leading research associate of the Federal Scientific Center for Agro-ecology, Integrated Land Reclamation and Protective forestation of the Russian Academy of Sciences, Russia, 400062, Volgograd, 97 Universitetsky st.; e-mail: ludda4ka@mail.ru

Sergey V. Konev – Lead of the laboratory of forest and aquatic ecosystems of the Caspian scientific research institute of arid agriculture, village of Salt Zaymische, Russia, e-mail: sergej_konev_68@mail.ru

Contribution

Sergey V. Konev collected the materials, conducted tests; Lyudmila P. Rybashlykova conducted an analysis of the findings, wrote the manuscript and is responsible for avoiding the plagiarism and self-plagiarism.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 17.05.2017

Accepted for publication 24.06.2017