ВЛИЯНИЕ АГРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ НА ПОЧВЕННЫЙ ПОГЛОЩАЮЩИЙ КОМПЛЕКС СОЛОНЦОВ БАРАБИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

^{1,2}Елизаров Н.В., ²Попов В.В.

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук
Новосибирск, Россия

Для цитирования: Елизаров Н.В., Попов В.В. Влияние агробиологической мелиорации на почвенный поглощающий комплекс солонцов Барабинской низменности // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 6. С. 13–20. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-2

For citation: Elizarov N.V., Popov V.V. Vliyanie agrobiologicheskoi melioratsii na pochvennyi pogloshchayushchii kompleks solontsov Barabinskoi nizmennosti [Effect of agrobiological reclamation on the soil absorbing solonets complex of Baraba lowland] *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no. 6, pp. 13–20. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-2

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Исследования проведены в северной лесостепи Барабинской низменности на территории Новосибирской области. Проанализированы генетические профили солонца коркового на целине и в пашне. Образцы почв отобраны в 2015–2016 гг. по генетическим горизонтам на глубину 100 см, далее бурением каждые 20 см до грунтовых вод. На экспериментальном участке изучали влияние длительного применения агробиологического метода мелиорации на профили солонцов. Стационарный опыт заложен в 1987 г. Изучение морфологического строения почвенных профилей и физико-химических свойств солонца коркового, подвергнутого длительному действию агробиологической мелиорации, показало, что произошли изменения в профиле почвы. Столбчатая структура солонцового (иллювиального) горизонта разрушена агротехническими обработками и корнями растений. Под действием агробиологической мелиорации изменились физико-химические свойства почвы. Концентрация ионов кальция в почвенном поглощающем комплексе солонца (в иллювиальном горизонте) увеличилась от 27,1 до 64,5%, содержание катионов магния и натрия уменьшилось от 38,2 и 26,4 до 32,4 и 1,1% соответственно. Солонец из многонариевого перешел в разряд остаточного. Действие агробиологической мелиорации проявилось также в изменении общей реакции среды. В целинном варианте величина pH в солонцовом горизонте (45–60 см) составляла 9,1,

EFFECT OF AGROBIOLOGICAL RECLAMATION ON THE SOIL ABSORBING SOLONETS COMPLEX OF BARABA LOWLAND

^{1,2}Elizarov N.V., ²Popov V.V.

¹Siberian Federal Scientific Centre of Agro-Bio Technologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

²Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Novosibirsk, Russia

The studies were conducted in the northern forest-steppe of the Baraba lowland on the territory of Novosibirsk region. The genetic profiles of crusty solonets on virgin soil and arable land were analyzed. Soil samples were selected in 2015–2016 from genetic soil horizons on the depth of 100 cm, then drilling every 20 cm to the groundwater. The effect of long-term application of agrobiological soil reclamation method on solonets profiles was studied on the experimental site. The stationary experiment was laid in 1987. The study of the morphological structure of soil profiles and the physicochemical properties of crusty solonets subjected to long-term agrobiological reclamation showed that certain changes occurred in the soil profile. The columnar structure of the solonets (illuvial) horizon was destroyed by agro-technical treatments and plant roots. In addition, under the action of agrobiological soil reclamation, the physicochemical properties of the soil changed. It was established that the concentration of calcium ions in the soil absorbing complex of the solonets (in the illuvial) horizon increased from 27.1 to 64.5%, and the content of sodium and magnesium cations decreased from 38.2 and 26.4 to 32.4 and 1.1% respectively. Solonets turned into residual type from the multi-sodium one. The effect of agrobiological soil reclamation became evident in the change of the overall medium reaction. On the virgin soil, the pH value in the solonets horizon (45–60 cm) was 9.1, while on the arable land

тогда как в пахотном варианте 6,5. Агrobiологический метод мелиорации не только повысил продуктивность агроландшафтов, но и оказал положительное влияние на физико-химические свойства солонцов Барабинской низменности и их генетический профиль.

Ключевые слова: Барабинская низменность, фитомелиорация, агrobiологический метод, солонцы, почвенный поглощающий комплекс

ВВЕДЕНИЕ

Одна из основных проблем сельскохозяйственного использования земель в Западной Сибири – пестрота почвенного покрова. Барабинская низменность имеет ряд особенностей, которые обусловили развитие неоднородного почвенного покрова территории. Слабая дренированность в совокупности с цикличностью климата приводит к переувлажнению и подтоплению сельскохозяйственных угодий. Сложный гривно-равнинный рельеф и близкое залегание почвенно-грунтовых вод (ближе 6 м) усложняют мелиоративные мероприятия [1]. Кроме того, уровень грунтовых вод подвержен колебаниям от 1,5 до 2–3 м и более в разные по влагообеспеченности годы [2], а также изменяется от весны к осени. Современный почвенный покров представлен набором разнообразных полу- и гидроморфных почв. Автоморфные почвы (в основном черноземы обыкновенные) развиваются только по вершинам и верхним частям склонов грив, в нижних частях склонов формируются лугово-черноземные и черноземно-луговые солонцеватые почвы с большим количеством пятен солонцов [3]. Пятна солонцов, солончаков, солодей препятствуют своевременной сплошной обработке почвы. В частности, солонцы отличаются от зональных почв более поздним сроком наступления физической спелости. В тех случаях, когда пятна солонцов занимают край рабочего участка (поля), их исключают из использования, тем самым уменьшая площадь пашни. Если солонцы занимают значительную часть рабочего участка, иногда их обрабатывают отдельно, позже зональной почвы. Это приводит к увеличению расходов на горюче-смазочные материалы.

it was only 6.5. The agrobiological method of soil reclamation not only increased the productivity of agrolandscapes, but also had a positive impact on the physicochemical properties of the solonetz soils of Baraba lowland and their genetic profile.

Keywords: Baraba lowland, soil reclamation, agrobiological method, solonetz, soil absorbing complex

Для улучшения солонцов Западной Сибири в условиях недостаточного увлажнения предложено использовать глубокое безотвальное рыхление. При таком способе обработки на поверхности почвы сохраняется плодородный гумусовый горизонт, плотный солонцовый горизонт разрыхляется без выворачивания его на поверхность. Создаются благоприятные условия для развития растений, так как улучшаются водный и воздушный почвенные режимы [4–7]. В процессах почвообразования огромная роль отводится растительности. В частности, процесс биологической аккумуляции, подавляющий процесс осолодения и приводящий к образованию черноземной почвы на бескарбонатных солонцах в лесостепи Западной Сибири, Н.В. Орловский назвал «биологической трансформацией» [8], В.А. Ковда указывал на возможность «остепнения» солонцов в солонцеватые почвы [9]. В естественных условиях эти процессы идут столетиями, тогда как в производственных условиях при посеве засухо-, соле-, солонцестойчивых одно- и многолетних кормовых трав могут протекать за несколько десятилетий [10].

В качестве альтернативы химической мелиорации для комплексов солонцовых почв разработан агrobiологический метод мелиорации солонцов, который основан на использовании технологий послойной обработки и выращивании сельскохозяйственных культур – фитомелиорантов. Этот метод позволил повысить продуктивность естественных кормовых угодий в 3–5 раз [11–13].

Цель исследования – изучить влияние агrobiологического метода мелиорации солонцов на генетические профили солонца коркового Барабинской низменности.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в северной лесостепи Барабинской низменности в 2015–2016 гг. (Чановский район Новосибирской области). Экспериментальные площадки расположены на поле стационара Сибирского научно-исследовательского института кормов СФНЦА РАН. Опыт заложен под руководством М.Д. Константинова в 1987 г. (55.388739° с.ш. и 76.927461° в.д.) (см. рис. 1).

Площадь делянок 200 м², повторность четырехкратная, размещение рендомизированное. Почвенный покров делянок представлен многонариевыми солонцами.

Нами проанализированы следующие варианты профилей почв: бессменный пар, солонец корковый на целине, фоновая лугово-черноземная солонцеватая почва и солонец под севооборотом. Схема севооборота: 1 – просо + донник; 2 – донник 2-го года жизни; 3 – овес; 4 – донник + многолетние травы; 5 – донник 2-го года жизни + многолетние травы; 6 – многолетние травы 3-го года жизни.

На стационаре используется технология послыйной обработки – ранневесенняя тяжелыми дисковыми лушпильниками БДТ-3,0 в 3–4 следа на глубину 8–10 см с безотвальным рыхлением на глубину 30–35 см ПН-4-35 с рыхляще-подрезающими лапами конструкции СИБИМЭ.

В течение лета почву обрабатывают по типу раннего пара, после однолетних культур и донника в севообороте – безотвально плугом ПН-4-35 со стойками СИБИМЭ на глубину 25 см.

Образцы почв отбирали в осенний период по генетическим горизонтам до 100 см. Со дна разреза до уровня грунтовых вод отбор образцов осуществляли при помощи ручного бурения через каждые 20 см. Лабораторные исследования состава обменных катионов выполнены по Молодцову, величина рН водной вытяжки – потенциметрически [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Барабинская равнина представляет собой область внутриконтинентального соленакопления. Соли, накопившиеся на данной территории, перераспределяются в соответствии с современным рельефом. Экспериментальный участок находится в трансэлювиальной аккумулятивной позиции супераквального геохимически подчиненного ландшафта в условиях близкого залегания грунтовых вод (минерализация 2,5–3,0 г/л) и их непосредственного влияния на почвообразование (см. рис. 2).

Поступление солей в профиль почв из минерализованных грунтовых вод привело к вытеснению из почвенного-поглощаю-

Рис. 1. Экспериментальный участок (снимок со спутника)

Fig. 1. Experimental site (satellite shot)

Рис. 2. Положение опытного участка в рельефе
Fig. 2. Position of the experimental site in the relief

щего комплекса (ППК) катионов кальция и замещения их ионами натрия. Установлено, что при накоплении обменного натрия в количестве 2,5–3,0 мг-экв./100 г почвы в корнеобитаемом слое происходит образование первичного уплотнения [15]. Последующее развитие солонцового процесса почвообразования происходит под действием комплекса условий окружающей среды, особенно биохимических восстановительных процессов, развивающихся в переменном влажно-засушливых условиях. Это характерно для гидроморфных солонцов Барабинской низменности, развивающихся в условиях циклического колебания уровня минерализованных грунтовых вод. Ниже приводим описание морфологического профиля целинного солонца под луговыми злаково-разнотравными ассоциациями в сравнении с солонцом в пашне.

Разрез 2. Солонец корковый (целинный вариант); 55.39315° с.ш., 76.93253° в.д. Вскипание от НС1 с 28 см. Уровень грунтовых вод 260 см.

А_д 0–4. Темно-серый, свежий, структура порошистая, тяжелосуглинистый, густо пронизан корнями растений, переход ясный (резкий) по плотности.

В 4–23. Темно-серый с глянцем на гранях структурных отдельностей, свежий, структура призматическая, тяжелосуглинистый, много корней, переход к следующему горизонту ясный по цвету.

ВС 23–45. Светло-бурый с затеками гумуса, слоисто-ореховато-глыбистый, влажный, плотный, тяжелосуглинистый, переход

к следующему горизонту ясный по цвету.

С_{са} 45–65. Светло-бурый, непрочный-комковатый, влажный, плотный, тяжелосуглинистый.

Разрез 1. Солонец агроизмененный (пашня), 55.38927° с.ш., 76.92789° в.д. Вскипание от НС1 с 66 см. Уровень грунтовых вод 240 см.

А_{пах} 0–4. Темно-серый, сухой, структура комковато-пылеватая, тяжелосуглинистый, пронизан корнями растений, переход ясный (резкий) по плотности.

А_{пах} 4–13. Темно-серый, свежий, структура комковато-зернистая, тяжелосуглинистый, много корней, переход к следующему горизонту ясный по цвету.

В 13–34. Темно-бурый, внутри черного цвета, сухой, плотный, тяжелосуглинистый, переход к следующему горизонту неровный по цвету. Столбы разрушены (см. рис. 3).

ВС 34–64. Темно-бурый, свежий, плотный, тяжелосуглинистый, переход к следующему горизонту неровный по цвету.

С 64–100. Бурый, признаки оглеения, свежий, с 80 см влажный, плотный.

В результате применения мелиоративных приемов изменился генетический профиль солонца. Столбчатая структура солонцового горизонта разрушена агротехническими обработками, а также действием корней культур-фитомелиорантов (донника).

Кроме того, наблюдались резкие различия концентрации обменных катионов в почвенно-поглощающем комплексе. Под действием фитомелиоративных севооборотов в сочета-

Рис. 3. Солонец корковый: *а* – целина; *б* – пашня

Fig. 3. Crusty solonets: *a* – virgin land; *b* – arable land

нии с агротехнической мелиорацией увеличилось содержание кальция в слое 0–20 см почти в 1,5 раза (в среднем от 10,7 до 14,7 мг-экв./100 г почвы), концентрация ионов натрия уменьшилась от 7,05 до 0,23 мг-экв./100 г почвы, т.е. почти весь натрий вытеснился из ППК. Концентрация катионов магния также снизилась почти в 2 раза (от 13,00 до 7,56 мг-экв./100 г почвы).

Действие агробиологической мелиорации проявилось также в изменении общей реакции среды. В целинном варианте величина pH изменялась от 6,5 в верхнем слое (0–4 см) до 9,1 в солонцовом горизонте (45–60 см). Под действием агробиологической мелиорации величина pH снизилась в слое 0–4 см (6,2) и в иллювиальном горизонте (6,5) (см. таблицу).

Содержание катионов в почвенном поглощающем комплексе солонца коркового
Content of cations in the soil absorbing complex of crusty solonets

Глубина, см	pH	Концентрация ионов, мг-экв./100 г почвы				Сумма	Концентрация ионов, %			
		Ca	Mg	Na	K		Ca	Mg	Na	K
Разрез 1 (свооборот)										
0–4	6,2	14,40	7,38	0,19	0,59	22,56	63,83	32,71	0,84	2,62
4–13	6,0	15,00	7,54	0,26	0,46	23,26	64,49	32,42	1,12	1,98
13–34	5,9	15,00	6,89	0,37	0,44	22,70	66,08	30,35	1,63	1,94
34–64	6,5	15,40	8,86	0,68	0,32	25,26	60,97	35,08	2,69	1,27
64–80	7,5	15,40	7,71	0,57	0,24	23,92	64,38	32,23	2,38	1,00
80–100	7,5	10,80	6,56	0,82	0,23	18,41	58,66	35,63	4,45	1,25
100–120	8,0	10,00	7,22	1,31	0,26	18,79	53,22	38,42	6,97	1,38
120–140	8,1	10,40	7,87	2,02	0,27	20,56	50,58	38,28	9,82	1,31
Разрез 2 (целина)										
0–4	6,5	11,40	11,81	4,35	4,59	32,15	35,46	36,73	13,53	14,28
4–23	7,3	10,00	14,10	9,74	3,06	36,90	27,10	38,21	26,40	8,29
25–45	8,8	4,60	14,43	15,66	0,44	35,13	13,09	41,08	44,57	1,25
45–60	9,1	4,00	12,46	15,66	0,49	32,61	12,26	38,22	48,02	1,50
60–80	9,0	3,60	11,81	16,70	0,48	32,59	11,05	36,23	51,25	1,47
80–100	8,9	4,00	12,14	15,66	0,47	32,27	12,40	37,61	48,53	1,46
100–120	8,9	4,00	12,79	14,79	0,44	32,02	12,49	39,95	46,19	1,37
120–140	8,8	4,40	12,79	13,05	0,45	30,69	14,34	41,68	42,52	1,47

Солонец из многонатриевого (в иллювиальном горизонте находилось 26,4% натрия) перешел в разряд остаточного (1,1% натрия) и приблизился по своим физико-химическим и морфологическим свойствам к зональной лугово-черноземной солонцеватой почве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опытный участок находится в области естественного соленакопления, основным источником солей служат минерализованные грунтовые воды. По истечении почти 30-летнего периода профиль солонца изменился, утрачена столбчатая структура солонцового (иллювиального) горизонта. Изучение физико-химических свойств показало, что под действием агrobiологической мелиорации произошло снижение концентрации обменных ионов натрия в почвенно-поглощающем комплексе почвы, снизилась щелочность почвы. Содержание ионов натрия в ППК уменьшилось до остаточных значений.

Агrobiологический метод мелиорации не только повысил продуктивность агроландшафтов, но и оказал положительное влияние на физико-химические свойства солонцов Барабинской низменности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семендяева Н.В., Ломова Т.Г., Утенков Г.Л. Научное обеспечение сельскохозяйственно-го освоения солонцовых почв юга Западной Сибири за период с 1969 по 2014 г. // Вестник НГАУ. 2015. Т. 34. № 1. С. 7–22.
2. Семендяева Н.В., Добротворская Н.И. Теоретические и практические аспекты химической мелиорации солонцов Западной Сибири: монография. Новосибирск: НГАУ, 2005. 156 с.
3. Семендяева Н.В., Галеева Л.П., Мармулев А.Н. Почвы Новосибирской области и их сельскохозяйственное использование. Новосибирск: НГАУ, 2010. 187 с.
4. Максимов В.П. Разработка требований и выбор типа орудия для мелиорации солонцов по агrobiологическому методу // Агропромышленные машины и оборудование НГМА. Новочеркасск, 2010. С. 11–16.

5. Баранов А.И. Особенности водного режима солонцовых почв при их мелиоративных обработках // Земледелие. 2008. № 5. С. 29–30.
6. Калиниченко В.П., Шаршак В.К., Безуглова О.С., Ладан Е.П., Генов Е.Д., Илларионов В.В., Зинченко В.Е., Морковской Н.А., Черненко В.В., Ильина Л.П. Изменение почв солонцового комплекса за 30-летний период после отвальной, трехъярусной и нового приема роторно-фрезерной обработки // Почвоведение. 2011. № 8. С. 1010–1022.
7. Баранов А. Динамика основных процессов в солонцовых почвах юга России в зависимости от методов их мелиорации // Международный сельскохозяйственный журнал. 2008. № 3. С. 50–51.
8. Орловский Н.В. Основные моменты в использовании и улучшении солонцов и солонцовых почв Западной Сибири // Химизация социалистического земледелия. 1937. № 6. С. 38–58.
9. Ковда В.А. Биологические циклы движения и накопления солей // Почвоведение. 1944. № 4-5. С. 144–158.
10. Денисов Е.П. Многолетние травы как предшественники и фитомелиоранты зерновых культур // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова. 2013. № 11. С. 23–27.
11. Константинов М.Д. Агrobiологический метод мелиорации солонцов Южного Урала и Западной Сибири: монография. Новосибирск: СО РАСХН, 2000. 360 с.
12. Баранов А.И. Оценка эффективности различных методов мелиорации солонцов в зоне сухих степей // Плодородие. 2009. Т. 47. № 2. С. 41–42.
13. Денисов Е.П. Фитомелиорация и резервы укрепления кормовой базы в Поволжье // Аграрный научный журнал. 2016. № 3. С. 19–22.
14. Практикум по агрохимии: монография / под ред. В.Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2001. 687 с.
15. Семендяева Н.В. Свойства солонцов Западной Сибири и теоретические основы химической мелиорации: монография. Новосибирск: НГАУ, 2002. 160 с.

REFERENCES

1. Semendyaeva N.V., Lomova T.G., Utenkov G.L. Nauchnoe obespechenie sel'skokho-

- zyaistvennogo osvoeniya solontsovykh pochv yuga Zapadnoi Sibiri za period s 1969 po 2014 g. [Scientific provision of agricultural soil development in the south of Western Siberia in the period from 1969 to 2014]. *Vestnik NGAU* [Bulletin of NSAU], 2015, vol. 34, no. 1, pp. 7–22. (In Russian).
2. Semendyaeva N.V., Dobrotvorskaya N.I. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty khimicheskoi melioratsii solontsov Zapadnoi Sibiri [Theoretical and practical aspects of chemical reclamation of solonets soil in Western Siberia]. Novosibirsk: NGAU Publ., 2005, 156 p. (In Russian).
 3. Semendyaeva N.V., Galeeva L.P., Marmulev A.N. Pochvy Novosibirskoi oblasti i ikh sel'skokhozyaistvennoe ispol'zovanie [Soils of Novosibirsk region and their agricultural application]. Novosibirsk: NGAU Publ., 2010, 187 p. (In Russian).
 4. Maksimov V.P. Razrabotka trebovaniy i vybor tipa orudiya dlya melioratsii solontsov po agrobiologicheskomu metodu [Development of guidelines and choice of the tools for solonets soil reclamation by agrobiological method]. Agropromyshlennyye mashiny i oborudovanie NGMA [Agroindustrial machinery and equipment of NGMA], Novocherkassk, 2010, pp. 11–16. (In Russian).
 5. Baranov A.I. Osobennosti vodnogo rezhima solontsovykh pochv pri ikh meliorativnykh obrabotkakh [Features of the water regime of solonets soils during their reclamation treatment]. *Zemledelie* [Zemledelie], 2008, no. 5, pp. 29–30. (In Russian).
 6. Kalinichenko V.P., Sharshak V.K., Bezuglova O.S., Ladan E.P., Genev E.D., Illarionov V.V., Zinchenko V.E., Morkovskoi N.A., Chernenko V.V., Il'ina L.P. Izmenenie pochv solontsovogo kompleksa za 30-letnii period posle otval'noi, trekh'yarusnoi i novogo priema rotno-frezernoi obrabotki [The change in the soils of solonets complex during 30-year period of bladed, three-level treatment and a new method of rotor-mill treatment]. *Pochvovedenie* [Eurasian Soil Science], 2011, no. 8, pp. 1010–1022. (In Russian).
 7. Baranov A. Dinamika osnovnykh protsessov v solontsovykh pochvakh yuga Rossii v zavisimosti ot metodov ikh melioratsii [Dynamics of the main processes in solonets soils in the south of Russia depending on the methods of their reclamation]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International Agricultural Journal], 2008, no. 3, pp. 50–51. (In Russian).
 8. Orlovskii N.V. Osnovnyye momenty v ispol'zovanii i uluchshenii solontsov i solontsovykh pochv Zapadnoi Sibiri [The main points in the use and improvement of solonets soils in Western Siberia]. *Khimizatsiya sotsialisticheskogo zemledeliya* [Chemicalization of socialistic arable agriculture], 1937, no. 6, pp. 38–58. (In Russian).
 9. Kovda V.A. Biologicheskie tsikly dvizheniya i nakopleniya soli [Biological cycles of salt movement and accumulation]. *Pochvovedenie* [Eurasian Soil Science], 1944, no. 4–5, pp. 144–158. (In Russian).
 10. Denisov E.P. Mnogoletnie travy kak predshestvenniki i fitomelioranty zernovykh kul'tur [Perennial grasses as predecessors and phytoameliorants of grain crops]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. N.I. Vavilova* [The Bulletin of Saratov State Agrarian University in honour of N.I. Vavilov], 2013, no. 11, pp. 23–27. (In Russian).
 11. Konstantinov M.D. Agrobiologicheskii metod melioratsii solontsov Yuzhnogo Urala i Zapadnoi Sibiri [Agrobiological method of solonets soil reclamation in South Urals and Western Siberia]. Novosibirsk: SO RASKhN Publ., 2000, 360 p. (In Russian).
 12. Baranov A.I. Otsenka effektivnosti razlichnykh metodov melioratsii solontsov v zone sukhikh stepei [Efficiency assessment of different methods of solonets soil reclamation in the zone of dry steppes]. *Plodorodie* [Plodorodie], 2009, vol. 47, no. 2, pp. 41–42. (In Russian).
 13. Denisov E.P. Fitomelioratsiya i rezervy ukrepleniya kormovoi bazy v Povolzh'e [Phyto-reclamation and reserves for fodder base reinforcement in Volga region]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agrarian Scientific Journal], 2016, no. 3, pp. 19–22. (In Russian).
 14. Praktikum po agrokhemii, pod red. V.G. Mineeva [Practical work on agrochemistry under the editorship of V.G. Mineev]. – M.: Izd-vo MGU Publ., 2001. 687 p. (In Russian).
 15. Semendyaeva N.V. Svoistva solontsov Zapadnoi Sibiri i teoreticheskie osnovy khimicheskoi melioratsii [Properties of solonets soils of Western Siberia and theoretical bases of chemical reclamation]. Novosibirsk: Izd-vo NGAU Publ., 2002. 160 p. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Елизаров Н.В.**, кандидат биологических наук; Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий СО РАН; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, СФНЦА РАН, а/я 463; e-mail: elizarov_89@mail.ru

Попов В.В., инженер; Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Россия, 630090, Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 8/2.

AUTHOR INFORMATION

✉ **Elizarov N.V.**, Candidate of Science in Biology, Senior Researcher; Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: elizarov_89@mail.ru

Popov V.V. engineer; Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; **address:** 8/2, Academician M.A. Lavrentiev avenue, Novosibirsk, 630090, Russia

Дата поступления статьи 02.09.2018
Received by the editors 02.09.2018