

28. Makunina N.I. Umerenno-kholodnaya lesostep Altaya // Turczaninowia. – 2012. – 15 (1). – S. 108-124.
29. Makunina N.I. Rastitelnost lesostepi Zapadno-Sibirskoy ravniny i Altae-Sayanskoy gornoy oblasti: klassifikatsiya, struktura i botaniko-geograficheskie zakonomernosti: diss. ... dokt. biol. nauk. – Novosibirsk, 2014. – 267 s.
30. Kuminova A. V. Rastitelnyy pokrov Altaya. – Novosibirsk, 1960. – 456 s.
31. Korolyuk A.Yu. Nastoyashchie stepi na morenykh otlozheniyakh v doline Dzhazatora (Gornyy Altay) // Vestnik NGU. Seriya: Biologiya, klinicheskaya meditsina. – Novosibirsk, 2009. – T. 7, vyp. 4. – S. 29-34.
32. Samoylova G.S. Tipy landshaftov gor Yuzhnoy Sibiri. – M.: Izd-vo MGU, 1973. – 55 s.
33. Gerasimova M.I., Lebedeva I.I., Khitrov N.B. Indeksatsiya pochvennykh gorizontov: sostoyanie voprosa, problemy i predlozheniya // Pochvovedenie. – 2013. – No. 5. – S. 627-638.
34. Kandalova G.T., Lysanova G.I. Vostanovlenie stepnykh pastbishch Khakasii // Geografiya i prirodnye resursy. – 2010. – No. 4. – S. 79-85.
35. Degradatsiya i okhrana pochv. – M.: Izd-vo MGU, 2002. – 654 s.
36. Musina L.B. Osobennosti vliyaniya vypasa raznykh vidov skota na rastitelnost i pochvy stepnykh ekosistem bashkirskogo Zauralya: (na primere Abzelilovskogo rayona): avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – 2003. – 20 s.
37. Meliorativnye sistemy i gidrotekhnicheskie sooruzheniya. Ministerstvo selskogo khozyaystva RF. Departament melioratsii [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://mcx-dm.ru/gts/>, 2017.
38. Khudyakova V.M. Granulometricheskyy sostav, fiziko-khimicheskie i agrokhimicheskie svoystva temno-kashtanovykh pochv raznogo khozyaystvennogo ispolzovaniya v usloviyakh Zapadnogo Kazakhstana: dis. ... kand. s.-kh. nauk. – 2015. – 364 s.



УДК 631.445+504.05

Е.А. Жарикова
Ye.A. Zharikova

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛУГОВЫХ ГЛЕЕВЫХ ПОЧВ ПРИМОРЬЯ

AGRO-ECOLOGICAL CONDITION OF THE MEADOW GLEY SOILS OF THE PRIMORYE REGION

Ключевые слова: физико-химические свойства, содержание элементов питания, гранулометрический состав, тяжелые металлы, залежь.

Приводятся результаты исследования современного агроэкологического состояния луговых глеевых почв, широко распространенных на Приханкайской равнине и Шкотовском плато. Данные почвы используются в земледелии, в том числе и под культуру риса. Значительные участки переведены в залежь. Почвы формируются под вейниково-разнотравными и разнотравно-осоковыми лугами на тяжелых озерно-аллювиальных отложениях на плоских позднечетвертичных аллювиальных террасах в условиях устойчивого или длительного поверхностно-грунтового переувлажнения. Особенностью агрогенных луговых глеевых почв является двучленность профиля, верхний горизонт всегда имеет более легкий гранулометрический состав, нижние горизонты являются тяжелыми,

содержание фракции <0,01 мм в них может превышать 70%. Реакция среды слабокислая и нейтральная, содержание гумуса ниже среднего, содержание валового фосфора – высокое, а подвижного – очень низкое, содержание валового калия среднее, а обменного – повышенное и высокое в пахотных почвах. Залежные участки характеризуются среднекислой средой, средним содержанием гумуса, более низкими значениями степени насыщенности основаниями. Содержание тяжелых металлов в поверхностном слое почв невелико, превышения ПДК не наблюдается. Наибольшее содержание Cd и наименьшее содержание Mn выявлено в почвах под рисом и соей, на залежных участках содержание Ni и Cu минимально. Сравнение с ранее опубликованными данными показало, что в пахотном слое почв произошло снижение кислотности и увеличение содержания обменных катионов, вероятно, в результате интенсивного известкования, при этом уменьшилось содержание гумуса и подвижного фосфора.

Геохимической особенностью почв исследованного района является слабая обеспеченность медью и цинком при повышенном содержании кадмия.

Keywords: *soil physical and chemical properties, phosphorus and potassium content, particle-size composition, heavy metals, idle land.*

The research findings on the current agro-ecological state of meadow gley soils are discussed. These soils are distributed on the Prikhankayskaya plain and Shkotov plateau and widely used in agriculture that includes rice cultivation. Large areas have been transferred into idle lands. The soils are formed under reed grass-and-motley grass and motley grass-and-sedge meadows on heavy lake and alluvial sediments on flat late quaternary alluvial terraces under the conditions of sustained or long-term surface-soil overmoistening. The peculiarity of agrogenic meadow gley soils is the duality of the profile, the upper horizon always has a lighter particle-size composition, the lower horizons are

heavy, the content of the fraction <0.01 mm in there may exceed 70%. The reaction is slightly acidic and neutral, the humus content is lower than an average, the content of total phosphorus is high and that of the content of mobile phosphorus is very low, the content of total potassium is moderate and the content of exchange potassium is high in arable soil. Idle land areas are characterized by a medium-acidic reaction, average humus content, and lower values of the degree of base saturation. The content of heavy metals in the surface layer of the soil is small, excess of maximum allowable concentration is not observed. The highest content of Cd and the lowest content of Mn were found in the soils under rice and soybean; the content of Ni and Cu was minimal in idle lands. The comparison with previously published data showed that in the arable layer of the soil there was a decrease in acidity and an increase in the content of exchangeable cations probably as a result of intensive liming, while the content of humus and mobile phosphorus decreased. The geochemical feature of the soils of the studied area is low availability of Cu and Zn with increased Cd content.

Жарикова Елена Анатольевна, к.б.н., доцент, с.н.с., Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, г. Владивосток. E-mail: ejarikova@mail.ru.

Zharikova Yelena Anatolyevna, Cand. Bio. Sci., Senior Staff Scientist, Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of Rus. Acad. of Sci., Vladivostok. E-mail: ejarikova@mail.ru.

Введение

Луговые глеевые почвы составляют значительную часть пахотного фонда Приморья (более 60 тыс. га), используются как в богарном земледелии, так и в орошаемом (под культуру риса), частично выведены из сельскохозяйственного оборота и переведены в залежь. Расположены они преимущественно в Приханкайско-Уссурийской и Южно-Приморской сельскохозяйственных областях, обладающих наилучшими агроэкологическим таксонами и наиболее перспективными для эффективного развития сельского хозяйства [1-3].

Почвы формируются под вейниково-разнотравными и разнотравно-осоковыми лугами на тяжелых озерно-аллювиальных отложениях (мощной толще бескарбонатных «бурых глин») на плоских позднечетвертичных аллювиальных террасах в условиях устойчивого или длительного поверхностно-грунтового переувлажнения [4, 5]. Исследуемые луговые глеевые почвы описаны в справочнике [6], в Едином государственном реестре почвенных ресурсов России указаны как луговые [7], но в классификации почв России [8, 9] своего отражения не нашли.

По данным 1970-80-х годов в агрогенных луговых глеевых почвах наблюдается сильноокислая реакция среды в пахотном слое (рН_{сол} 4,4-4,5) и среднеокислая и слабоокислая – в остальной части профиля (рН_{сол} 4,7-5,5). Содержание гумуса в верхнем слое преимущественно среднее (3,6-8,3%), содержание обменных катионов в профиле почв варьирует от среднего до высокого и увеличивается с глубиной. Содержание подвижного фосфора варьирует в широких пределах (2-58 мг/100 г почвы), в среднем составляет 20 мг, количество подвижного калия – повышенное и высокое ([4, 10, 11].

К сожалению, обследование почв на территории края в настоящее время проводится нерегулярно и в незначительных объемах, поэтому цель работы – оценить современное агроэкологическое состояние луговых глеевых почв Приморья для мониторинговых исследований.

Объекты и методы исследования

Образцы почв отбирались в разрезах, заложенных на полях под злаковой смесью (овес и ячмень) (разрез 17), соей (разрез 21), и рисом (разрез 22) на Приханкайской низменности и за-

лежащих участках (разрезы 35 и 18) на Шкотовском плато. Определение физико-химических и агрохимических свойств почв выполнено общепринятыми в почвоведении методами [12]. Валовое содержание тяжелых металлов проводилось атомно-абсорбционным методом в соответствии с М-МВИ-80-2008.

Результаты и их обсуждение

Пахотный слой луговых глеевых почв имеет мощность в пределах 26-31 см, мощность постагрогенного слоя колеблется от 22 до 35 см. Он буровато-серой окраски, рыхлый, гранулометрический состав варьирует от легких до тяжелых суглинков, структура комковатая или комковато-зернистая. Глеевый горизонт G (EIG) обычно неоднородной окраски: сизовато-светло-бурый с палевыми, ржавыми и белесыми пятнами, плотный, мощностью от 15 до 25 см, тяжелосуглинистый или легкоглинистый, комковатые отдельно-

сти распадаются на пластинки. Нижележащему слою BG (CG) присуща неравномерная окраска: на темно-буром фоне выделяются сизые и охристые пятна, по граням педов наблюдается белесая присыпка, тяжелосуглинистый (или легкоглинистый), глыбисто-икрянистой или комковато-глыбистой структуры, очень плотный и липкий. По всему профилю встречаются многочисленные новообразования (Fe-Mn конкреции и белесые выцветы).

Основным показателем, влияющим как на водно-физические свойства, так и на плодородие почв, является их гранулометрический состав [13, 14]. Характерной особенностью агрогенных луговых глеевых почв является двучленность профиля: прослеживается отчетливое разделение на более легкий верхний и тяжелые нижние горизонты. Содержание физической глины увеличивается с глубиной и в нижней части профиля может превышать 70% (табл. 1).

Таблица 1

Химические свойства агрогенных луговых глеевых почв

Разрез	Горизонт	Глубина, см	рН		Г _{умус} , %	ГК	Ca ²⁺	Mg ²⁺	V, %	Фракция, %	
			H ₂ O	KCl						<0,001 мм	<0,01 мм
			смоль (экв)/кг								
17	P	0-31	6,8	6,3	2,50	2,23	35,4	2,0	94	16	26
	Bg	31-45	6,5	5,4	0,61	7,96	30,4	4,9	82	13	34
	BG	45-50	6,2	5,4	0,41	4,16	16,2	1,2	81	15	36
21	P	0-27	7,1	5,4	2,39	1,71	42,9	8,1	97	16	45
	A ₂ g	27-39	6,9	6,1	1,09	3,11	29,1	12,3	93	44	59
	Bg	39-47	6,6	5,8	0,85	4,86	40,4	19,7	93	48	79
22	P	0-26	6,5	5,8	3,97	7,70	35,2	4,7	84	22	57
	Bg	26-46	6,3	5,4	1,45	8,75	16,2	7,1	73	27	64
	BG	46-57	6,9	5,4	2,99	8,56	24,9	2,5	76	39	70
35	A _Y pa	0-35	5,9	4,8	4,79	5,2	25,4	10,1	74	17	57
	Bg	35-57	5,7	4,8	1,82	5,6	16,5	12,5	83	22	40
	BG	57-80	5,5	4,4	1,75	5,8	21,8	17,2	72	45	54
18	A _Y pa	0-22	5,9	5,0	4,81	6,0	19,3	8,8	82	19	46
	Bg	22-36	6,1	5,4	2,53	6,5	14,5	6,4	76	27	50
	BG	36-52	6,3	5,3	2,10	7,2	18,9	9,6	80	29	59

Примечание. ГК – гидролитическая кислотность; V – степень насыщенности почв основаниями.

Реакция среды, судя по величине обменной кислотности, варьирует от слабокислой до нейтральной в почвах под сельскохозяйственными культурами и является среднекислой на залежных участках, с глубиной значения рН, как правило, несколько снижаются. Гидролитическая кислотность характеризуется как повышенная в почве рисовника (разрез 22), средняя на залежи и очень низкая в остальных разрезах, наибольшие значения отмечаются в глубоких слоях. Содержание гумуса является важным параметром, характеризующим плодородие почв, в почвах под культурами оно оценивается как ниже среднего, более высокие абсолютные значения выявлены в почве под рисом, на залежи – среднее. В почвенном поглощающем комплексе доминируют ионы кальция, более высокое содержание ионов магния присуще почвам залежных участков. Сумма поглощенных оснований очень высокая и высокая, как и степень насыщенности основаниями, абсолютные значения последней на залежных участках ниже, чем на обрабатываемых.

Содержание валового фосфора лежит в пределах 0,15-0,24%, что позволяет отнести данные почвы, по мнению Прянишникова [15], к группе богатых, содержание подвижного фосфора очень низкое (табл. 2), более высокие показатели свойственны глубоким слоям залежи. Максимум в содержании валового калия, как правило, присущ гумусовому слою, количество его оценивается как среднее и изменяется от 1,62 до 2,00%. Количество обменного калия в пахотном горизонте оценивается как среднее в разрезах 17 и 18 и повышенное в остальных. Характер распределения по профилю – элювиально-иллювиальный, содержание в подпахотном слое практически повсеместно колеблется от среднего до повышенного, в иллювиально-глеевом оно максимально и лежит в пределах от повышенного до высокого. Распределение по профилю необменного калия неравномерно, также носит элювиально-иллювиальный характер, количество его колеблется от повышенного до высокого, наименьшие значения выявлены в почве под рисом (разрез 22).

Таблица 2

Содержание фосфора и калия в агрогенных луговых глеевых почвах

Разрез	Горизонт	Глубина, см	P ₂ O ₅		K ₂ O		
			валовой, %	подвижный мг/100 г почвы	валовой, %	необменный	обменный
17	P	0-31	0,24	2,3	1,62	88,3	10,4
	G	31-45	He опр.	0,1	1,58	68,3	6,6
	BG	45-50	He опр.	0,1	2,00	107,5	16,2
21	P	0-27	0,17	3,2	1,91	122,1	17,2
	EIG	27-39	He опр.	0,2	1,90	91,8	13,7
	B1G	39-47	He опр.	0,2	1,86	120,2	23,1
22	P	0-26	0,21	3,4	1,82	81,1	15,5
	G	26-46	He опр.	0,2	1,78	64,7	12,9
	BG	46-57	He опр.	0,4	1,55	72,0	19,4
35	AУpa	0-35	0,15	3,2	1,79	95,3	17,0
	Bg	35-57	He опр.	1,8	1,64	68,1	13,0
	BG	57-80	He опр.	4,3	1,73	75,8	16,5
18	AУpa	0-22	0,21	1,2	1,79	87,3	13,5
	Bg	22-36	He опр.	6,7	1,65	56,4	10,5
	BG	36-52	He опр.	7,3	1,84	68,4	14,5

Информация о содержании тяжелых металлов (ТМ) в почвах является базовой для регионального и локального мониторинга. Особую ценность при этом представляют собой данные о химическом составе основных типов почв конкретных регионов. Содержание тяжелых металлов в поверхностном слое агрогенных луговых глеевых почв варьирует незначительно (табл. 3), превышения ПДК/ОДК не наблюдается. Аккумулятивный ряд распределения валового содержания ТМ в рассматриваемых почвах выглядит как $Mn > Zn > Ni > Pb > Cu > Co > Cd$. В почвах под рисом и соей выявлено наибольшее содержание кадмия при наименьшем содержании марганца, на залежных участках минимально содержание никеля и меди.

Для построения геохимических спектров агрогенных луговых глеевых почв были рассчитаны

коэффициенты концентрации: отношение содержания элемента в пахотном слое почв к кларку элемента в литосфере (КК1) и к кларку в почвах мира (КК2) (рис.). В качестве кларков использовались данные работы [16].

По сравнению с литосферой в верхнем слое всех исследованных почв наблюдается аккумуляция кобальта, никеля, кадмия и свинца (рис.). Одновременно с этим происходит обеднение пахотного слоя марганцем, медью и, в ряде случаев, цинком. По сравнению с почвами мира, агрогенные луговые глеевые почвы Приморья под соей и рисом обогащены кадмием, содержание в них меди, цинка и свинца ниже общемирового, а содержание марганца, кобальта, никеля превышает мировой уровень.

Таблица 3

Валовое содержание тяжелых металлов в агрогенных луговых глеевых почвах, мг/кг

Разрез	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
17	650	13	43	24	55	0,2	26
21	700	17	36	24	80	0,5	25
22	550	14	44	26	53	0,6	25
35	720	16	12	13	61	0,3	27
18	680	17	12	15	43	0,4	22
Кларк в литосфере	900	10	20	55	70	0,1	15
Кларк в почве	488	11,3	29	38,9	70	0,41	27

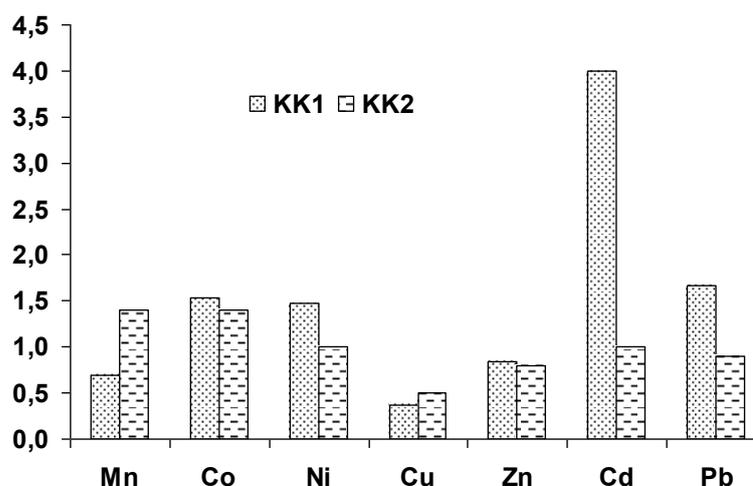


Рис. Отношение содержания ТМ в пахотном слое агрогенных луговых глеевых почв к кларкам в литосфере (КК1) и почвах мира (КК2)

Заключение

Агрогенные луговые глеевые почвы обладают низким содержанием гумуса, очень низким – подвижного фосфора при среднем и повышенном содержании подвижного калия. Почвы слабокислые и нейтральные с высокой степенью насыщенности обменными основаниями. Почвы залежных участков имеют среднекислую реакцию и лучше гумусированы. Сравнение с ранее опубликованными данными показало, что в пахотном слое исследованных почв произошло снижение кислотности и увеличение содержания обменных катионов, вероятно, в результате интенсивного известкования, при этом уменьшилось содержание гумуса и подвижного фосфора. Геохимической особенностью почв исследованного района является слабая обеспеченность медью и цинком при повышенном содержании кадмия, превышения ПДК/ОДК не наблюдается.

Библиографический список

1. Костенков Н.М., Ознобихин В.И., Жарикова Е.А., Толстоконева Е.Н., Травин В.А. Кадастровая оценка земель Приморского края // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2007. – № 3. – С. 47-51.
2. Тимофеева Я.О., Голов В.И., Жарикова Е.А., Голодная О.М., Нестерова О.В., Клышевская С.В., Журавлев Ю.Н. Почвенные ресурсы Дальневосточного региона: современное состояние и использование // Вестник ДВО РАН. – 2015. – № 5. – С. 5-8.
3. Степанко А.А. Агротенциал Дальнего Востока России и его использование в условиях продовольственных санкций // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 10. – С. 71-76.
4. Иванов Г.И. Почвообразование на юге Дальнего Востока. – М.: Наука, 1976. – 200 с.
5. Росликова В.И., Рыбачук Н.А., Короткий А.М. Атлас почв юга Дальнего Востока России (Приханкайская низменность). – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 246 с.
6. Афанасьева Т.В., Василенко В.И., Терешина Т.В., Шеремет Б.В. Почвы России. – М.: Мысль, 1979. – 380 с.

7. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0. Коллективная монография. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2014. – 768 с.

8. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

9. Полевой определитель почв. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. – 182 с.

10. Костенков Н.М. Генетические и химические особенности рисовых почв Приморья // Луговые почвы Приморья. – Владивосток, 1976. – С. 3-61.

11. Стрельченко Н.Е. Фосфатный режим переувлажняемых почв юга Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнев. кн. изд-во, 1982. – 142 с.

12. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.

13. Зайдельман Ф.Р. Генезис и экологические основы мелиорации почв и ландшафтов. – М.: КДУ, 2009. – 720 с.

14. Макарычев С.В., Лебедева Л.В. Физические и физико-химические свойства почв разного генезиса (на примере дендрария НИИС им. М.А. Лисавенко) // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 8. – С. 58-62.

15. Прянишников Д.Н. Агрохимия. – М.: Сельхозгиз, 1940. – 644 с.

16. Kabata-Pendias A. (2011): Trace Elements in Soils and Plants, 4th edition. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 548 p.

References

1. Kostenkov N.M., Oznobikhin V.I., Zharikova Ye.A., Tolstokoneva Ye.N., Travin V.A. Kadastrovaya otsenka zemel Primorskogo kraya // Mezhdunarodnyy selskokhozyaystvennyy zhurnal. – 2007. – No. 3. – S. 47-51.
2. Timofeeva Ya.O., Golov V.I., Zharikova Ye.A., Golodnaya O.M., Nesterova O.V., Klyshevskaya S.V., Zhuravlev Yu.N. Pochvennye resursy Dalnevostochnogo regiona: sovremennoe sostoyanie i ispolzovanie // Vestnik DVO RAN. – 2015. – No. 5. – S. 5-8.
3. Stepanko A.A. Agropotentsial Dalnego Vostoka Rossii i ego ispolzovanie v usloviyakh

prodovolstvennykh sanktsiy // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – No. 10. – S. 71-76.

4. Ivanov G.I. Pochvoobrazovanie na yuge Dalnego Vostoka. – M.: Nauka, 1976. – 200 s.

5. Roslikova V.I., Rybachuk N.A., Korotkiy A.M. Atlas pochv yuga Dalnego Vostoka Rossii (Prikhankayskaya nizmennost). – Vladivostok: Dalnauka, 2010. – 246 s.

6. Afanaseva T.V., Vasilenko V.I., Tereshina T.V., Sheremet B.V. Pochvy Rossii. – M.: Mysl, 1979. – 380 s.

7. Yedinyy gosudarstvennyy reestr pochvennykh resursov Rossii. Versiya 1.0. Kollektivnaya monografiya. – M.: Pochvennyy in-t im. V.V. Dokuchaeva, 2014. – 768 s.

8. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii. – Smolensk: Oykumena, 2004. – 342 s.

9. Polevoy opredelitel pochv. – M.: Pochvennyy in-t im. V.V. Dokuchaeva, 2008. – 182 s.

10. Kostenkov N.M. Geneticheskie i khimicheskie osobennosti risovykh pochv Primorya // Lugo-ovye pochvy Primorya. – Vladivostok, 1976. – S. 3-61.

11. Strelchenko N.Ye. Fosfatnyy rezhim pereuvlazhnyaemykh pochv yuga Dalnego Vostoka. – Vladivostok: Dalnev. kn. izd-vo, 1982. – 142 s.

12. Agrokhimicheskie metody issledovaniya pochv. – M.: Nauka, 1975. – 656 s.

13. Zaydelman F.R. Genezis i ekologicheskie osnovy melioratsii pochv i landshaftov. – M.: KDU, 2009. – 720 s.

14. Makarychev S.V., Lebedeva L.V. Fizicheskie i fiziko-khimicheskie svoystva pochv raznogo genezisa (na primere dendrariya NIIS im. M.A. Lisavenko) // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – No. 8. – S. 58-62.

15. Pryanishnikov D.N. Agrokhimiya. – M.: Selkhozgiz, 1940. – 644 s.

16. Kabata-Pendias A. (2011): Trace Elements in Soils and Plants, 4th edition. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 548 p.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-05-00086-А).

