Kamran M., Malik Z., Parveen A., Li H. et al. Ameliorative effects of biochar on rapeseed (*Brassica Napus* L.) growth and heavy metal immobilization in soil irrigated with untreated wastewater // J. Plant Growth Regul., 2020, vol. 39, pp. 266–281.

Liu L., Deng G., Shi X. Adsorption characteristics and mechanism of p-nitrophenol by pine sawdust biochar samples produced at different pyrolysis temperatures // Scientific Reports, 2020, no. 10(1). DOI: 10.1038/ s41598-020-62059-y

Mwamba T.M., Ali S., Ali B., Lwalaba J.L., Liu H., Farooq M.A., Shou J., Zhou W. Interactive effects of cadmium and copper on metal accumulation, oxidative stress, and mineral composition in Brassica napus // Int. J. Environ. Sci. Technol., 2016, vol. 13, pp. 2163–2174.

Poucke R. van, Meers E., Tack F.M.G. Leaching behavior of Cd, Zn and nutrients (K, P, S) from a contaminated soil as affected by amendment with biochar // Chemosphere, 2019, 125561.

Tang J., Zhang J., Ren L., Zhou Y., Gao J., Luo L., Yang Y., Peng Q., Huang H., Chen A. Diagnosis of soil contamination using microbiological indices: A review on heavy metal pollution // Journal of Environmental Management, 2019, no. 242, pp. 121–130.

Yu H., Xiang Y., Zo D. The effect of Eulaliopsis binata on the physi-chemical properties, microbial biomass, and enzymatic activities in Cd-Pb polluted soil // Environ. Sci. Pollut. Res., 2016, no. 23, pp. 19212–19218.

Wahid A., Ghani A., Ali I., Ashraf M.Y. Effects of cadmium on carbon and nitrogen assimilation in shoots of mungbean *Vigna radiata* (L.) Wilczek seedlings // J. Agron. Crop Sci., 2007, vol. 193, pp. 357–365.

Wang L., Zhou Q.X., Ding L.L., Sun Y.B. Effect of cadmium toxicity on nitrogen metabolism in leaves of *Solanum nigrum* L. as a newly found cadmium hyperaccumulator // Journal of Hazardous Materials, 2008, vol. 154, pp. 818–825.

Wu H., Qin X., Wu H., Li F., Wu J., Zheng L., Wang J., Chen J., Zhao Y., Lin S., Lin W. Biochar mediates microbial communities and their metabolic characteristics under continuous monoculture // Chemosphere, 2020, no. 246, e125835. DOI: 10.1016/j. chemosphere.2020.125835

Zoghi Z., Hosseini S.M., Kouchaksaraei M.T. The effect of biochar amendment on the growth, morphology and physiology of *Quercus castaneifolia* seedlings under water-deficit stress // Eur. J. For. Res., 2019, vol. 138, pp. 967–979.

УДК 631.421(1-924.85) (470.57) DOI:10.25695/AGRPH.2021.03.05

МОНИТОРИНГ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН (НА ПРИМЕРЕ ИГЛИНСКОГО РАЙОНА)

А. А. Киселева, Н. Г. Курмашева, И. Г. Асылбаев, А. Н. Хасанов, З. М. Низаметдинов

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

450001, Приволжский федеральный округ, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул.50-летия Октября, 34

E-mail: kiseleva.anna93@yandex.ru

Поступила в редакцию 23 августа 2021 г., принята к печати 30 августа 2021 г.

Изучены свойства серых лесных почв сельскохозяйственного назначения, расположенных в Иглинском районе Северной лесостепной зоны Республики Башкортостан. Серые лесные почвы занимают 73% территории и представлены 80 разновидностями. Проанализированы морфологические и агрохимические свойства почв, ретроспективный анализ проведен по результатам обследований 1984 и 2017 гг. По результатам обследований установлено, что в темно-серой лесной почве активно проявляется процесс дегумификации — за 33-летний период содержание общего гумуса снизилось на 1,6%. В серых лесных и светло-серых лесных почвах процесс дегумификации развит не так сильно. В первом туре обследований реакция почвенной среды варьировалась от слабокислой до близкой к нейтральной, во втором туре все почвы характеризовались кислой реакцией среды. Уровень содержания питательных элементов в светло-серой и серой лесной почвах повысился. В темно-серой лесной почве произошло снижение содержания подвижного фосфора на 11,3 мг на кг почвы, обменного калия — на 23,2 мг на кг почвы. Таким образом, длительная интенсивная антропогенная нагрузка оказала существенное влияние на плодородие темно-серых лесных почв.

Ключевые слова: почвенное плодородие, Северная лесостепь, мониторинг, агрохимические показатели, ретроспективный анализ, подвижный фосфор, обменный калий, гумус.

MONITORING OF SOIL COVER CHANGE IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE ZONE OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN (ON THE EXAMPLE OF THE IGLINSKY DISTRICT)

A. A. Kiseleva, N. G. Kurmasheva, I. G. Asylbaev, A. N. Khasanov, Z. M. Nizametdinov

BSAU

450001, Volga Federal District, Republic of Bashkortostan,
Ufa, street of the 50th anniversary of October, 34
E-mail: kiseleva.anna93@yandex.ru

The properties of arable gray forest soils, located in the Iglinsky region of the Northern forest-steppe zone of the Republic of Bashkortostan, were studied. Gray forest soils occupy 73% of the entire territory of the republic and are represented by 80 different varieties. The morphological and agrochemical properties of these soils were analyzed and retrospective analysis, based on the results of soil surveys conducted in 1984 and 2017, was used for these purposes. Based on the results of the surveys, it was revealed that the process of dehumification was actively happening in the dark gray forest soil. Over a 33-year period, the total humus content of the soils decreased by 1.6%. In gray forest and light gray forest soils, the process of dehumification was not so strongly developed. In the first round of the survey, soil pH varied from weakly acidic to close to neutral; in the second round, all the soils were acidic. Nutrient levels have increased in light gray and gray forest soils while in the dark gray forest soil, there was a decrease in mobile phosphorus content by 11.3 mg kg^{-1} of soil, exchangeable potassium content by 23.2 mg kg^{-1} of soil. Thus, a long-term intensive agriculture significantly affected the fertility of dark gray forest soils.

***Keywords*:** soil fertility, Northern forest-steppe, monitoring, agro-chemical indicators, retrospective analysis, mobile phosphorus, exchangeable potassium, humus.

ВВЕДЕНИЕ

Почва является важнейшим компонентом в структуре природных ресурсов и относится к невозобновляемым ресурсам. Воздействие на почву антропогенных и эндогенных факторов приводит не только к резкому снижению биоразнообразия природных экосистем, но и к полному нарушению функционирования ее компонентов (Хасанов и др., 2019; Таргульян, 2019; Хомяков, 2020). Для эффективного управления почвами необходимо располагать данными о динамических свойствах почв, для чего следует организовывать специализированные почвенные обследования. Такие обследования позволят рационально использовать земельные ресурсы и целенаправленно применять удобрения и другие средства химизации для поддержания и воспроизводства почвенного плодородия (Габбасова и др., 2017; Мурзабулатов, 2012; Родин, 2014; Зинченко, 2020).

В статье представлены результаты мониторинга агрохимических свойств серых лесных почв сельскохозяйственных угодий за 33-летний период, проведенного на территории Иглинского района Республики Башкортостан в 1984 и 2017 гг. Результаты исследований подробно отражают состояние и отдельные свойства почвенного покрова. Полученные результаты используются для решения теоретических и практических вопросов, связанных с изучением структуры почвенного покрова и его неоднородности (Пугачева, 2019; Хитров, 2008).

Цель исследования состояла в мониторинге основных показателей почвенного плодородия серых лесных почв за длительный период сельскохозяйственного использования.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В ходе исследования изучались серые лесные почвы различного сельскохозяйственного использования (пашня, залежь, сенокос). Отбор образцов осуществлялся при почвенном картировании земель сельскохозяйственного использования на территории Иглинского района Республики Башкортостан (Общесоюзная инструкция, 1973). Исследуемая территория, согласно почвенно-географическому районированию Республики Башкортостан, относится к Присимскому увалисто-предгорному району Северной лесостепи (Хазиев и др., 1997; Почвенное плодородие Северной лесостепи, 2008).

Проведена топографическая съемка обследуемой территории в масштабе 1:25000. Для мониторинга плодородия использовались данные по гумусового-аккумулятивным горизонтам. В 2017 г. было заложено 236 почвенных разрезов (рис. 2). При проведении ретроспективного анализа использовались архивные данные исследования 1984 г. по 243-м почвенным разрезам.

Почвенные разрезы закладывались по заранее выбранным координатам в пределах 54°49 северной широты и 56°24 восточной долготы (рис. 1).

Характер почвообразующих пород на территории района и их распространение находятся в тесной связи с особенностями рельефа, предшествующей историей геологического развития и современными климатическими условиями. Почвообразование происходит на различных по возрасту и генезису породах, что обуславливает разнообразие почвенного покрова. На территории района выделены следующие почвообразующие породы: делювиальные карбонатные и бескарбонатные глины и тяжелые суглинки, элювий известняков, элювий песчаников, аллювиальные отложения.

Преобладающими склонами являются склоны северной и северно-восточной экспозиции, которые характеризуются значительной протяженностью, небольшим углом наклона (2–3°, 3–5°) и ровной или слабоволнистой поверхностью.

Южные и юго-западные склоны встречаются реже и отличаются меньшей протяженностью. Гофрированный характер поверхности и большой угол наклона создают здесь более благоприятные условия для развития эрозии. К таким склонам приурочены маломощные среднесмытые почвы. Подобные участки в основном используются под пашню и нуждаются в проведении противоэрозийных мероприятий.

Иглинский район характеризуется умеренно влажным теплым климатом. Среднегодовая температура воздуха составляет 2,2°С, среднегодовое количество осадков – 538 мм. Высота снежного покрова во второй половине зимы достигает 70 см. Начало безморозного периода приходится на последнюю декаду мая, конец — на середину сентября, его продолжительность составляет 130 дней.

В северной, юго-восточной и южной частях района расположены крупные лесные массивы. Преобладают смешанные леса из дуба обыкновенного, липы мелколиственной и вяза.

Естественная травянистая растительность сохранилась в водораздельной части, поймах рек, а также в основном на территориях, непригодных для механизированной обработки.

В ходе агрохимических исследований определялись следующие показатели: гумус — по Тюрину (ГОСТ 2621-91), pH солевой вытяжки (ГОСТ 2621-91), подвижный фосфор и обменный калий – по Чирикову (ГОСТ 26204-91). Классификация почв проведена согласно Общесоюзной инструкции по почвенному обследованию и составлению крупномасштабных почвенных карт (1973).

Математическая обработка полученных результатов агрохимических анализов производилась по методу Б.А. Доспехова (2014) с использованием программы MS Excel. В работе представлены диапазоны колебаний (минимальное и максимальное значение) изучаемых почвенных показателей.

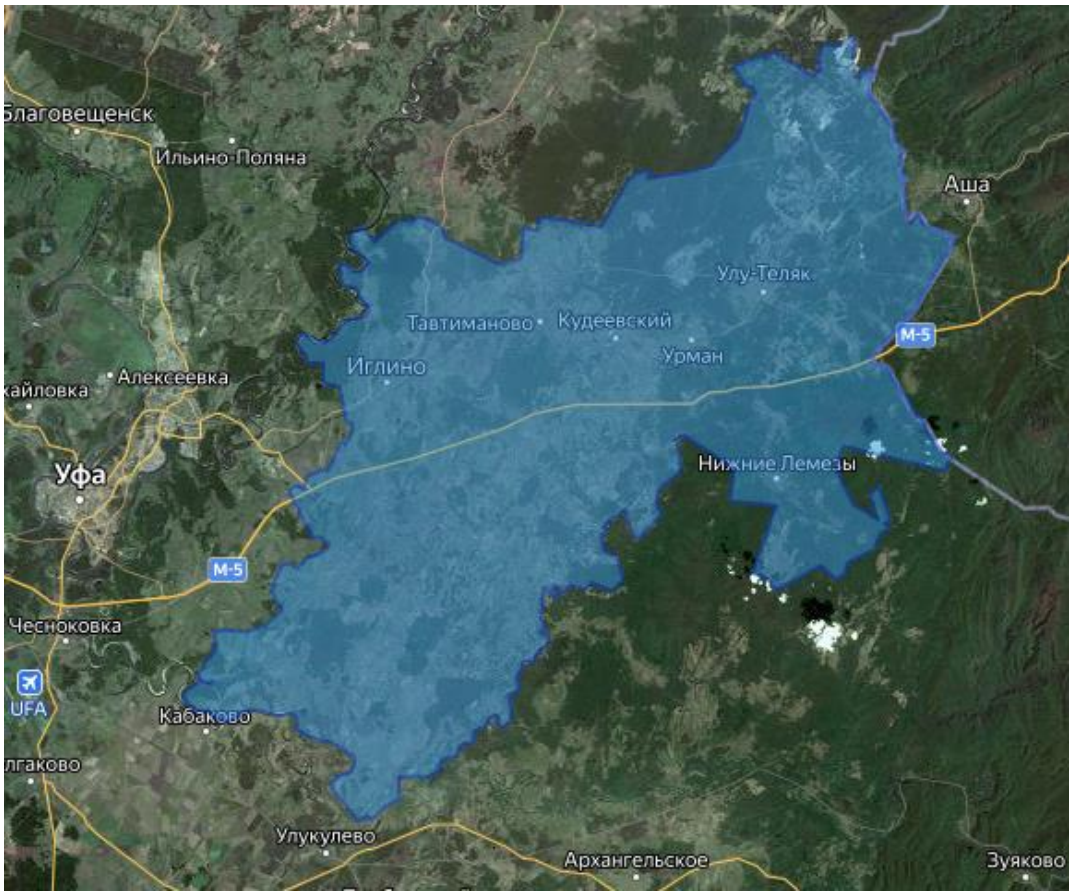

Рис. 1. Расположение района обследуемой территории.

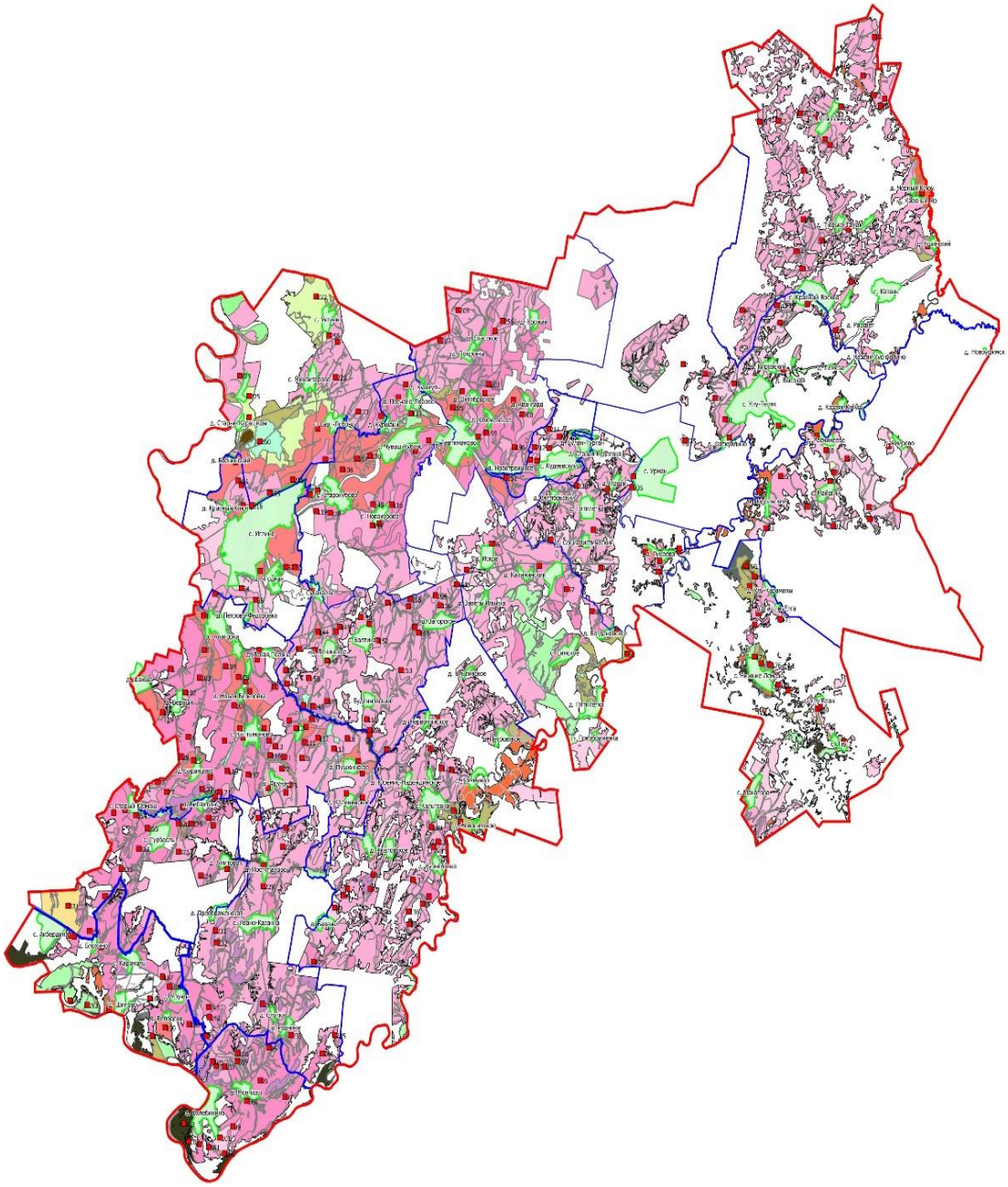

Рис. 2. Схема закладки почвенных разрезов на землях сельскохозяйственного назначения Иглинского района Республики Башкортостан

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Серые лесные почвы распространены по всей территории района и приурочены к склонам различной экспозиции. Почвообразующими породами для них служат преимущественно делювиальные карбонатные легкие и тяжелые глины и суглинки.

Серые лесные почвы занимают 39085,45 га (43%). Различия в выявленных почвенных разновидностях определяются мощностью гумусового горизонта, которая варьируется от 14 до 70 см.

Данные почвы характеризуются отчетливо выраженным аккумулятивно-перегнойным горизонтом, окраска почв серая или темно-серая, структура – зернисто-комковато-порошистая. По гранулометрическому составу они относятся к глинистым, среднесуглинистым и тяжелосуглинистым. Почвы являются мощными и среднемощными (рис. 3 А).

Серая лесная среднесмытая 351-17 Светло-серая лесная 57-17 (150) Темно-серая лесная 53-17 (1)

Рис. 3. Серые лесные почвы Иглинского района Республики Башкортостан

Светло-серые лесные распространены по территории района отдельными массивами и занимают 11551 га (10%). Они приурочены к покатым и пологим склонам водоразделов различной экспозиции. По гранулометрическому составу данные почвы относятся к тяжелосуглинистым и глинистым. Почвообразующими породами послужили делювиальные отложения глины и тяжелосуглинки, в редких случаях — элювий песчаников. Мощность гумусового горизонта варьируется от 34 до 63 см (рис. 3 Б).

Темно-серые лесные почвы распространены по территории района крупными и мелкими массивами и занимают 22856 га (20%). Они имеют мощный гумусно-аккумулятивный горизонт, отличающийся интенсивной темно-серой окраской. Структура почвы в верхней части гумусового горизонта зернисто-комковатая, в переходном горизонте – крупнозернистая мелко-ореховатая. Данные почвы приурочены к платообразным вершинам, слабопологим, пологим, покатым и крутым склонам. Почвы сформировались на делювиальных карбонатных глинах и тяжелых суглинках, а также на элювии известняков. По гранулометрическому составу преобладают глинистые и тяжелосуглинистые почвы (рис. 3 В).

Таблица 1. **Результаты агрохимического анализа серых лесных почв сельскохозяйственного назначения**

Почва	Содержание гумуса, %		Реакция среды, pH		Содержание питательных элементов			
					P_2O_5, мг кг$^{-1}$		K_2O, мг кг$^{-1}$	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Светло-серая лесная min/max	2,6±0,2 0,7–3,5	2,7±0,3 1,2–5,5	5,1±0,2 4,4–6,0	4,7±0,2 3,8–5,9	33,0±10,8 12,5–250,0	55,7±15,1 16,0–210,0	80,6±9,8 25,0–205,0	95,7±8,0 13,7–250,0
Серая лесная min/max	3,4±0,2 1,0–5,9	2,9±0,2 0,7–8,0	5,6±0,1 3,7–7,2	4,9±0,1 4,1–6,8	52,2±9,4 12,5–250,0	59,2±9,0 15,0–213,0	100,4±9,3 14,0–265,0	108,9±14,1 63,0–770,0
Темно-серая лесная min/max	5,4±0,2 2,3–7,3	3,8±0,3 1,3–6,9	6,0±0,1 5,0–7,4	5,0±0,1 4,6–5,8	79,8±13,2 12,5–250,0	68,5±12,3 21,0–208,0	124,4±12,4 50,0–420,0	101,2±5,6 54,0–188,0
Средние показатели по Иглинскому району	3,8	3,4	5,6	4,9	55,0	61,5	101,8	102,7

Примечания: I – результаты агрохимического анализа 1984 г.; II – результаты агрохимического анализа 2017 г.; ± – стандартное отклонение; t = 0,05

Характерной особенностью серых лесных почв Северной лесостепной зоны является их повышенная кислотность [11]. Согласно результатам первого цикла обследований, кислотность почвы варьировалась в пределах от 5,1 (светло-серые лесные почвы) до 6,0 (темно-серые лесные почвы). В среднем почвы характеризовались слабокислой реакцией среды (5,6). Слабокислые почвы занимали 84% площади, кислые – 16%. Во втором цикле обследований реакция почвенной среды изменялась от 4,7 (светло-серые лесные почвы) до 5,0 (темно-серые лесные почвы). Таким образом, в результате сельскохозяйственной деятельности и деградационных процессов произошло подкисление почв.

Содержание гумуса в серых лесных почвах можно охарактеризовать как низкое. Тенденция к изменению содержания органического вещества была характерна для всех подтипов почв. На момент обследования 1984 г. доля почв с низким содержанием гумуса составляла 69%, средним – 31%, а в 2017 г. доля почв с низким содержанием гумуса достигла 100%. Согласно результатам II тура обследований, содержание общего гумуса в почвах снизилось, все почвы района стали низкогумусными. Содержание гумуса в темно-серой лесной почве снизилось на 1,6% и составило 3,8%.

В результате первоначального агрохимического обследования было установлено, что содержание подвижного фосфора в серых лесных почвах находится на среднем уровне. Согласно результатам агрохимического анализа 2017 г., интенсивное применение органических и минеральных удобрений способствовало увеличению содержания подвижного фосфора в светло-серых лесных почвах с 33,0 мг кг$^{-1}$ до 55,7 мг кг$^{-1}$. Содержание подвижного фосфора в темно-серых лесных почвах снизилось на 11,3 мг кг$^{-1}$ и составило 68,5 мг кг$^{-1}$.

Согласно результатам обследований, содержание обменного калия во всех серых лесных почвах было средним и колебалось от 95,7 до 108,9 мг кг$^{-1}$. Содержание обменного калия в светло-серых лесных почвах в первом цикле обследований было низким (80,6 мг кг$^{-1}$), во втором оно повысилось на 15,1 мг кг$^{-1}$ и достигло среднего уровня (95,7 мг кг$^{-1}$). В серых лесных почвах произошло незначительное повышение содержания обменного калия с 100,4 до 108,9 мг кг$^{-1}$. В темно-серых лесных почвах содержание обменного калия снизилось с 124,4 до 101,2 мг кг$^{-1}$.

Диапазоны колебаний исследованных почвенных показателей характеризуются в ряде случаев широким расхождением значений, что можно объяснить пестротой почвенных разновидностей и распространением деградационных процессов. Основным фактором деградации является эрозия, которой подвержено 50% площади района. Эрозионные процессы приводят к ухудшению агрофизических свойств почв, а также к снижению содержания органических веществ и питательных элементов.

ВЫВОДЫ

1. Серые лесные почвы всех изученных подтипов характеризуются кислой реакцией среды и, следовательно, нуждаются в известковании.
2. Почвы отличаются низким содержанием гумуса, для всех подтипов серых лесных почв характерен процесс дегумификации.
3. Содержание подвижного фосфора в почвах является средним и относительно стабильным за 33-летний период. В светло-серой лесной почве произошло повышение его содержания на 15,1 мг кг$^{-1}$.
4. Содержание обменного калия в темно-серой лесной почве снизилось на 23,2 мг кг$^{-1}$, а в светло-серой лесной почве повысилось на 15,1 мг кг$^{-1}$.

Результаты исследования могут послужить основой для пространственного представления информации о характеристиках почвенного покрова земель сельскохозяйственного назначения, а также применяться при проектировании объектов инфраструктуры и планировании мероприятий по охране окружающей среды.

Список литературы

Габбасова И.М., Гарипов Т.Т., Комиссаров М.А., Сулейманов Р.Р., Сидорова Л.В., Гизатшина Г.М. Оценка качества земель в сложных геоморфологических условиях // Известия Уфимского научного центра РАН. 2017. № 3–1. С. 45–47.

ГОСТ 26213-84 Почвы. Определение гумуса по методу Тюрина в модификации ЦИНАО. М.: Изд-во стандартов, 1991. 8 с.

ГОСТ 26483-85 Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. М.: Изд-во стандартов, 1985. 6 с.

ГОСТ 26204-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО. М.: Изд-во стандартов, 1992. 7 с.

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.

Зинченко С.И., Щукин И.М. Оценка антропогенного влияния на структуру почвенного покрова агроэкосистем Верхневолжья // Агрофизика. 2020. № 1. С. 16–23. DOI: 10.25695/AGRPH.2020.01.03

Ихсанов Р.Г. Почвенное плодородие Северной лесостепи. Уфа: Мир Печати, 2008. 60 с.

Мурзабулатов Б.С., Минниахметов И.С. Агроэкологическая оценка плодородия почв // Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Инновации, экобезопасность, техника и технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции». Уфа, 2012 г. С. 232–233.

Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользований. М.: Колос, 1973. 96 с.

Пугачева А.М. Ретроспективный анализ ботанических исследований полупустынных ландшафтов // Научно-агрономический журнал. 2019. № 2(105). С. 20–23.

Родин Н.А., Середа Н.А., Асылбаев И.Г., Баязитова Р.И., Баязитова Л.И. Агроэкологическое состояние пахотных почв в лесостепи Республики Башкортостан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2014. Т. 9. № 2(32). С. 136–141. DOI: 10.12737/5356

Таргульян В.О., Бронникова М.А. Память почв: теоретические основы концепции, современное состояние и перспективы развития // Почвоведение. 2019. № 3. С. 259–275. DOI: 10.1134/S0032180X19030110

Хазиева Ф.Х. (ред.) Почвы Башкортостана. Воспроизводство плодородия: зонально-экологические аспекты. Уфа: Гилем, 1997. Т. 2. 328 с.

Хасанов А.Н., Асылбаев И.Г., Рафиков Б.В., Киселева А.А., Шацкая С.И. Ретроспективный анализ состояния плодородия почв Южной лесостепи Республики Башкортостан за длительный период использования // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. Т. 56. № 1. С. 30–36.

Хитров Н.Б. Подход к ретроспективной оценке изменения состояния почв во времени // Почвоведение. 2008. № 8. С. 899–912.

Хомяков Д.М. Почва – важнейший компонент биосферы и глобальной продовольственной системы (критическая оценка ситуации) // Почвоведение. 2020. Вып. 75. С. 147–158. DOI: 10.3103/S0147687420040055

References

Gabbasova I.M., Garipov T.T., Komissarov M.A., Suleymanov R.R., Sidorova L.V., Gizatshina G.M. Otsenka kachestva zemel' v slozhnykh geomorfologicheskikh usloviyakh [Assessment of land quality in complex geomorphological conditions] // *Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2017, no. 3–1, pp. 45–47.

GOST 26213-84 Pochvy. *Opredeleniye gumusa po metodu Tyurina v modifikatsii TsINAO* [Determination of humus by the Tyurin method modified by TsINAO]. Moscow: Publishing house of standards, 1991, 8 p.

GOST 26483-85 *Pochvy. Prigotovleniye solevoy vytyazhki i opredeleniye yeye pH po metodu TsINAO* [Soils. Preparation of a salt extract and determination of its pH by the CINAO method]. Moscow: Publishing house of standards, 1985, 6 p.

GOST 26204-91 *Pochvy. Opredeleniye podvizhnykh soyedineniy fosfora i kaliya po metodu Chirikova v modifikatsii TsINAO* [Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by the Chirikov method modified by TsINAO]. Moscow: Publishing house of standards, 1992, 7 p.

Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experience (with the foundations of statistical processing of research results)]. Moscow: Al'yans, 2014, 351 p.

Zinchenko S.I., Shchukin I.M. Otsenka antropogennogo vliyaniya na strukturu pochvennogo pokrova agroekosistem Verkhnevolzh'ya [Assessment of anthropogenic impact on the structure of soil cover of the Upper Volga region agroecosystems] // *Agrofizika*, 2020, no. 1, pp. 16–23. DOI: 10.25695/AGRPH.2020.01.03

Ikhsanov R.G. *Pochvennoye plodorodiye Severnoy lesostepi*. Ufa: Mir Pechati, 2008, 60 p.

Murzabulatov B.S., Minniakhmetov I.S. Agroekologicheskaya otsenka plodorodiya pochv [Agroecological assessment of soil fertility] // *Materialy III Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem «Innovatsii, ekobezopasnost', tekhnika i tekhnologii v proizvodstve i pererabotke sel'skokhozyaystvennoy produktsii»* [«Innovations, environmental safety, equipment and technologies in the production and processing of agricultural products». Materials of the III All-Russian scientific-practical conference with international participation]. Ufa, 2012, pp. 232–233.

Obshchesoyuznaya instruktsiya po pochvennym obsledovaniyam i sostavleniyu krupnomasshtabnykh pochvennykh kart zemlepol'zovaniy [All-Union instruction on soil investigations and compilation of large-scale soil maps of land use]. Moscow: Kolos, 1973, 96 p.

Pugacheva A.M. Retrospektivnyy analiz botanicheskikh issledovaniy polupustynnykh landshaftov [Retrospective analysis of botanical research of semi-desert landscapes] // *Nauchno-agronomicheskiy zhurnal*, 2019, no. 2(105), pp. 20–23.

Rodin N.A., Sereda N.A., Asylbayev I.G., Bayazitova R.I, Bayazitova L.I. Agroekologicheskoye sostoyaniye pakhotnykh pochv v lesostepi Respubliki Bashkortostan [Agroecological state of arable soils in the forest-steppe of the Republic of Bashkortostan] // *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, vol. 9, no. 2(32), pp. 136–141. DOI: 10.12737/5356

Targul'yan V.O., Bronnikova M.A. Pamyat' pochv: teoreticheskiye osnovy kontseptsii, sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya [Memory of soils: theoretical foundations of the concept, current state and development prospects] // *Pochvovedeniye*, 2019, no. 3, pp. 259–275. DOI: 10.1134/S0032180X19030110

Khaziyeva F.Kh. (red.) *Pochvy Bashkortostana. Vosproizvodstvo plodorodiya: zonal'no-ekologicheskiye aspekty* [Soils of Bashkortostan. Reproduction of fertility: zonal-ecological aspects]. Ufa: Gilem, 1997, vol. 2, 328 p.

Khasanov A.N., Asylbayev I.G., Rafikov B.V., Kiseleva A.A., Shatskaya S.I. Retrospektivnyy analiz sostoyaniya plodorodiya pochv Yuzhnoy lesostepi Respubliki Bashkortostan za dlitel'nyy period ispol'zovaniya [Retrospective analysis of the state of soil fertility in the Southern forest-steppe of the Republic of Bashkortostan for a long period of use] // *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2019, vol. 56, no. 1, pp. 30–36.

Khitrov N.B. Podkhod k retrospektivnoy otsenke izmeneniya sostoyaniya pochv vo vremeni [Approach to retrospective assessment of changes in the state of soils in time] // *Pochvovedeniye*, 2008, no. 8, pp. 899–912.

Khomyakov D.M. *Pochva – vazhneyshiy komponent biosfery i global'noy prodovol'stvennoy sistemy (kriticheskaya otsenka situatsii)* [Soil is the most important component of the biosphere and the global food system (critical assessment of the situation)] // *Pochvovedeniye*, 2020, issue 75, pp. 147–158. DOI: 10.3103/S0147687420040055