

УДК 631.4

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ ФЕРГАНЫ

Турдалиев А.Т., Мусаев И.И., Ахмаджонов А.А., Хомидова Н.А.

Ферганский государственный университет, Фергана, e-mail: avazbek1002@mail.ru

Статья посвящена исследованию агрохимических, геохимических и биогеохимических характеристик орошаемых светлых сероземов, сформировавшихся в условиях Южной Ферганы, а также изменениям их эколого-мелиоративного состояния под воздействием орошаемого земледелия. Целью исследования является определение влияния орошения на химический состав почвы и виноградных растений, а также оценка изменений агроэкологических характеристик этих почв. В работе использовались методы полевых и лабораторных исследований, анализировались различные типы сероземов: новоосвоенные, ново- и староорошаемые почвы. В результате работы было определено, что орошение оказывает значительное влияние на морфологические и агрохимические характеристики почвы. Также выявлены изменения в содержании макро- и микроэлементов в почвах и органах винограда. Полученные данные показали, что староорошаемые почвы содержат больше гумуса, азота и калия по сравнению с новоосвоенными и новоорошаемыми почвами, что подтверждает улучшение качества почвы с увеличением срока орошения. Изучение химического состава винограда показало значительные различия в концентрациях элементов в разных органах растения. Заключение исследования подчеркивает необходимость учета агрохимических и геохимических изменений для эффективного использования орошаемых почв и повышения качества сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: биогеохимия, коэффициент биологического поглощения, светлый серозем, Кларк почв, аккумуляция, миграция

CHEMICAL PROPERTIES AND BIOGEOCHEMICAL FEATURES OF IRRIGATED SOILS IN FERGANA

Turdaliev A.T., Musaev I.I., Akhmadzhonov A.A., Khomidova N.A.

Fergana State University, Fergana, e-mail: avazbek1002@mail.ru

This article is dedicated to the study of agrochemical, geochemical, and biogeochemical characteristics of irrigated light calcisols formed in the conditions of Southern Fergana, as well as the changes in their eco-meliorative state under the influence of irrigated agriculture. The aim of the study is to determine the impact of irrigation on the chemical composition of the soil and grape plants, as well as to assess changes in the agro-ecological characteristics of these soils. The study employed field and laboratory methods, analyzing various types of calcisols: newly developed, newly irrigated, and old irrigated soils. The results of the study revealed that irrigation significantly affects the morphological and agrochemical properties of the soil. Furthermore, changes in the content of macro- and microelements in both the soils and the grape organs were identified. The data indicated that old irrigated soils contain higher levels of humus, nitrogen, and potassium compared to newly developed and newly irrigated soils, confirming the improvement in soil quality with the increase in irrigation duration. The study of the chemical composition of grapes showed significant differences in the concentrations of elements in different parts of the plant. The conclusion emphasizes the importance of considering agrochemical and geochemical changes for the effective use of irrigated soils and the improvement of agricultural product quality.

Keywords: biogeochemistry, biological absorption coefficient, light calcisols, soil Clarke, accumulation, migration

Введение

На сегодняшний день в мире проводятся научные исследования, направленные на изучение изменений баланса химических элементов в орошаемых почвах с точки зрения безопасности окружающей среды, влияния антропогенного фактора орошаемого земледелия. Эти исследования охватывают изменения количественного состава, качества химических элементов, а также положительные и отрицательные нормы в отношении экологических условий почвы. В этой области особое внимание уделяется научным исследованиям, направленным на определение влияния антропогенного воздействия, связанного с орошением, на эколого-мелиоративное состояние почв, изменение их геохимических и биогеохимических харак-

теристик, оценка значимости плодородия почвы и экологического состояния, а также на выращивание экологически чистой сельскохозяйственной продукции.

Научные исследования, направленные на изучение агромелиоративных характеристик и свойств орошаемых светлых сероземов, а также агрохимических, биогеохимических, физико-химических и мелиоративных изменений, происходящих в сероземах под влиянием орошаемого земледелия, проводились как зарубежными [1, с. 42–47], так и отечественными учеными [2; 3]. Оценка качества почв и эффективное использование почв были основными направлениями этих исследований [4–6].

Однако научные исследования, направленные на определение агроэкологических

характеристик, плодородия, состава и содержания макро-, микро- и токсичных элементов, их влияние на урожайность винограда, воздействия удобрений на биогеохимические свойства почвы и эффективное их использование в условиях орошаемых светлых сероземов, сформировавшихся в условиях орошения Южной Ферганы, не проводились в должной мере.

Цель исследования заключается в определении агрохимических, геохимических и биогеохимических свойств орошаемых светлых сероземов, сформировавшихся в Южной Фергане, а также изучить изменения их агроэкологического состояния под воздействием орошаемого земледелия.

Материалы и методы исследования

В исследованиях рассматриваются новоосвоенные, ново- и староорошаемые светлые сероземы, распространенные в Ферганской области, а также виноградные саженцы, выращиваемые на этих почвах, и материалы из фонда литературы. Исследования проводились на орошаемых светлых сероземах, где выращивались сорта винограда Саперави, Хиндогни и Баянширей. Исследуемая территория сформирована на аллювиально-пролювиальных отложениях субтропической предгорной полупустынной зоны. Выбрано 220 га исследуемого поля, на котором были заложены 24 опорных разреза и 68 полей. Описаны их морфологические признаки, отобранные образцы почв из генетических горизонтов и материнских пород, а также проведен отбор образцов винограда и его частей.

На территории были проведены эксперименты по трем сортам винограда в четырех вариантах и с четырьмя повторениями. В исследованиях применялись методы В.В. Докучаева (морфогенетический метод), сравнительно-географический метод, метод водной вытяжки почвы, полевые исследования почвы (наблюдения и эксперименты), комплексные методы А.И. Перельмана и М.А. Глазовской, системный подход. Химический элементный состав почвы и органов винограда определялся в Институте ядерной физики Академии наук Узбекистана методом нейтронной активации.

Климатические показатели региона отражены по данным метеорологической станции «Фергана». Среднегодовая температура воздуха составляет примерно 14,7–15,6 °С, при этом самый теплый месяц – июль, со средней месячной температурой от 28,1 до 29,8 °С. Максимальная температура жарких дней достигает +39 – +41,9 °С. Самый холодный месяц – январь, его средняя температура колеблется от -2,4 до -3,2 °С, а минимальные

температуры могут опускаться до -6,6 – -14,6 °С. Среднегодовое количество осадков варьируется от 120,5 до 227,1 мм, при этом основная часть осадков выпадает зимой и весной. Наибольшее количество осадков за месяц зафиксировано в марте 2022 г. – 68,4 мм.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе полевых исследований, проведенных в три этапа, в рамках почвенно-географических изысканий были изучены различные категории почв региона. В частности, на разрезе 6И были обследованы новоосвоенные, на разрезе 2И новоорошаемые, а на разрезах 5И и 9И – староорошаемые светлые сероземы. Их морфологическое строение полноценно характеризует особенности светлых сероземов различной степени окультуренности.

Также в ходе полевых исследований определено, что морфологические признаки почв, степень орошения которых была различной, изменились под влиянием антропогенных факторов. В частности, для новоосвоенных и новоорошаемых светлых сероземов мощность пахотного и подпахотного горизонтов составила соответственно 17 и 26 см, в то время как для староорошаемых почв эти показатели достигали 22 и 41 см.

Из полученных данных видно, что с увеличением срока орошения светлых сероземов с содержанием щебня их гранулометрический состав несколько улучшается. Например, в 6И разрезе при глубине 0–17 см содержание физической глины составляет 40,5 %, в то время как в 5И разрезе – 39,8 %. Гранулометрический состав почвы и миграция макро- и микроэлементов в ней взаимосвязаны. Согласно данным почвенных карт, составленных институтом «Узгипрозем» в 1972 и 1984 гг., почвы в 6И разрезе относятся к новоосвоенным почвам, а почвы во 2И разрезе – к новоорошаемым. В ходе полевых исследований, основываясь на изменениях морфологических признаков почв этого региона и принятых в почвоведении нормах, установлено, что уровень их освоенности изменяется. В настоящее время 6И разрез относится к новоорошаемым светлым сероземам, а 2И разрез – к староорошаемым светлым сероземам [7].

Орошаемые подтипы типичных и светлых сероземов, более карбонатные и сверху вниз содержание его колеблется в интервале 6,2–10,4 % [8].

Автоморфный водный режим староорошаемых светлых сероземов имеет общую пористость пахотного горизонта от 48,9 до 49,8 %, что объясняется количеством внесенных органических удобрений.

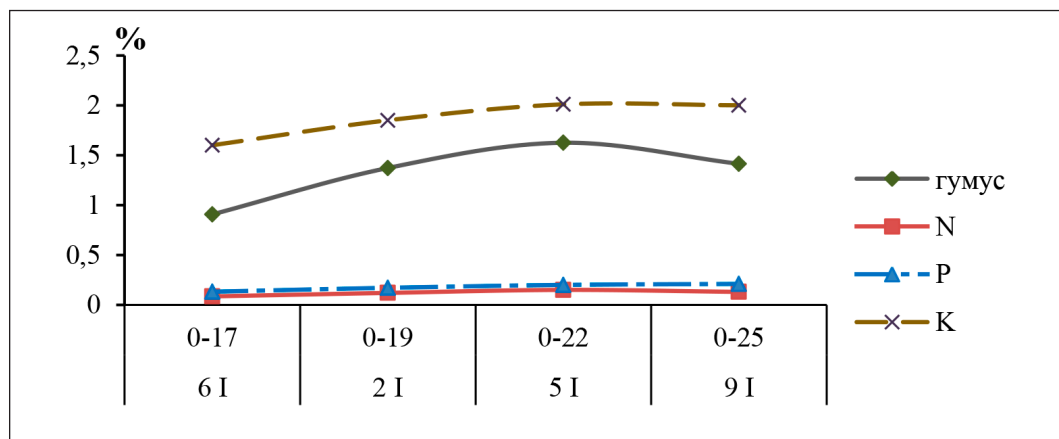


Рис. 1. Изменение содержания гумуса, общего азота, фосфора и калия в пахотных горизонтах

Согласно проанализированным данным, в орошаемых землях наблюдается снижение содержания гумуса в первые годы. Однако имеются данные, что в орошаемых почвах, с увеличением уровня их окультуренности, содержание гумуса также возрастает, хотя этот рост не является бесконечным [9].

Богарные светлые сероземы по содержанию и запасам гумуса очень бедные (26,71 т/га), количество гумуса в пахотном горизонте составляет 0,73 %, вниз по профилю его количество резко убывает [10].

Содержание общего и подвижного азота, фосфора и калия (рис. 1) в пахотных горизонтах староорошаемых почв также показывает более высокие показатели по сравнению с пахотными горизонтами новоосвоенных и новоорошаемых почв.

Из этих данных видно, что в староорошаемых почвах содержание гумуса имеет более высокие показатели по сравнению с новоосвоенными и новоорошаемыми почвами. В исследованиях показано, что содержание гумуса, азота, фосфора и калия в староорошаемых почвах увеличивается по сравнению со новоосвоенными и новоорошаемыми светлыми сероземами. Уровень подвижного фосфора в этих почвах колеблется по направлению очень низкое > среднее > высокое, тогда как наблюдается увеличение обменного калия по направлению среднее > высокое > очень высокое.

Согласно условиям автоморфного формирования, орошаемые светлые сероземы относятся к типу не солонцеватых почв с сульфатным типом засоления ($Cl/SO_4 = 0,12-0,20$), по содержанию водорастворимых солей они считаются незасоленными. В пахотном горизонте новоосвоенных светлых сероземов количество солей (сухой остаток) немного превышает таковое в других группах изученных почв, однако

это значение также остается ниже границы засоленности. Уровень минерализации поливной воды составляет 0,73 г/л, по классификации относится к пресной. По показателю pH ее можно считать нейтральной и слабощелочной.

Согласно полученным данным (табл. 1), содержание общего натрия (Na) в генетических горизонтах старо- и новоорошаемых светлых сероземов колеблется от 0,21 до 1,06 %. В пахотных горизонтах содержание натрия составляет от 0,676 до 0,830 %. В генетических горизонтах староорошаемых светлых сероземов содержание натрия практически одинаково по всей глубине.

Наибольшая доля приходится на элемент железа, которое варьируется от 1,63 до 3,52 % в зависимости от литосферного и почвенного кларка. Далее следуют элементы калия (K) и натрия (Na). Следующее место занимают элементы барий (Ba) и стронций (Sr), а элемент рубидий (Rb) имеет минимальное содержание 0,0044 и 0,0097 %.

Калий, как правило, накапливается в пахотных горизонтах, где его содержание составляет от 1,60 до 1,95 %, тогда как в нижних горизонтах почвы этот показатель уменьшается. Это уменьшение достигает максимума в аллювиально-пролювиальных породах.

Содержание элемента железа (Fe) почти во всех горизонтах исследованных почв близко к почвенному кларку. Кроме рубидия, содержание других макроэлементов (Sr, Ba) также значительно превышает значения почвенного кларка. Содержания вышеупомянутых макроэлементов в пахотных горизонтах светлых сероземов, где выращивается виноград, формирует специальный фон, который имеет следующую последовательность:

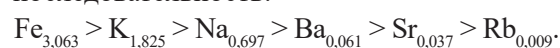


Таблица 1

Содержание макроэлементов в орошаемых светлых сероземах, мг/кг

Номер разреза	Глубина, см	Na	K	Fe	Rb	Sr	Ba
Новоосвоенные светлые сероземы							
6 И	0–17	6800	16000	31200	88	330	610
	17–26	2100	12000	24900	65	140	340
	26–70	3500	11000	30600	90	470	460
	70–90	9000	5570	27000	72	270	630
Новорошаемые светлые сероземы							
2 И	0–19	6760	17000	29600	89	455	550
	19–25	4800	11000	23900	60	320	360
	25–55	5600	13000	21100	65	355	380
	55–98	4800	6750	15100	44	370	370
Старорошаемые светлые сероземы							
9 И	0–25	8300	19500	31400	83	330	710
	26–41	8100	17500	31000	97	240	670
	41–63	9000	18000	32000	88	210	680
	63–92	8750	16000	32800	91	300	710
	92–130	10600	8000	34800	95	285	770
Кларк почв		6300	13000	38000	100	300	500

Таблица 2

Изменение количества химических элементов в органах винограда, мг/кг

Сорты	Органы	Na	K	Ca	Fe	Rb	Sr	Ba
Саперави	Плод	21	9220	1150	17,5	5	19	<1,0
	Стебель	52	8420	4240	32	1,8	85,5	<1,0
	Лист	120	6720	31300	425	2,8	490	16
Хиндогни	Плод	21	9580	690	25,5	7,2	11	<1,0
	Стебель	52	5610	5230	29	1,9	130	3,4
	Лист	92	4280	25800	315	2,1	380	14
Баян Ширей	Плод	93	11500	810	17	2,1	12	<1,0
	Стебель	99	6150	5910	41	0,78	130	2,8
	Лист	120	4200	30600	440	1,4	730	17

Виноградные сорта Саперави, Хиндогни и Баян ширей являются предметом исследования, и установлено, что в их плодах, стеблях и листьях имеются различия в химическом составе элементов. Изученные макроэлементы в почве также встречаются в малых количествах в органах винограда, что можно увидеть из данных табл. 2.

Наивысшие показатели соответствуют содержаниям калия и кальция. Содержание кальция в плодах винограда составляет от 690 до 1150 мг/кг, в стеблях – от 4240 до 5910 мг/кг, а в листьях – от 25800 до 31300 мг/кг. Калий обнаружен в плодах винограда в диапазоне от 9220 до 11500 мг/

кг, в стеблях – от 5610 до 8420 мг/кг, в листьях – от 4200 до 6720 мг/кг.

Элементы Ba и Rb присутствуют в минимальных количествах: содержание Ba в плодах составляет более 1,0 мг/кг, а Rb в стеблях – 0,78 мг/кг. Содержание Sr, Na и Fe находится на среднем уровне.

Элементы Ca, Sr, Fe, Na и Ba в листьях винограда содержатся в несколько раз большем количестве, чем в плодах и стеблях, в то время как содержание K и Rb в плодах немного превышает их содержание в стеблях и листьях. Это указывает на то, что химические элементы имеют разные концентрации в плодах, стеблях и листьях винограда.

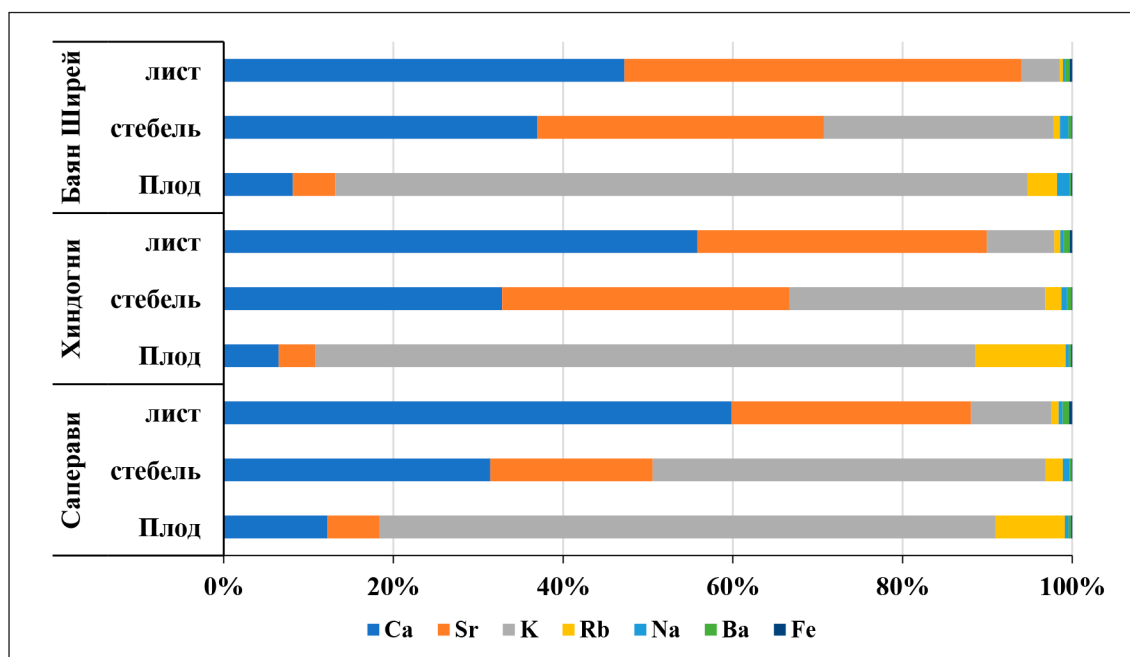


Рис. 2. Геохимический спектр КБП химических элементов в органах винограда

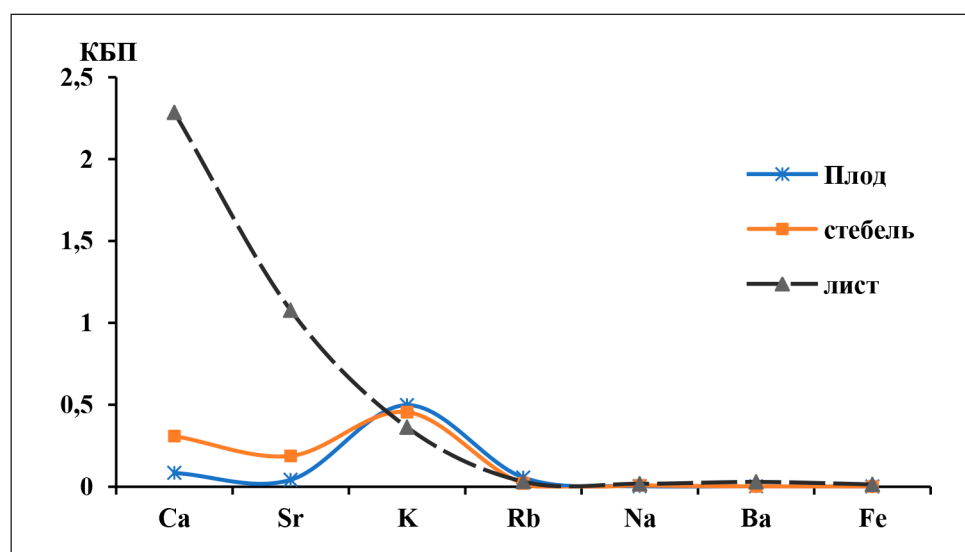


Рис. 3. Геохимический спектр КБП химических элементов виноградного сорта Саперави

На основе этого в ходе исследования были разработаны коэффициенты биологического поглощения химических элементов в почве, которые также представлены в следующих геохимических спектрах (рис. 2, 3).

Как видно, содержание стронция (Sr) накапливается в листьях винограда, в то время как в плодах и стеблях оно остается на низком уровне. Калий (K) также накапливается во всех частях винограда, тогда как кальций (Ca) накапливается слабо в стеблях и ли-

стьях и очень слабо в плодах. Эти данные позволяют сделать вывод, что химические элементы накапливаются в различных органах растения в разных количествах, а также удерживаются слабо или очень слабо.

Закключение

С увеличением периода освоения орошаемых светлых сероземов наблюдается образование геохимической провинции, насыщенной по содержанию бария из макроэлементов. В староорошаемых светлых

сероземах содержание бария составляет 1,03–1,18 (по отношению к почвенному кларку 1,16–1,54), и коэффициент местной миграции увеличивается под воздействием орошения с увеличением толщины агроирригационного горизонта.

В условиях орошаемых почв возможен контроль миграции, дифференциации, аккумуляции химических элементов, а также интенсивности коэффициентов биологического поглощения в зависимости от их свойств под воздействием антропогенных факторов.

Характерные свойства и плодородие орошаемых светлых сероземов в каменистых зонах изменяются под воздействием сельскохозяйственной деятельности. Полученные результаты анализа элементов, а также данные о геохимических и биогеохимических свойствах могут быть использованы в научных исследованиях, а также в научно-исследовательских и проектных учреждениях, в земельном кадастре, охране природы и другими организациями для мониторинга с опорой на фоновые значения содержания химических элементов.

Список литературы

1. Aysen A. Problem Solving in Soil Mexanics. Netherlands, 2005. 196 p. DOI: 10.1201/9780203741986.
2. Юлдашев Г., Хайдаров М. Гумусное состояние сероземов севера Ферганы // Гуминовые вещества в биосфере: материалы VII Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения профессора Д.С. Орлова и III Международной научной школы (Москва, 04–08 декабря 2018 г.). М.: ООО «МАКС Пресс», 2018. С. 111–112. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37164147> (дата обращения: 25.02.2025).
3. Абдурахмонов Н.Ю., Собитов У.Т., Юлдашев И.К. Свойства орошаемых лугово-сазовых почв Центральной Ферганы // Научное обозрение. Биологические науки. 2023. № 2. С. 51–56. DOI: 10.17513/srbs.1328.
4. Горбунов Б.В., Кимберг Н.В. Классификация почв. В кн. «Почвы Узбекистана». Ташкент: ФАН, 1975. 221 с.
5. Панков М.А. Почвы Ферганской области. В кн.: Почвы Узбекской ССР. Т. II. Ташкент: Изд. АН УзССР, 1957. 53 с.
6. Abakumov E., Yuldashev G., Darmonov D., Turdaliev A., Askarov K., Khaydarov M., Mirzayev U., Nizamutdinov T., Davronov K. Influence of Mineralized Water Sources on the Properties of Calcisol and Yield of Wheat (*Triticum aestivum* L.) // Plants. 2022. № 11. P. 3291. DOI: 10.3390/plants11233291.
7. Турдалиев А.Т., Мусаев И.И., Мамажонов Г.Г.У. Изменение морфологических характеристик и агрохимического свойства орошаемых светлых сероземов // Научное обозрение. Биологические науки. 2023. № 4. С. 86–91. DOI: 10.17513/srbs.1345.
8. Юлдашев Г., Хайдаров М., Исагалиев М., Исомидинов З. Агрохимическая характеристика целинных и орошаемых современных сероземов севера Ферганы // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции (Барнаул, 07–08 февраля 2019 г.). Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2019. С. 432–433. [Электронный ресурс]. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_38199717_78789193.pdf (дата обращения: 28.03.2025).
9. Turdaliev A., Yuldashev G., Khaydarov M., Abdulkhkimova K., Muratova R., Azimov Z., Sotiboldieva G., Mirzaev U., Isagaliyev M., Holdarov H., et al. Irrigation-Initiated Changes in Physicochemical Properties of the Calcisols of the Northern Part of Fergana Valley // Appl. Sci. 2024. Vol. 14. P. 5762. DOI: 10.3390/app14135762.
10. Тураев Т. Морфологическая, агрохимическая и агрофизическая характеристика богарных светло-сероземных почв Нуратинских гор Навоийской области // Почвоведение и агрохимия. 2021. № 4. С. 24–31. DOI: 10.51886/1999-740X_2021_4_24.