

СТАТЬЯ

УДК 631.421.1

**ВЛИЯНИЕ ПОЛИВОВ МИНЕРАЛИЗОВАННЫМИ ВОДАМИ
НА СОЛЕВОЙ БАЛАНС ОРОШАЕМЫХ ЛУГОВЫХ САЗОВЫХ ПОЧВ****Юлдашев Г.Ю., Дармонов Д.Ё.***Ферганский государственный университет, Фергана, e-mail: gylam48@mail.ru*

В работе приведены результаты трехлетнего воздействия коллекторно-дренажными водами на солевой баланс орошаемых луговых сазовых почв Центральной Ферганы. Показано, что в течение трех лет почвы были засолены в пределах средnezасоленных почв. Кроме того, в профиле обнаруживаются арзык-шоховые горизонты и мелкие кристаллы гипса и карбонатов в средней части. Также отмечается средняя степень засоления этих почв. Характер засоления – хлоридно-сульфатного и сульфатного типа. В агрофизических свойствах почв произошли несущественные изменения в объемном весе почв, где небольшое снижение показателя наблюдается в пахотных горизонтах вариантов при поливах минерализованными водами. Результаты анализа водной вытяжки позволили установить изменения степени засоления и качественного состава водорастворимых солей по профилю изученных почв в пользу вариантов с применением для поливов минерализованных вод. Орошаемые луговые сазовые почвы после трехлетнего полива арычными и минерализованными водами остались в группе средnezасоленных почв начиная с подпахотных горизонтов, а пахотные горизонты остались слабозасоленными. При этом наблюдается резкий рост плотного остатка в варианте с применением дренажных вод, где весной «ПО» составил 0,554%, а осенью 2018 стало 1,004% в пахотном слое. Далее отмечается резкий рост этого показателя до 1,6%, в вариантах 3, 4 аккумуляция солей наблюдается, но менее напряженно по сравнению с 2-м вариантом.

Ключевые слова: коллекторно-дренажные, минерализованные воды, орошение, средnezасоленные, сухой остаток, сернокислые, аккумуляция, баланс

**INFLUENCE OF IRRIGATION BY MINERALIZED WATERS ON THE SALT
BALANCE OF IRRIGATED MEADOWS SASA SOIL****Yuldashev G.Yu., Darmonov D.E.***Fergana State University, Fergana, e-mail: gylam48@mail.ru*

The paper presents the results of a three-year impact of collector-drainage waters on the salt balance of irrigated meadow sasa soils of Central Fergana, which indicates that for three years the soils are saline within the middle saline soils. In addition, arzyk-shokh horizons and small crystals of gypsum and carbonates in the middle part are found in the profile. Also the average degree of salinization of these soils. The character of salinity of the chloride-sulfate and sulfate types. In the agro physical properties of soils, insignificant changes in the bulk density of soils occurred, where a slight decrease in the indicator is observed in the arable horizons of options with irrigation with mineralized waters. The results of the analysis of water extract allowed us to establish changes in the degree of salinization and the qualitative composition of water-soluble salts according to the profile of the studied soils in favor of options using mineralized water for irrigation. After a three-year influence of irrigation with irrigation and saline waters, the irrigated meadow soils remained in the group of medium-saline soils starting from the arable horizons, while the arable horizons remained slightly saline. At the same time, there is a sharp increase in the dense residue in the variant with the use of drainage water, where in the spring «PO» amounted to 0.554%, and in autumn 2018, it became 1.004% in the arable layer, then there is a sharp increase in this indicator to 1.6%, in options 3, 4 salt accumulation is observed, but less intense compared with option 2.

Keywords: collector-drainage, mineralized water, irrigation, medium saline, dry residue, sulfate, accumulation, balance

Ежегодно в мире образуется порядка 300 км³ коллекторно-дренажных вод, в том числе в СНГ – 90 км³, в США – 30 км³, они наносят большой ущерб природе и экономике стран мира [1].

По мере развития орошаемого земледелия в Узбекистане растет сток коллекторно-дренажных вод, объем которых достигает 36–38 км³ в год, из них около 13,5–15,5 км³ ежегодно образуется в бассейне Сырдарьи. Удельный объем дренажного стока, формирующийся на территории Ферганской области, составляет 8,3 тыс. м³/га, а по бассейну Амударьи – от 3,4 тыс. м³/га до 12,7 тыс. м³/га. Поэтому очень важны и актуальны исследование химических и геохимических характеристик коллекторно-дре-

нажных вод и их использование для поливов сельскохозяйственных культур на месте их образования. На сегодняшний день в мировом масштабе приоритетное внимание уделяется исследованиям данного направления, в том числе изучению закономерностей формирования и химического состава, оценке эколого-мелиоративного состояния коллекторно-дренажных вод. Также особое значение придается влиянию минерализованных вод, изучению влияния динамики, аккумуляции и миграции водорастворимых солей.

Целями исследования являются определение направленности процессов почвообразования под влиянием поливов пшеницы минерализованными дренажными водами на орошаемых луговых сазовых

среднесуглинистых почвах, а также и коллекторно-дренажными, смешанными водами различной минерализации; определение урожайности пшеницы; вопросы охраны и экономии речных водных ресурсов и других компонентов экосистемы от антропогенного загрязнения.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования в 2012 г. выбраны орошаемые луговые сазовые среднесуглинистые почвы, распространенные на территории Кувинского района на границе пустынь и сероземного пояса Ферганской области.

Для посева выбраны сорта пшеницы «Половчанка» и «Андижан-1». Поливные воды – речные, коллекторные из коллектора Агроном, дренажные, которые образуются на месте, и смешанные. Объект с 3 сторон ограничен дренами открытого типа, с севера – коллектором Агроном. Общая площадь составляет 11,5 гектара.

В целях исследований влияния поливов минерализованными водами на свойства среднесуглинистых луговых почв нами в 2015 и в 2018 гг. проведены полевые опыты с 3 повторами и 4 вариантами в одном ярусе. Площадь каждого варианта составляет 114 м², учетная площадь 112 м². Опыты проведены согласно «Методике полевых опытов». Агрохимические и агрофизические исследования проведены на основе методических указаний, «Методов агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований почв в поливных хлопковых районах» [2].

Статистическая обработка проведена на ЭВМ согласно методике Юлдашева и др. [3]. рисунки, и некоторые математические разработки по программам Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Нами весной и осенью 2015 и 2018 гг. были взяты образцы почв следующего объекта и вариантов полевых опытов.

Вариант 1. Поливы арычной водой нормой 800 м³/га.

Вариант 2. Поливы дренажной водой нормой 800 м³/га.

Вариант 3. Поливы из коллектора Агроном нормой 800 м³/га.

Вариант 4. Поливы смешанной водой нормой 800 м³/га.

Во всех вариантах опыта посеяна пшеница сорта «Половчанка» 3 года подряд. Фенологические наблюдения проведены согласно методике [2]. Во всех вариантах в соответствии с программой брались об-

разцы пахотного и подпахотного горизонтов далее по генетическим горизонтам до уровня грунтовых вод. Кроме того, были взяты пробы арычной и грунтовой, дренажной, коллекторно-дренажной воды во время поливов. В мелиоративной практике минерализованные воды оцениваются в г/л как: пресные < 1; солоноватые 1–5; слабосоленые 5–10; соленые 10–30; сильносоленые 30–80; рассол > 80. Минерализация как дренажных, так и коллекторно-дренажных, смешанных вод, использованных для поливов, колеблется в интервале 2,85–4,80 г/л. (табл. 1.) Они являются опасными с точки зрения засоления почв и относятся к группе «солоноватые», минерализация которых оценивается как ниже 5 г/л.

В процессе испарения грунтовых вод в аридных областях происходит испарительная концентрация солей на поверхности почв. В зависимости от качества и количества солей в грунтовых водах аккумулируются соли, в основном хлориды, сульфаты.

В результате испарительной концентрации в почвах формируются геохимические профильно-зональные провинции, другими словами – галогеохимическая зональность, где выделяются зоны: обызвесткования, огипсования, хлоридно-натриевая, магниевая, соленакопления, в которых на последнем этапе могут аккумулироваться нитраты и нитриты.

С ростом концентрации солей и выпадения слаборастворимых солей изменяется состав почвенных растворов, возникает возможность выпадения сульфатов, к которым можно отнести засоленные почв Центральной Ферганы. В пустынных территориях галогенез проявляется совместно, ему сопутствуют малые осадки. Галогенез усиливается в бессточных котловинах типа Центральной Ферганы. В результате этого все почвы гипсоносны, засолены до нижних горизонтов.

Основным фоном пустынных почв являются сильнозасоленные почвы, породы, грунтовые и поверхностные воды, растения и др. Орошение наряду с положительными воздействиями на продуктивность растений вызывает и отрицательные явления, основывающиеся на возникновении засоления. Основная причина вторичного засоления – это нарушение равновесия в водно-солевом балансе территории за счет дополнительного поступления солей с поливными водами различной минерализации, активации солей, находящихся в почвенно-грунтовых толщах, а самое главное – подъема уровня грунтовых вод. Отсутствие дренажа, ненормированный полив усиливают засоление почв. Также на засоление почв влияет концентрация поливных оросительных вод.

Таблица 1

Средний химический состав поливных вод, г/л

Воды	ПО*	HCO ₃ '	Cl'	SO ₄ "	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺
2016 г.								
Арычные	0,925	0,066	0,09	0,555	0,115	0,058	0,031	0,041
Дренажные	4,210	0,252	0,220	1,550	0,275	0,240	0,090	0,141
Коллекторные	2,850	0,220	0,120	1,305	0,258	0,165	0,071	0,131
Смешанные	3,501	0,230	0,150	1,438	0,265	0,201	0,80	0,135
2017 г.								
Арычные	1,105	0,072	0,08	0,630	0,120	0,068	0,035	0,051
Дренажные	4,800	0,261	0,230	1,624	0,285	0,250	0,085	0,162
Коллекторные	3,420	0,240	0,180	1,458	0,310	0,170	0,070	0,184
Смешанные	2,810	0,220	0,140	1,544	0,265	0,211	0,072	0,152
2018 г.								
Арычные	0,845	0,055	0,09	0,648	0,120	0,071	0,024	0,050
Дренажные	4,02	0,240	0,235	1,718	0,280	0,245	0,084	0,172
Коллекторные	2,90	0,230	0,200	1,444	0,320	0,180	0,061	0,155
Смешанные	3,25	0,220	0,168	1,614	0,290	0,220	0,072	0,161

Примечание. *плотный остаток.

Для создания оптимального поливного режима сельскохозяйственных культур, в том числе пшеницы сортов «Половчанка» и «Андижан-1», необходимо прежде всего определить степень и тип засоления почв-грунтов. Во все годы исследования нами проведены по 3 вегетационных полива и количество, и качество их было близким с учетом этого положения, нами эти данные усреднены для каждого вегетационного периода по годам. Из которых видно, что в этих водах отсутствует нормальная сода. В арычных водах показатели как анионов, так и катионов низкие по сравнению с минерализованными водами (табл. 1).

Содержание гидрокарбонатов в арычных водах колеблется в интервале 0,0055–0,072 г/л, тогда как в минерализованных водах оно составляет 0,220–0,261 г/л. Аналогичная ситуация наблюдается по хлору, сульфатам, а также катионам. Ожидались высокие показатели, характерные для сульфатов, которые в минерализованных водах содержатся в пределах 1,30–1,72 г/л.

Таблица 2

Изменения общей массы солей в 0–100 см слое почвы, т/га

Период наблюдения	Варианты опыта			
	1	2	3	4
Весна 2016 г.	131,52	133,72	130,96	129,84
Осень 2018 г.	149,29	187,88	182,83	171,11
разница +	17,77	54,16	51,87	41,27
разница в кратности	–	3,04	2,92	2,32

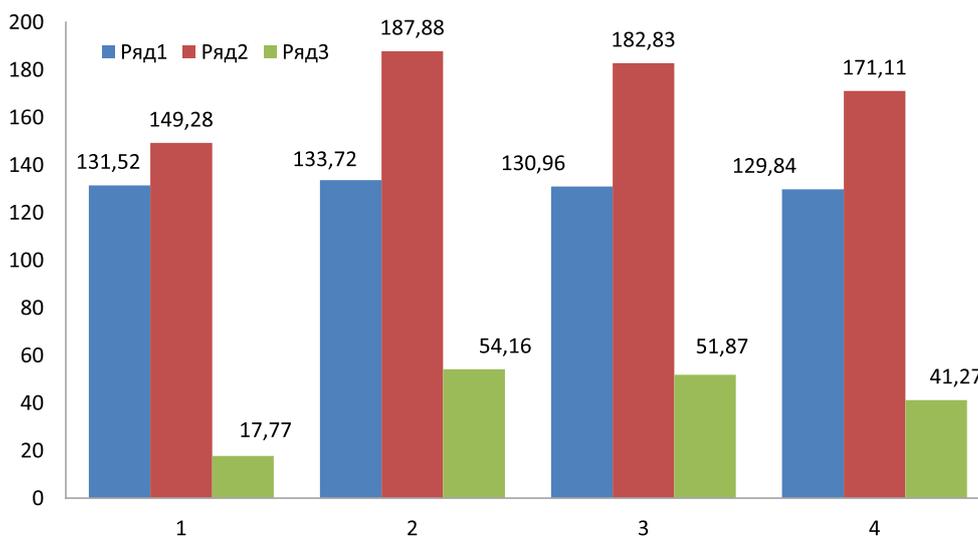
За период наблюдения с весны 2016 г., т.е. до проведения поливов водой различной минерализации, и до осени 2018 г., после проведения серии поливов речными минерализованными водами, в 0–100 см горизонте почв произошли следующие изменения в количестве общей массы солей (табл. 2).

Приведенные материалы показывают, что наибольшее накопление солей, как и ожидалось, происходит во 2-м варианте, где поливы проведены минерализованной водой с концентрацией 4,2–4,8 г/л, а затем идет вариант со смешанной водой, где концентрация солей порядка 3,8 г/л, а далее – 4-й и 3-й варианты.

Следует особо отметить, что в варианте с речными водами тоже произошло накопление солей порядка 17,8 т/га. Эти изменения можно более четко увидеть на рисунке, где изображены изменения этих солей за период с весны 2016 г. по осень 2018 г.

Приведенные на рисунке данные показывают, что плотный остаток в варианте с поливами речной водой с весны 2018 г. по осень 2018 г. изменился в интервале 129,8–133,7 т/га.

В варианте с поливами минерализованной, дренажной водой этот показатель очень существенно изменился за три года полива и колеблется в интервале 149,3–187,9 т/га. Если за три года в 1-м варианте накопилось солей в количестве 17,7 т/га, то во 2-м варианте этот показатель составляет 54,16 т/га, т.е. аккумуляция солей увеличилась почти в 3 раза (3,05 т/га).



*Изменение общей массы солей, т/га в 0–100 см слое почвы:
 ряд. 1. Сумма солей весной 2016 г; ряд. 2. Сумма солей осенью 2018 г;
 ряд. 3. разница между указанными периодами; 1-й, 2-й, 3-й, 4-й варианты опыта*

В 3-м варианте количество аккумулярованных солей за три года полива минерализованной водой составляет 51,9 т/га: по сравнению со 2-м вариантом на 2,3 т/га меньше, по сравнению с 1-м вариантом (полива арычной водой) в три раза больше (3,02 т/га). В варианте со смешанной водой аккумуляция солей увеличилась в 2,4 раза по сравнению с 1-м вариантом. Приведенные данные показывают, что применение минерализованных вод с минерализацией 3,8–4,2 г/л даже на среднесуглинистых почвах приводит к росту засоленности почв.

О засолении черноземов при поливах речными и минерализованными водами в разное время писали многие авторы [4–6]. Орошение сельскохозяйственных культур даже речными и минерализованными водами в условиях черноземов приводит к засолению. Поливы черноземов также приводят к росту объемной массы и обменного натрия солей в почвах, к снижению урожайности и качества сельскохозяйственной продукции, получаемой с этих почв.

Применение минерализованных вод при орошении оказывает еще более существенное негативное воздействие не только на почвы, но и на экологию [7–9] и геохимию ландшафтно-геохимического профиля. При этом, чем больше минерализация оросительной поливной воды, тем больше потребуются воды для поддержания промывного водного режима. Растворение и передвижение солей происходят с неодинаковой ско-

ростью, которая зависит от ряда факторов, таких как количество растворителя, плотность сложения, толщина почвы, дисперсность, диффузионная способность, обменные и окислительно-восстановительные реакции, биогеохимическое поглощение и миграция солей [10, 11]. Растворимость почвенных солей величина постоянная в чистом виде и зависит от ряда почвенных и водных факторов; температуры среды, концентрации солей в растворе и растворимых газах, от парциального давления CO₂ в воздухе, реакции среды, реакции между почвенными солями и почвенным поглощающим комплексом, содержания и качества гумуса, состояния и уровня плодородия и др.

Легкорастворимые соли почти всегда находятся в почвенном растворе. Для качественной и количественной характеристики засоления орошаемых луговых сазовых почв среднесуглинистого механического состава, которые подверглись поливом речной и минерализованной воды, где была посеяна пшеница.

В целом из приведенных данных можно увидеть, что количество солей при поливах увеличивается из года в год, особенно в верхнем 0–100 см слое почв. Наиболее интенсивное накопление происходит во 2-м и 3-м варианте.

Таким образом, несмотря, а такое значительное введение воднорастворимых солей, почвы остаются средnezасоленными, а пахотные слои – слабозасоленными.

Математическая обработка полученных данных по плотному остатку, в которой для 0–100 см слоя почв приведено содержание плотного остатка в тоннах на 1 гектар, характеризуется следующими показателями:

- среднее содержание 114,4 т/га;
- среднее квадратичное отклонение $\pm 56,1$;
- коэффициент вариации 49,0.

Полученные данные хорошо коррелируют со средними урожаями пшеницы (41,65 ц/га), коэффициент корреляции положительный и составляет 0,51.

В заключение можно сказать, что, несмотря на достаточно высокие показатели сернокислых солей в изученных вариантах почв, содообразование не произошло из-за недостаточности углерода органических веществ.

Из токсичных солей самое высокое содержание $MgSO_4$ отмечается во 2-м и 3-м, 4-м вариантах, далее следуют Na_2SO_4 , $NaCl$.

Во втором варианте содержание токсичных солей колеблется в интервале 0,292–0,803% и находится на границе очень сильно засоленных.

Содержание общей массы солей в 0–100 см слое почвы коррелируется с урожайностью пшеницы сортов «Половчанка» и «Андижан-1». Коэффициент корреляции составляет $\pm 0,5$ при урожайности пшеницы порядка 41,65 ц/га, общее содержание солей 114,5 т/га.

Список литературы

1. Мгеладзе В.С. Повторное использование коллекторно-дренажных вод в мелиоративных системах: автореф. дис. ... канд. тех. наук. Москва, 1992. 21 с.
2. Мачигин Б.П., Протасов П.В., Тюрина И.В. Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах. Ташкент, 1963. 439 с.
3. Юлдашев Г., Зокирова С., Исагалиев М. Мелиорация почв. (на узб.). Ташкент, 2014. 104 с.
4. Алешина Н.И., Макарычев С.В. Использование сточных вод для повышения урожайности сена многолетних трав и сохранения плодородия черноземов Алтая. М.-Т., 2019. С. 112–115.
5. Безднина С.Я. Научные основы оценки качества воды для орошения. Рязань: Изд-во РГТУ, 2013. 171 с.
6. Мелиорация земель. Учебник (ред. Голованов А.Н.). М.: Колос, 2011. 824 с.
7. Исаев С.Х. Научно-практические основы полива хлопчатника и зерновых методом субиригации. Ташкент, 2015. 167 с.
8. Абдуллаев С.А., Намозов Х. Гидрология и мелиорация почв. Ташкент, 2018. С. 37.
9. Чембарисов Э.И., Махмудов И.Э., Лесник Т.Ю., Вахидов Ю.С., Долидудко А.И. Минерализация и гидрохимический режим рек среднего течения р. Сырдарья. М.-Т.: 2019, С. 241–249.
10. Исаков В.Ю. Засоленные почвы Ферганской долины // Вестник Туранской академии наук. 2016. № 4. С. 18–21.
11. Рахимов А.А., Тожибоева Б.Р. Изменение качественного и количественного состава солей луговых солончаков за шестьдесят лет // Современные проблемы почвоведения и земледелия: сборник материалов республиканской научной конференции. 2019. С. 51–53.