

УДК 631.41

Запас и качество воднорастворимых солей в природных и вторичных солончаках Ферганской долины

Юлдашев Г., Исагалиев М., Азимов З., Мамажонов И.

Ферганский государственный университет, Узбекистан

DOI: 10.18522/2308-9709-2023-43-2

Аннотация

Рассматривается профильное распределение воднорастворимых солей в солончаках природного и антропогенного генезиса. Выявлено влияние степени окультуривания солончаков на качество и количество токсичных и нетоксичных солей, а также запаса солей в условиях пустынных степей Ферганской долины.

Ключевые слова: вторичные солончаки, запас солей, токсичные соли, орошение, освоение, минерализация, аккумуляция.

Stock and Quality of Water-Soluble Salts in Natural and Secondary Solonchaks of the Fergana Valley

Yuldashev G., Isagaliev M., Azimov Z., Mamajonov I.

Fergana State University, Uzbekistan

Abstract

The profile distribution of water-soluble salts in solonchaks of natural and anthropogenic genesis is considered. The influence of the degree of cultivation of solonchaks on the quality and quantity of toxic and non-toxic salts, as well as salt reserves in desert conditions, has been revealed.

Key words: secondary solonchaks, salt stock, toxic, irrigation, development, mineralization, profile, accumulation.

Введение. Засоление — это свойство, которое лимитирует потенциальное плодородие орошаемых, богарных и других почв, влияет на определение их экологического состояния. Засоление почво-грунтов является динамическим

процессом, требующим постоянного мониторинга и мелиорации (Юлдашев и др., 2008; Юлдашев, Исагалиев, 2012). Общая площадь засоленных почв мира составляет 950 млн. га в том числе в Северной Америке 17720, в Южной Америке 129165, в Африке 80538, Южной и Западной Азии 211448, Юго-Восточной Азии 21521, Австралии и Океании 357508, Европе 50804 (Сабољч и др., 1980). При этом наибольшая площадь засоленных почв приходится на долю пустынных земель. Генетические особенности пустынных почв определяются не глубоким, но ежегодным промачиванием до глубины 40–50 см, главным образом весной, иссушением летом и низкими температурами зимой. Почвы характеризуются засоленностью, энергичной минерализацией растительных остатков и биогенным накоплением карбонатов в верхней части профиля, фульватным типом гумуса, со слабой полимеризацией органических веществ, слабым глинообразованием в средней части профиля, ожелезнением с образованием пленок из гетита и накоплением пылеватых фракций за счет слабого выветривания (Лобова, 1960).

Генезис засоленных почв в отдельных регионах характеризуется специфическими чертами. Так в Забайкалье засоленные почвы приурочены к степным и сухостепным ландшафтам, наличие которых обусловлено, в основном, горно-котловинным рельефом. Рассматривая влияние различных факторов, аккумуляция солей на генезис и географию засоленных почв Западного Забайкалья, авторы приходят к выводу, что на первый план выдвигаются криоаридность климата и особенности рельефа (Черноусенко, Ямнова, 2004).

В ряде работ (Редли, Панкова, 2004; Котенко и др., 2020) проведено обобщение большого материала по засоленным почвам Бурятии, составлена детальная геоморфологическая карта Баргузинской котловины, из которой явствует, что засоленные почвы тяготеют к низкой озерно-аллювиальной равнине. Генезис засоления, степень и качество рассмотрены с точки зрения источников и механизмов засоления. Подчеркивается, что засоление почв

изменяется во времени и в пространстве (Юлдашев и др., 2017; Котенко и др., 2020).

Наличие засоленных почв и солончаков в почвенном покрове приводит к снижению урожайности пастбищных и сельскохозяйственных культур.

Большой урон сельскому хозяйству наносит вторичное засоление. Вторичное засоление – широко распространенное явление в орошаемой зоне пустынь, и требует глубокого всестороннего исследования.

Объекты и методы исследования. В целях исследования поставленного вопроса нами были выбраны следующие объекты и почвенные разрезы.

Разрез 3. Куштепинский район, природный заповедник, солончаковый массив (рис.1).

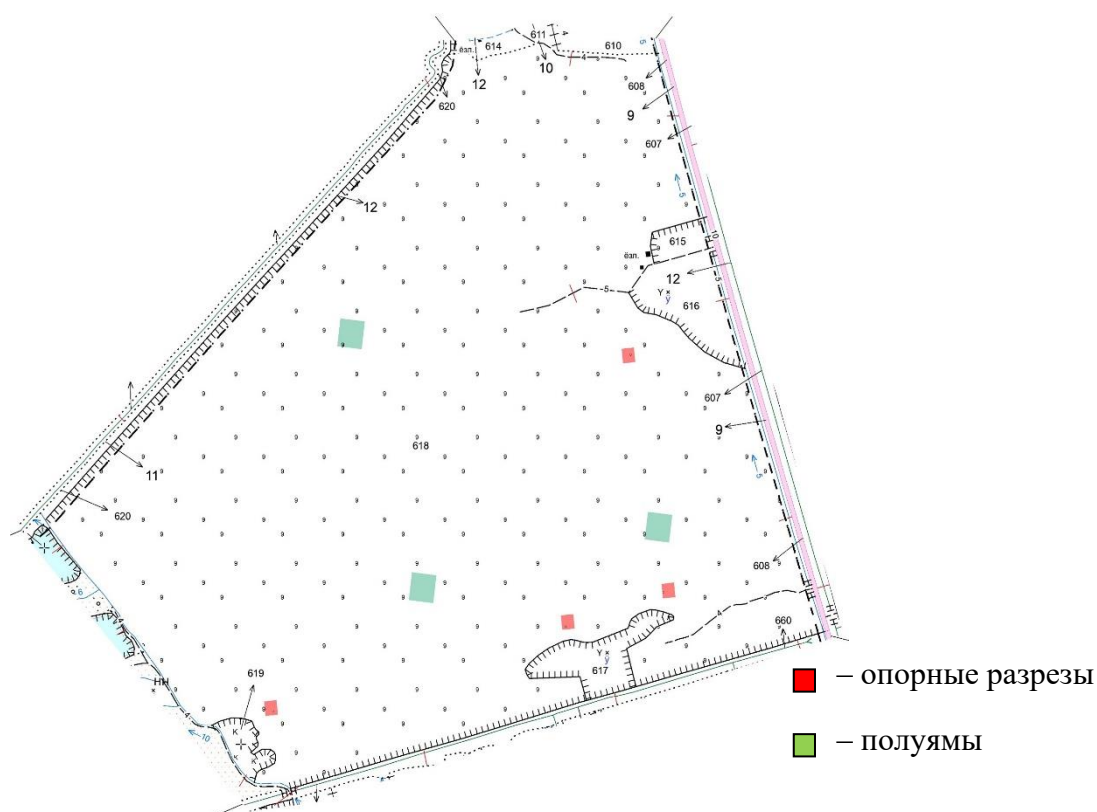


Рис.1 – Карта-схема природных солончаков (заповедник)

Разрез 2. Язьяванский район, фермерское хозяйство «Абдулла», солончаковое пятно, новоосвоенные солончаки после 15-летнего использования в сельском хозяйстве.

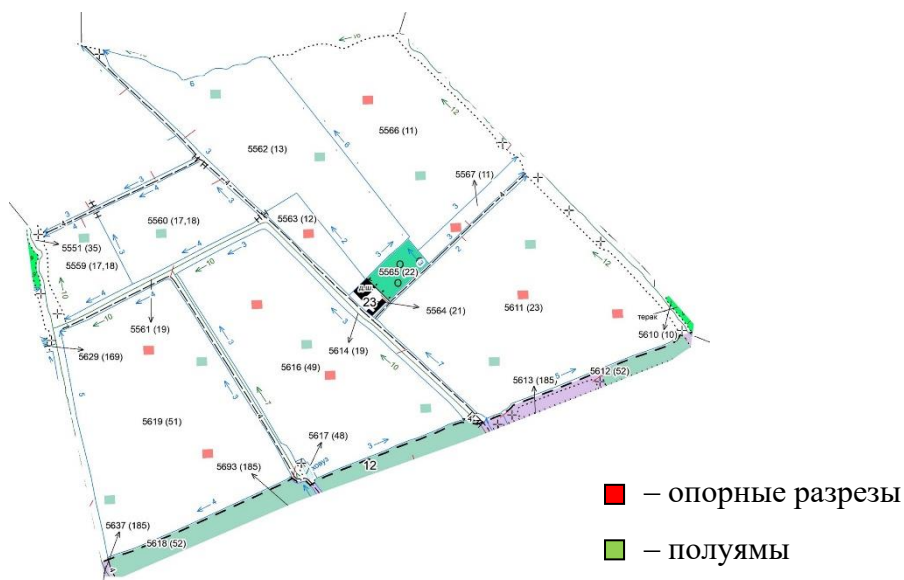


Рис.2 – Карта-схема вторичных солончаков (фермерское хозяйство Абдулла)

Разрез 1. Солончаковое пятно, фермерское хозяйство «Мардан», новоорошаемые солончаки после 30-летнего использования в сельском хозяйстве.

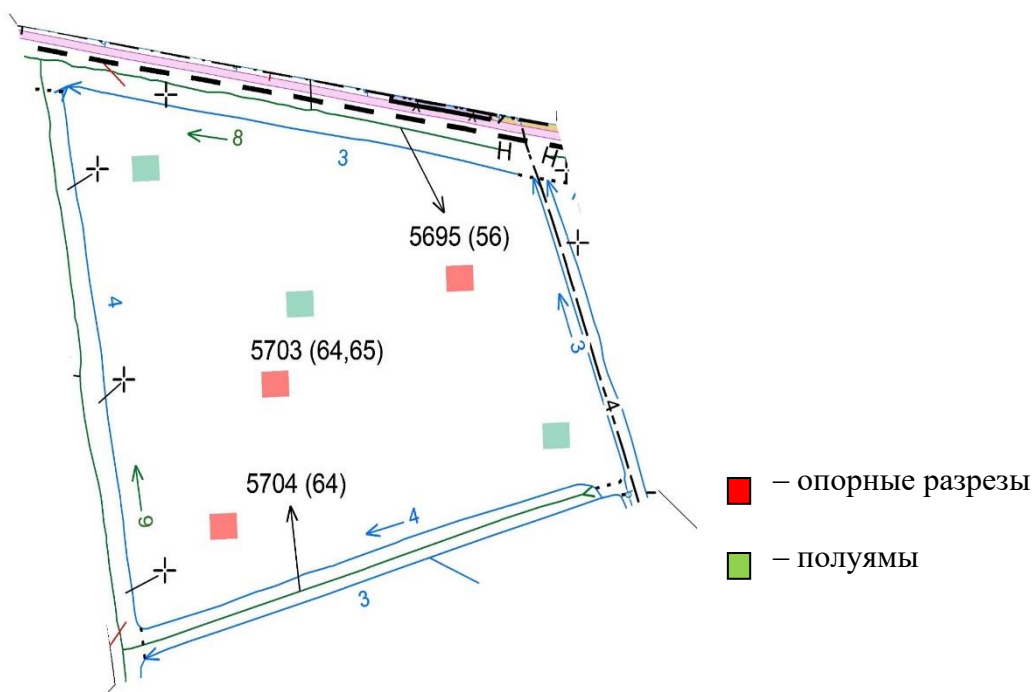


Рис.3 – Карта-схема вторичных солончаков (фермерское хозяйство Мардан)

Полевые и лабораторные исследования проведены по общепринятым в почвоведении методам. Состав и количество воднорастворимых солей определены в водной вытяжке, полученной при соотношении вода: почва = 1:5.

Результаты исследования и обсуждение. Аккумуляция солей достигает своего максимума в испарительных педогеохимических барьерах солончаков. Процесс повышения концентрации легкорастворимых солей в грунтовых водах и почвенных растворах сопровождается одновременным переходом в осадок и накоплением менее растворимых солей в грунтах и почвенных горизонтах.

Аккумуляция солей в грунте начинается с таких наименее растворимых веществ, как соединения железа и кремнезема, карбонаты кальция и магния. В дальнейшем, по мере увеличения общей концентрации солей в почвенном растворе из грунтовой воды, к ним присоединяются гипс, сульфаты натрия и позднее – сульфат магния (Ковда, 1984). Вторичные солончаки могут образовываться практически во всех орошаемых почвах зоны пустынь и полупустынь. Например, светло-каштановые солонцеватые суглинистые почвы на лессовидных суглинках в ходе эксплуатации подвергаются вторичному засолению из-за завышенных поливных норм (Горохова и др., 2020). И таких примеров много.

На основании ретроспективного анализа различных возможностей и классификации солевой деградации почв сделан вывод о наличии разнообразных методик, ориентированных, как на получение отдельных характеристик почв в целях их неблагоприятного солевого состава, так и на различные подходы к процедурам и методам диагностирования (Панкова и др., 2018).

В настоящее время в большинство стран для оценки степени и качества засоления почв используют данные водной вытяжки (1:5), при этом проводится расчет токсичных и нетоксичных солей. Солончаки выделяют на высоком таксономическом уровне, почвы, в которых солевые горизонты не

соответствуют типовым признакам солончаков, как засоленные, так и содержащие повышенное количество обменного натрия, рассматриваются на более низком таксономическом уровне (Панкова и др., 2018).

В луговых солончаках Центральной Ферганы концентрация почвенного раствора по профилю колеблется в интервале 81,2–280,0 г/л, при этом закономерности выпадения из раствора гипса, сульфатов натрия и магния сохраняются, и наивысшая их концентрация приурочена к испарительным барьерам (Ковда, 1984; Юлдашев, Холдаров, 2018).

Кроме того, ежегодно большие площади земель выпадают из сельскохозяйственного оборота за счет процесса вторичного засоления почвогрунтов в зоне орошения.

Вторичное засоление, особенно щелочность, вызываемая содой, – угроза для сельского хозяйства. В ряде случаев недооцениваются значение уровня грунтовых вод и их минерализация, игнорируется ионный состав солей в почвах и грунтовых водах, что недопустимо, так как химический ионный состав вторичных солончаков определяется в основном химическим составом и минерализацией грунтовых вод. Огромную роль в скорости, количественном и качественном отношении процесса вторичного засоления играют период естественной аккумуляции солей и водно-солевой баланс территории, имевшие место до орошения и освоения.

Из вышеизложенного видно, что исследование процессов засоления и рассоления природных и вторичных солончаков во времени и в пространстве в пустынной зоне является очень важной проблемой современного почвоведения.

Соли в основном представлены сернокислыми и хлоридными кальцием, магнием и натрием. В исследованных нами солончаках природного и антропогенного генезиса основная масса солей представлена в виде CaSO_4 и MgSO_4 далее идут NaCl , Na_2SO_4 (табл. 1).

Таблица 1 – Солевой состав солончаков и грунтовых вод Ферганской долины, %

Глубина, см	Na ₂ CO ₃	Ca(HCO ₃) ₂	CaSO ₄	MgSO ₄	Na ₂ SO ₄	NaCl	Нетокси- чные	Токсици- ные	Сумма
Заповедник (разрез 3)									
0–3	0,003	0,070	1,594	1,558	0,232	0,554	1,664	2,347	4,011
3–46	0,005	0,062	1,360	1,366	0,188	0,553	1,422	2,112	3,534
4–74	0,002	0,054	1,487	1,582	0,136	0,550	1,541	2,270	3,811
74–107	0,002	0,044	1,214	1,208	0,146	0,380	1,258	1,736	2,994
107–160	0,005	0,045	1,132	1,189	0,121	0,383	1,177	2,785	3,960
Гр. воды, г/л	1,013	1,100	22,820	21,850	3,850	5,425	23,920	32,138	58,058
Вторичный солончак, 15 лет, фермерское хозяйство Абдуллох (разрез 2)									
0–23	Следы	0,070	1,265	1,281	0,077	0,527	1,335	1,885	3,220
23–40	0,001	0,032	0,836	1,040	0,055	0,364	0,868	1,460	2,328
40–50	Следы	0,052	0,800	0,884	0,115	0,260	0,852	1,259	2,111
50–100	Следы	0,020	0,493	0,400	0,059	0,240	0,513	0,700	1,213
100–150	Следы	0,023	0,389	0,299	0,229	0,229	0,412	0,790	1,202
Гр. воды, г/л	0,267	0,260	2,720	2,758	0,410	0,451	2,980	3,491	6,471
Вторичный солончак, 30 лет, фермерское хозяйство Мардан (разрез 1)									
0–33	0,002	0,062	1,252	1,111	0,039	0,671	1,319	1,823	3,142
33–44	Следы	0,052	0,802	0,902	0,035	0,361	0,854	1,358	2,212
44–66	Следы	0,062	0,680	0,800	0,034	0,345	0,742	1,129	1,921
66–96	Следы	0,039	0,660	0,223	0,126	0,247	0,699	1,096	1,795
96–115	0,002	0,037	0,254	0,337	0,028	0,181	0,391	0,548	0,939
Гр. воды, г/л	0,167	0,169	2,120	1,870	0,400	0,368	2,289	2,805	5,094

При сопоставлении данных солевого состава по разрезам вторичных солончаков можно наблюдать ту же закономерность, что в природном солончаке, но менее выраженную. В аккумуляции сернокислого кальция в профиле почв наблюдается относительно четкая последовательность в сторону уменьшения его количества вниз по профилю во всех изученных разрезах.

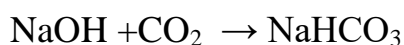
При этом высокие показатели сернокислого кальция характерны для всех горизонтов природного солончака, где его содержание колеблется в пределах 1,132–1,594% тогда, когда во всех горизонтах вторичного солончака массива, орошаемого в течение 30 лет (разрез 1), содержание гипса колеблется в

интервале 0,389–1,265%, а в профиле солончака, орошаемого в течение 15 лет (разрез 2), изменяется в пределах 0,254–1,252%.

Гидрокарбонат кальция, выпадая на поверхности с сернокислыми солями кальция, магния и хлористыми солями натрия принимает участие в генезисе поверхностных горизонтов природного пухлого солончака. Распределение сернокислых и хлористых солей натрия во всех изученных солончаках имеет практический одинаковый равномерно убывающий вниз по профилю характер. Содержание этих солей снижается с глубиной до самого уровня грунтовых вод, причем ожидаемо наибольшая их концентрация соответствует верхним горизонтам, что связано с работой испарительного барьера. Сумма нетоксичных солей, представленных гидрокарбонатами и сульфатами кальция, колеблется в природных солончаках в интервале 1,13–1,66 %, в новоосвоенном солончаке (разрез 1) нетоксичные соли составляют 0,41–1,33 %, а в новоорошаемом солончаке (разрез 2) несколько ниже: от 0,39 до 1,31 %. Примерно такая же закономерность сохраняется в отношении токсичных солей, но более напряжено. Как ожидалось, наивысшие концентрации общего содержания воднорастворимых солей характерны для природного солончака, где содержание солей колеблется в интервале 3,5–4,01 %, во вторичных солончаках их содержание заметно ниже: 1,20–3,22 % (разрез 1) и 0,93–3,1 % (разрез 2). Интересным моментом в этих исследованиях считается появление и генезис соды во всех горизонтах природных и в отдельных слоях вторичных солончаков, а также в грунтовых водах региона исследований.

На общем фоне токсичных солей, которые содержатся в пределах 55,1–70,3 % от общей суммы солей в почво-грунтах и грунтовых водах природных солончаков, в отдельных горизонтах вторичных солончаков и питаемых их грунтовых водах, обнаруживается сода, что нежелательно. Её появление связывают с органическими веществами, физико-химическими и другими факторами и процессами. На наш взгляд, появление соды в изученных почвах связано с биогеохимическими процессами и происходит практически без

участия органического углерода, которого в почвах Ферганской долины очень мало для образования соды. Но достаточно много сульфатных солей и гидроксидов железа, при взаимодействии которых с участием сульфат редуцирующих микроорганизмов происходит образование соды по следующей схеме:



Надо отметить, что при достаточном количестве органического углерода при участии сульфидов металлов может произойти образование соды. Основная масса солей во всех изученных солончаках, как в природных, так и во вторичных, приходится на долю токсичных, накопление которых в метровом слое достигает 52,5–195,7 т/га (табл. 2).

Таблица 2 – Запасы солей в солончаках, т/га

Номера и местоположение разрезов	Глубина, см	Токсичные	Нетоксичные	Всего	Токсичные от общего запаса, %
Разрез-3 Куштепинский район-заповедник, природные солончаки	0–50	160.92	109.01	269.93	59.6
	50–100	197.20	137.43	334.63	41.0
	0–100	358.12	246.44	604.56	59.2
Разрез-1 Язьяванский район фермерское хозяйство «Абдуллох» вторичные солончаки	0–50	119.69	77.94	197.63	60.6
	50–100	52.50	39.76	92.26	56.9
	0–100	172.19	117.6	289.89	59.4
Разрез-2 Язьяванский район фермерское хозяйство «Мардон» вторичные солончаки	0–50	116.34	81.2	197.54	58.9
	50–100	79.38	49.41	128.79	61.6
	0–100	195.72	130.61	326.30	60.0

Как и ожидалось, максимальное количество солей накапливается в природном солончаке, где общее содержание водорастворимых солей достигает 600 и более тонн на гектар. Значительно меньшее количество солей обнаруживается во вторичном солончаке новоорошаемых земель, где сумма солей в метровом слое составляет около 190 т/га (разрез 1).

Независимо от состояния изученных солончаков, содержание токсичных солей от общей суммы колеблется в интервале 56,9–61,6 % (табл. 2), остальная часть приходится на долю нетоксичных солей. Теоретически содержание солей в природных солончаках должно быть намного больше, чем во вторичных солончаках, которые подвергаются ежегодным промывкам. Природные солончаки незащищены от влияния сильных (>15 м/с) ветров, продолжительность которых в этой зоне достигает 40 дней и более, и которые в значительной степени увеличивают испаряемость. Исходя из этих обстоятельств можно рассчитать промывную норму воды для этих солончаков по формуле В. Р. Волобуева, которая для природных и вторичных солончаков соответственно составляет от 9000 до 11530 м³/га воды.

Заключение

В пустынной зоне проблемы орошения и борьбы с засолением земель весьма актуальны, особенно при высокой испаряемости, усиливающей испарительный педогенный барьер, и напорности гидрогеохимически обогащённых грунтовых вод высокой минерализации хлорид-сульфатного и сульфатного типа. Длительность окультуривания солончаков до 15 (разрез 2) и более 30 лет (разрез 1) в природных условиях пустыни Центральной Ферганы незначительно влияет на процессы, идущие во вторичных солончаках. В указанных сроках окультуривания содержание солей в верхних пахотных горизонтах составляет 3,1–3,2%, а качественный состав солей не меняется.

Однако, степень окультуренности почв проявляется различиями в профилном накоплении: в почве, где период освоения более 30 лет, запас солей в метровом

слое составил около 290 т/га, а в почве с периодом освоения более 15 лет – 326,3 т/га.

Литература

1. Сабольч И., Варраляи Д., Мироненко Е. и др. Моделирование процессов засоления и осолонцевания почв. М.: Наука, 1980. 260 с.
2. Лобова Е. В. Почвы пустынной зоны СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 363 с.
3. Горохова И. Н., Хитров Н. Б., Кравченко Е. И. Токсичная щелочность, вторичное засоление почв //Почвоведение, 2020. №4. С. 463–472.
4. Панкова Е. И., Герасимова М. И., Королук Т. В. Засоленные почвы в отечественных, американской и международной почвенных классификациях //Почвоведение, 2018. №11. С. 1309–1321.
5. Ковда В. А. Проблемы борьбы с опустыниванием с засолением орошаемых почв. М., «Колос» 1984. 303 с.
6. Юлдашев Г., Холдаров Д.М. Биогеохимия засоленных почв Ферганы. 2018. 158 с. (на узбекском языке).
7. Черноусенко Г. И., Ямнова И. А. О генезисе засоления почв Западного Забайкалья //Почвоведение, 2004. № 4. С. 399–414.
8. Юлдашев Г., Исагалиев М. Геохимия почв конусов выноса. Ташкент: «Фан», 2012. 160 с.
9. Редли М., Панкова Е. И. Результаты современных исследований засоленных почв в Европе //Почвоведение, 2004. №12. С.1473–1485.
10. Котенко М. Е., Сорокин А. Е., Савич В. И., Подволоцкая Г. В., Мохамеди Шима. Изменение засоления почв во времени и в пространстве. //Плодородие, 2020. №1. С. 43–48.
11. Юлдашев Г., Зокирова С., Исагалиев М. Орошаемый земельный фонд Ферганской долины // Сельское и водное хозяйство Узбекистана, 2008. С. 22-23.

12. Юлдашев Г., Исагалиев М., Солиев А., Солиева С. Влияние поливов минерализованными водами на свойства гидроморфных легких почв пустынной зоны // «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства». V Международная науч. экол. конф. /сост. В.В.Корунчикова; под ред. И.С.Белюченко. Краснодар: КубГАУ, 2017. С. 800-803.

References

1. Sabolch I., Varralyai D., Mironenko E. et al. Modeling of soil salinization and solonchization processes. M.: Nauka, 1980. 260 p.
2. Lobova E. V. Soils of the Desert Zone of the USSR. M.: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1960. 363 p.
3. Gorohova I. N., Khitrov N. B., Kravchenko E. I. Toxic alkalinity, secondary soil salinization // Soil Science, 2020. No. 4. pp. 463–472.
4. Pankova E. I., Gerasimova M. I., Korolyuk T. V. Saline soils in domestic, American and International Soil Classifications // Soil Science, 2018. No. 11. S. 1309–1321.
5. Kovda V. A. Problems of combating desertification with salinization of irrigated soils. M., Kolos, 1984. 303 p.
6. Yuldashev G., Kholdarov D.M. Biogeochemistry of saline soils of Fergana. 2018. 158 p. (in Uzbek).
7. Chernousenko G. I. and Yamnova I. A. On the genesis of soil salinization in Western Transbaikalia// Soil Science, 2004, no. 4, pp. 399–414.
8. Yuldashev G., Isagaliev M. Geochemistry of soils of alluvial fans. Tashkent: Fan, 2012. 160 p.
9. Redley M., Pankova E. I. Results of modern studies of saline soils in Europe // Soil Science, 2004. No. 12. S.1473–1485.

10. Kotenko M. E., Sorokin A. E., Savich V. I., Podvolotskaya G. V., Mohamadi Shima. Changes in soil salinity in time and space // *Fertility*, 2020. No. 1. pp. 43–48.
11. Yuldashev G., Zokirova S., Isagaliev M. Irrigated land fund of the Fergana Valley // *J. Agriculture and water management of Uzbekistan*, 2008, pp. 22-23.
12. Yuldashev G., Isagaliev M., Soliev A., Solieva S. Influence of irrigation with mineralized waters on the properties of hydromorphic light soils of the desert zone // *Problems of reclamation of household waste, industrial and agricultural production. V International Scientific ecol. conf. / comp. V.V. Korunchikov; ed. I.S. Belyuchenko. Krasnodar: KubGAU, 2017, pp. 800–803.*