

6. Полетаева А.Н., Когтева Е.Ф., Полякова Е.А. Изучение влияния упаковки из полимерных пленочных материалов на основе полиолефинов на сохранность муки при длительном хранении // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. № 7 (7), 2017, С. 240.
7. Потороко И.Ю., Малинин А.В., Цатуров А.В., Яхья К.А.М., Ботвинников Н. А., Генжак З.Ю. Биоразлагаемые материалы на основе растительных полисахаридов для упаковки пищевых продуктов. Часть 3: Исследование способности к биоразложению // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: пищевые и биотехнологии. № 1, 2022, Т. 10, С. 107-116.
8. Тюрина Т.Г., Крюк Т.В., Кудрявцева Т.А., Завязкина Т.И., Романенко Н.А. Получение и свойства пленочных материалов на основе картофельного крахмала и органических кислот // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. № 1, 2021, С. 154-159.
9. Шаванская И.А. Съедобные пленкообразующие покрытия для упаковки пищевых продуктов // Техника и оборудование села. № 12, 2011, С. 35.
10. Крутько Э.Т. Технология биоразлагаемых полимерных материалов: учеб.-метод. пособие. – Минск: БГТУ, 2014 – 105 с. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35599328>.
11. Guzman-Puyol S., Benítez J.J., Heredia-Guerrero J.A. Transparency of polymeric food packaging materials // Food Research International. Т. 161, 2022, С. 111792.

УДК 631.6.03/631.42

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД И ИХ ВЛИЯНИЯ НА ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ МАКТААРАЛЬСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

**Аманбаева Балжан Шакировна (ORCID 0000-0001-5000-2555),
Джайсамбекова Раушан Аманбековна (ORCID 0000-0002-0431-124X),
Басманов Александр Викторович (ORCID 0000-0002-8552-4158),
Шайдуллина Екатерина Георгиевна (ORCID 0009-0002-8653-7679)**

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»,
Тараз, Казахстан

Аннотация. В статье обобщены результаты исследований по оценке качества коллекторно-дренажных вод и их влияния на эколого-мелиоративное состояние орошаемых земель Мактааральской оросительной системы Туркестанской области. Основными факторами, негативно влияющими на эколого-мелиоративное состояние орошаемых земель и продуктивность сельскохозяйственных культур, являются дефицит воды в период полива, объемы коллекторно-сбросных вод и деградация почв. Также в статье приведены влияния качества коллекторно-дренажных вод на процессы осолонцевания и ошелачивания почв.

Ключевые слова: оросительная система, качество воды, экология, коллекторно-дренажные воды, скважина вертикального дренажа

КОЛЛЕКТОР-ДРЕНАЖДЫК СУУНУН САПАТЫНА БААЛОО ЖАНА АЛАРДЫН МАКТААРАЛ СУГАТ СИСТЕМАСЫНЫН СУГАТ ЖЕРЛЕРИНИН ЭКОЛОГИЯЛЫК-МЕЛИОРАТИВДИК АБАЛЫНА ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ

Аннотация. Макалада коллектордук-дренаждык суулардын сапатын жана Түркстан облусунун Мактаарал сугат системасынын сугат жерлеринин экологиялык жана мелиоративдик абалына тийгизген таасирин баалоо боюнча изилдөөлөрдүн жыйынтыктары жалпыланган. Сугат жерлеринин экологиялык-мелиоративдик абалына жана айыл чарба өсүмдүктөрүнүн түшүмдүүлүгүнө терс таасирин тийгизген негизги факторлор сугат мезгилинде суунун жетишсиздиги, коллектордук-агызма суунун көлөмү жана кыртыштын бузулушу болуп саналат. Коллектордук-дренаждык суулардын сапатынын топурактардын щелочка айлануу процесстерине тийгизген таасири көрсөтүлөт.

Негизги сөздөр: ирригациялык система, суунун сапаты, экология, коллектордук-дренаждык суу, вертикалдык дренаждык скважина

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF COLLECTOR-DRAINAGE WATERS AND THEIR IMPACT ON THE ECOLOGICAL AND RECLAMATION STATE OF IRRIGATED LANDS OF THE MAKTAARAL IRRIGATION SYSTEM

Abstract. The article summarizes the results of studies on the assessment of the quality of collector-drainage waters and their impact on the ecological and meliorative state of irrigated lands of the Maktaaral irrigation system of the Turkestan region. The main factors that negatively affect irrigated lands' ecological and meliorative state and agricultural crop productivity are water shortage during the irrigation period, the volumes of collector-drainage waters, and soil degradation. The influence of the quality of collector-drainage waters on the processes of salinization and alkalization of soils is given.

Keywords: irrigation system, water quality, ecology, collector-drainage waters, vertical drainage well

Введение

Основным источником орошения Мактааральской оросительной системы Туркестанской области является межгосударственный магистральный канал (ММК) «Достык», по которому подается вода с территории Узбекистана для полива всех орошаемых земель оросительной системы. В последние годы участились случаи недопоставки воды по ММК «Достык» в период пикового водопотребления сельскохозяйственных культур. В то же время здесь, образуются огромные объемы коллекторно-сбросных вод, достигающие 30-50% от водоподачи и сбрасываются за их пределы, загрязняют водные источники и ухудшают окружающую среду.

Основными факторами, негативно влияющими на плодородие орошаемых земель и продуктивность сельскохозяйственных культур в Мактааральской оросительной системе, являются дефицит воды в период полива и деградация почв. Деградация орошаемых почв происходит в результате их засоления, осолонцевания и ощелачивания.

Поднятие уровня грунтовых вод, увеличение чрезмерной ее минерализации, способствуют поднятию солей в верхние слои в больших объемах, влияющие на процесс засоления почв. В настоящее время по данным Южно-Казахстанской гидрогеоло-мелиоративной экспедиции (ЮКГТМЭ) по Мактааральскому району 60% орошаемых земель засолено [1-2].

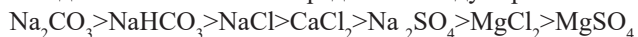
Засоленные почвы характеризуется высоким содержанием солей, которые препятствует поступлению в растения влаги и питательных элементов. Солонцы и солонцеватые почвы насыщены натриевыми (и магниевыми) солями, которые весьма отрицательно воздействуют на почву.

В последние годы на орошаемых землях возрос уровень солонцеватости и щелочности почв, особенно там, где исходные запасы сернокислого кальция (гипса) невелики (<1,5 %), вследствие применения монокультуры (значительной доли технических культур - хлопчатника), снижения норм внесения органических и минеральных удобрений, сокращения площадей, занятых многолетними травами. В настоящее время значительная часть орошаемых земель характеризуется ухудшением физико-химических свойств почв, которые нуждаются в пополнении их кальцием. Такое положение дел связано не с классическим осолонцеванием, когда ведущая роль принадлежит иону натрия, а с его ростом магния в составе поглощенных оснований [3]. В таких почвах, когда запасы обменного магния превышают 25% от емкости поглощения, ионы магния экранируют ионы кальция, и он становится слабодоступным для растений [4]. При значительном накоплении магния в поглощающем комплексе (выше 25% от ППК) возрастает набухаемость и усиливается пептизация коллоидов, снижается устойчивость агрономической структуры, ухудшаются фильтрационные свойства почв, усиливаются механизмы разрушения и выноса гумуса, возрастают расходы воды на получение единицы продукции. При поливах данные почвы заплывают, а при между-рядных обработках образуются трудно разрушаемые глыбы [4,5].

Материалы и методы исследования

На орошаемых землях качество водных ресурсов оценивается в зависимости от возможности вторичного засоления, осолонцевания и ощелачивания почв коллекторно-дренажной водой. Для этого необходимо изучить следующие показатели: общую минерализацию, числовые значения анионов и катионов; наличие или отсутствие соды; содержание токсичных и нетоксичных солей; уровни значений pH.

В водах соли по степени вредности следует располагать в следующей последовательности:



Качество поверхностных и грунтовых вод, коллекторно-дренажных вод предварительно можно определить по общей их минерализации (таблица 1).

Таблица 1

Оценка качества вод по общей минерализации

Вода	Общая минерализация, г/л
Пресная	< 1
Слабозасоленная	1-3
Среднезасоленная	3-10
Засоленная	10-35
Засоленность	>35

Качество поверхностных, грунтовых и коллекторно-дренажных вод зависит не только от общей минерализации и содержания аниона хлора, но и во многом предопределяется отношением ионов хлора к сульфатам ($\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$). [6].

Высокое содержание катионов натрия в минерализованной коллекторно-дренажной воде при использовании ее на орошение и промывку вызывает осолонцевание почвы, что негативно сказывается на развитии сельскохозяйственных культур. Для оценки влияния качества воды на осолонцевание почвы разработаны различные методы.

Распространенной формулой для определения пределов использования минерализованных вод на орошение и промывку по ирригационному коэффициенту является зависимость, разработанная И.Н. Антиповым-Каратаевым и Г.М. Кадером [4, 7]:

$$K = \frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{Na^+ + 0,23 \cdot \tilde{N}}, \quad (1)$$

где С- минерализация воды, г/л;

Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ - содержание катионов в воде, мг-экв.

При $K > 1$ осолонцевания почвы не происходит, при $K < 1$ вода считается непригодной для орошения.

В зарубежной практике для оценки качества воды по опасности осолонцевания почв определяют натриевое адсорбционное отношение (SAR):

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}. \quad (2)$$

Если $SAR < 10$ - опасность осолонцевания почв малая;

$SAR = 10-18$ - средняя;

$SAR = 18-26$ - высокая;

$SAR > 26$ - очень высокая.

На процессы осолонцевания почв влияет и бикарбонат натрия в воде, который, осаждая катионы кальция и в несколько меньшей степени магния, нарушает катионное равновесие и увеличивает опасность натриевого засоления. Оценка проводится по величине ОКН (остаточного карбоната натрия), определяемого по разности между щелочностью и суммой ионов кальция и магния [8]:

$$OKH = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+}). \quad (3)$$

Если $OKH > 2,5$ мг-экв/л - вода для орошения не пригодна;

$OKH = 1,25-2,5$ мг-экв/л - вода ограниченного применения;

$OKH < 1,25$ мг-экв/л - вода пригодна.

Опасность содового засоления почв оценивается по содержанию в воде нормальной соды - Na_2CO_3 (таблица 2).

Если $Na_2CO_3 < 0,3$ мг-экв/л - вода безопасна для орошения;

$Na_2CO_3 = 0,3-0,6$ мг-экв/л - пригодна для орошения;

$Na_2CO_3 > 0,6$ мг-экв/л – непригодна для орошения без внесения мелиорантов.

Таблица 2

Оценка оросительной воды по степени щелочности

Вода	pH
Низкощелочная (нейтральная)	6,5-7,9
Щелочная	8,0-8,5
Высокощелочная	8,6-9,0
Очень высокая щелочность	>9,0

Повышенное содержание катионов магния в оросительной воде оказывает вредное влияние на химические свойства почв. Оценка влияния осуществляется определением процентного содержания магния от его отношения к сумме катионов кальция и магния:

$$Mg^{2+} = \frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} \cdot 100 \quad (4)$$

Определенный по данной формуле магний (Mg^{2+}) оказывает вредное влияние на почву, если его процентное содержание выше 50%, т.е. имеет место магниевое засоление.

Результаты исследования

В настоящее время в Мактааральском районе уровень грунтовых вод регулируется горизонтальной коллекторно-дренажной системой. Коллекторно-дренажные и грунтовые воды из орошаемых земель Мактааральского района впадают в р. Сырдарья и в Арнасайскую впадину.

Коллекторно-дренажные воды Сардоба, Д-3, Жетисай, Арнасай, Кызылдум впадают в Арнасайскую впадину посредством коллектора Мырзашол.

В р. Сырдарью сбрасывают коллекторно-дренажные воды Северного, Восточного, Токсанбайского и Южного коллекторов.

Все эти открытые коллекторно-дренажные каналы очищены от осадочных грунтов и трясичково-травянистой растительности.

В последние годы восстановленные скважины вертикального дренажа (СВД), они работают с ранней весны. Затем они отключаются на период до начала массовых вегетационных поливов (рисунок 1).



Рис. 1. Скважины вертикального дренажа

Поэтому из расположенных в Мактааральском сельском округе скважин вертикального дренажа № 18 и размещенной на орошаемых землях ПК«Кетебай» СВД № 167 были отобраны пробы воды на химический анализ, результаты которых приведены в таблице 3.

Таблица 3

Минерализация грунтовой воды из скважин вертикального дренажа

Дата взятия пробы	№СВД	Анионы				Катионы			Минерализация, г/л	рН
		CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺		
8.04.2020	СВД 18	-	$\frac{0,171}{2,80}$	$\frac{1,306}{36,80}$	$\frac{1,114}{23,20}$	$\frac{0,270}{13,50}$	$\frac{0,322}{26,50}$	$\frac{0,524}{22,80}$	3,707	7,45
8.04.2020	СВД 167		$\frac{0,156}{2,56}$	$\frac{0,602}{16,92}$	$\frac{1,828}{38,08}$	$\frac{0,220}{11,00}$	$\frac{0,207}{17,00}$	$\frac{0,680}{29,56}$	3,696	7,00

Примечание: в числителе – г/л; в знаменателе – мг-экв/л.

Анализ состава солей грунтовых вод из скважин вертикального дренажа показывает, что в большинстве скважин доминирующее положение занимают токсичные соли - NaCl, MgSO₄, MgCl₂, (таблица 4). Например, в грунтовых водах СВД №18 нетоксичные соли составляют 25,7%, токсичные - 74,3% от общей суммы солей. Примерно такой же состав подтверждается анализами солей грунтовой воды СВД № 167.

Таблица 4

Состав солей в грунтовых водах из СВД

№	Нетоксичные соли			Токсичные соли					Состав солей
	Ca(HCO ₃) ₂	CaSO ₄	сумма	MgSO ₄	MgCl ₂	NaSO ₄	NaCl	сумма	
СВД 18	$\frac{0,226}{6,1}$	$\frac{0,727}{19,6}$	$\frac{0,953}{25,7}$	$\frac{0,760}{20,5}$	$\frac{0,665}{17,9}$	-	$\frac{1,329}{35,9}$	$\frac{2,754}{74,3}$	$\frac{3,707}{100}$
СВД 167	$\frac{0,207}{5,6}$	$\frac{0,574}{15,5}$	$\frac{0,781}{21,1}$	$\frac{1,031}{27,9}$	-	$\frac{0,897}{24,3}$	$\frac{0,987}{26,7}$	$\frac{2,915}{78,9}$	$\frac{3,696}{100}$

Примечание: в числителе – г/л; в знаменателе – процент от общего объема солей.

В составе солей СВД №18 Мактааральского сельского округа доминируют в основном токсичные соли - NaCl и MgCl₂, которые составляют 53,8% от общего содержания солей. В грунтовой воде СВД № 167 ПК «Кетебай» преобладают хлориды (NaCl), они составляют 26,7% от общего содержания солей. В грунтовой воде данной скважины преобладают токсичные сульфатные соли - MgSO₄ и NaSO₄, которые составляют 52,1% от общего количества солей.

В рассмотренных двух СВД щелочность грунтовых водах низкая и не превышают предельных норм. Показатели рН изменяются в пределах 7-7,45.

В сбросных водах коллекторно-дренажных каналов значения рН высокие, и изменяются в пределах 8,15-8,30 (таблица 5). В составе сбросной воды содержание аниона CO₃²⁻ отсутствует, а гидрокарбонаты HCO₃⁻ изменяются в пределах 0,185-0,317 г/л.

Таблица 5

Изменение минерализации коллекторно-дренажных и оросительных вод по Мактаральскому массиву орошения в весенний период

Название коллекторов и дрен и дата отбора в них проб воды	Анионы				Катионы			Минерализация, г/л	pH
	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺		
Северный 24.04.20	-	<u>0,249</u> 4,08	<u>0,625</u> 17,60	<u>1,940</u> 40,40	<u>0,244</u> 12,20	<u>0,185</u> 15,20	<u>0,798</u> 34,68	4,041	8,15
Восточный 24.04.20		<u>0,278</u> 4,56	<u>0,707</u> 19,92	<u>1,924</u> 40,08	<u>0,308</u> 15,40	<u>0,248</u> 20,40	<u>0,661</u> 28,76	4,126	8,15
Арнасай 24.04.20		<u>0,317</u> 5,20	<u>0,798</u> 22,48	<u>1,897</u> 39,52	<u>0,284</u> 14,20	<u>0,197</u> 16,20	<u>0,846</u> 36,80	4,339	8,30
Жетысай 24.04.20		<u>0,185</u> 3,04	<u>1,179</u> 33,20	<u>1,382</u> 28,80	<u>0,260</u> 13,00	<u>0,214</u> 17,60	<u>0,792</u> 34,44	4,012	8,20
Д-3 24.04.20		<u>0,268</u> 4,39	<u>0,855</u> 24,08	<u>2,012</u> 41,92	<u>0,304</u> 15,20	<u>0,250</u> 20,60	<u>0,795</u> 34,59	4,339	8,30
«Достык» МК (Мырзакент)		<u>0,220</u> 3,60	<u>0,145</u> 4,08	<u>0,572</u> 11,92	<u>0,128</u> 6,40	<u>0,053</u> 4,40	<u>0,202</u> 8,80	1,320	8,40

Примечание: в числителе – г/л; в знаменателе – мг-экв/л.

Анализ приведенных табличных данных показывает, что в составе коллекторно-дренажных вод преобладают анионы - SO₄²⁻ и Cl⁻ и катион - Na⁺, что говорит о возможности осолонцевания почв.

Приведенные в таблице 6 данные по коллекторно-дренажным водам и анализ содержащихся в них солей показывает, что в весенний период преобладают токсичные соли, содержание которых изменяются в пределах 63,5-78,2% от общего количества солей.

Таблица 6

Состав солей в коллекторно-дренажных и поверхностных водах в весенний период

Наименование КДС	Нетоксичные соли			Токсичные соли				Сумма солей, г/л
	Ca(HCO ₃) ₂	CaSO ₄	сумма	MgSO ₄	NaSO ₄	NaCl	сумма	
Северный	<u>0,330</u> 8,2	<u>0,552</u> 13,6	<u>0,882</u> 21,8	<u>0,916</u> 22,7	<u>1,217</u> 30,1	<u>1,026</u> 25,4	<u>3,159</u> 78,2	<u>4,041</u> 100
Восточный	<u>0,369</u> 8,9	<u>0,737</u> 17,9	<u>1,106</u> 26,8	<u>1,224</u> 29,7	<u>0,628</u> 15,2	<u>1,168</u> 28,3	<u>3,020</u> 73,2	<u>4,126</u> 100
Арнасай	<u>0,421</u> 9,7	<u>0,612</u> 14,1	<u>1,033</u> 23,8	<u>0,978</u> 22,5	<u>1,017</u> 23,4	<u>1,311</u> 30,2	<u>3,306</u> 76,2	<u>4,339</u> 100
Жетысай	<u>0,246</u> 6,1	<u>0,677</u> 16,9	0,923 23,0	<u>1,056</u> 26,3	<u>0,088</u> 2,2	<u>1,945</u> 48,5	<u>3,089</u> 77,0	<u>4,012</u> 100
Д-3	<u>0,356</u> 8,2	<u>0,735</u> 17,0	<u>1,091</u> 25,2	<u>1,236</u> 28,5	<u>0,708</u> 16,3	<u>1,304</u> 30,0	<u>3,248</u> 74,8	<u>4,339</u> 100
МК «Достык» (Мырзакент)	<u>0,292</u> 22,1	<u>0,190</u> 14,4	<u>0,482</u> 36,5	<u>0,264</u> 20,0	<u>0,336</u> 25,5	<u>0,238</u> 18,0	<u>0,838</u> 63,5	<u>1,320</u> 100

Примечание: в числителе – г/л; в знаменателе – процент от общего числа солей.

В весенний период из нетоксичных солей преобладают сульфаты кальция - CaSO₄.

В оросительный период минерализация коллекторно-дренажных вод снижается и изменяется в пределах 1,331-2,177 г/л, поливных – 1,010-1,085 г/л (таблица 7). То есть, изменяется до предельно-допустимых норм при орошении сельскохозяйственных культур.

В период орошения щелочность коллекторно-дренажных вод повышается, изменяется в пределах 8,45-8,65, поверхностных вод ММК «Достык» равен 8,10.

Ухудшение качества орошаемых вод происходит в результате сброса грунтовых и коллекторно-дренажных вод в канал «Достык» соседней республикой Узбекистан в больших объемах.

Анализ ионного состава коллекторно-дренажных вод показывает, что в составе вод преобладают катионы Mg²⁺ и Na⁺, которые являются составляющими токсичных солей. Например, в водах Северного коллектора катион Ca²⁺ является составляющим нетоксичных солей и содержание его составляет 7% от общего содержания солей, а катионы Mg²⁺ - 9%, Na⁺ - 12,6%. Такое положение имеют место быть и в других коллекторно-дренажных водах.

Анализ ионного состава воды магистрального канала «Достык», который берет свое начало в Республике Узбекистан, показывает, что содержание катионов Ca²⁺ превышает содержание катионов Mg²⁺ и Na⁺. Но, суммарное содержание катионов Mg²⁺ и Na⁺ превышает содержание катионов Ca²⁺.

Таблица 7

**Содержание анионов и катионов в коллекторно-дренажных и оросительных водах
в период орошения в Мактааральском массиве орошения**

Наименование КДС	Анионы				Катионы			Минерализация, г/л	pH
	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺		
Северный	нет	<u>0,220</u> 3,60	<u>0,210</u> 5,92	<u>0,916</u> 19,08	<u>0,140</u> 7,00	<u>0,109</u> 9,00	<u>0,290</u> 12,60	1,885	8,60
Восточный	нет	<u>0,190</u> 3,12	<u>0,133</u> 3,76	<u>0,731</u> 15,24	<u>0,152</u> 7,60	<u>0,078</u> 6,40	<u>0,187</u> 8,12	1,471	8,55
Арнасай	нет	<u>0,142</u> 2,32	<u>0,267</u> 7,52	<u>1,127</u> 23,48	<u>0,140</u> 7,00	<u>0,117</u> 9,60	<u>0,384</u> 16,72	2,177	8,45
Жетисай	нет	<u>0,264</u> 4,32	<u>0,216</u> 6,08	<u>1,052</u> 21,92	<u>0,168</u> 8,40	<u>0,114</u> 9,40	<u>0,334</u> 14,52	2,148	8,65
Д-3	нет	<u>0,151</u> 2,48	<u>0,133</u> 3,76	<u>0,683</u> 14,24	<u>0,128</u> 6,40	<u>0,080</u> 6,60	<u>0,172</u> 7,48	1,347	8,45
МК «Достык» (Мырзакент)	нет	<u>0,195</u> 3,20	<u>0,094</u> 2,64	<u>0,497</u> 10,36	<u>0,156</u> 7,80	<u>0,056</u> 4,60	<u>0,087</u> 3,80	1,085	8,10

Примечание: в числителе – г/л; в знаменателе – мг-экв/л.

Анализ солевого состава коллекторно-дренажных вод показывает, что в них преобладают токсичные соли (таблица 8). Содержание этих солей в коллекторно-дренажных водах изменяется в пределах 61,3-76,8%. Самое высокое содержание токсичных солей в коллекторе Арнасай, низкое содержание в коллекторе Д-3.

Анализ солевого состава поливных канальных вод показывает, что содержание токсичных и нетоксичных солей приблизительно одинаковое. Например, в воде канала МК «Достык» содержание нетоксичных солей составляет 0,572 г/л, что составляет 52,7% от общего содержания солей.

Таблица 8

**Состав солей в коллекторно-дренажной и оросительной воде в вегетационный период
(в оросительный период)**

Наименование КДС	Нетоксичные соли			Токсичные соли				Сумма солей
	Ca(HCO ₃) ₂	CaSO ₄	сумма	MgSO ₄	NaSO ₄	NaCl	сумма	
Северный	<u>0,292</u> 15,5	<u>0,231</u> 12,3	<u>0,523</u> 27,8	<u>0,540</u> 28,6	<u>0,474</u> 25,1	<u>0,348</u> 15,5	<u>1,362</u> 72,2	<u>1,885</u> 100
Восточный	<u>0,253</u> 17,2	<u>0,305</u> 20,7	<u>0,558</u> 37,9	<u>0,383</u> 26,0	<u>0,310</u> 21,1	<u>0,220</u> 15,0	<u>0,913</u> 62,1	<u>1,471</u> 100
Арнасай	<u>0,188</u> 8,6	<u>0,318</u> 14,6	<u>0,506</u> 23,2	<u>0,576</u> 26,5	<u>0,657</u> 30,2	<u>0,438</u> 20,1	<u>1,671</u> 76,8	<u>2,177</u> 100
Жетисай	<u>0,350</u> 16,3	<u>0,277</u> 12,9	<u>0,627</u> 29,2	<u>0,564</u> 26,3	<u>0,599</u> 27,9	<u>0,358</u> 16,7	<u>1,521</u> 70,8	<u>2,148</u> 100
Д-3	<u>0,201</u> 14,9	<u>0,267</u> 19,8	<u>0,468</u> 34,7	<u>0,396</u> 29,4	<u>0,264</u> 19,6	<u>0,219</u> 16,3	<u>0,879</u> 65,3	<u>1,347</u> 100
МК «Достык» (Мырзакент)	<u>0,259</u> 23,9	<u>0,313</u> 28,8	<u>0,572</u> 52,7	<u>0,276</u> 25,4	<u>0,083</u> 7,7	<u>0,154</u> 14,2	<u>0,513</u> 47,3	<u>1,085</u> 100

Примечание: в числителе – г/л; в знаменателе – процент от общего числа солей.

Анализ многолетних данных по минерализации и ионному составу коллекторно-дренажных вод Мактааральского массива орошения показывает, что в некоторые годы появляется самый токсичный ион CO₃²⁻. Этот ион встречается в составе коллекторно-дренажных вод в период весенней промывки почв, а при пониженной температуре почвенного покрова возрастает растворимость карбонатов в воде. Содержание аниона CO₃²⁻ в коллекторно-дренажных водах находится в пределах 0,014-0,024 г/л или 0,48-0,80 мг-экв/л (таблица 9).

Анализ табличных данных показывает, что содержание ионов CO₃²⁻ превышает предельно-допустимые нормы (0,3-0,6 мг-экв/л - неопасное). Поэтому для использования этих вод в оросительных целях необходимо добавлять мелиоранты. Тем более, что анион CO₃²⁻ вступая в реакцию с катионом Na⁺ образует самую токсичную соль Na₂CO₃ (таблица 10).

В процессе использования коллекторно-дренажных вод для полива сельскохозяйственных культур могут проявляться процессы вторичного засоления с осолонцеванием и ощелачиванием почв.

Для предупреждения проявления этих процессов, предварительно оцениваются в соответствии с действующим методами анализа основные показатели коллекторно-дренажных вод Мактааральского массива орошения, результаты которых приведены в таблице 11.

Таблица 9

Пределы изменений CO_3^{2-} -иона в коллекторно-дренажной и оросительной воде

Наименование КДС и дата отбора проб	Анионы				Катионы			Минерализация, г/л	pH
	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+		
Северный	<u>0,019</u> 0,64	<u>0,151</u> 2,48	<u>0,131</u> 3,68	<u>0,591</u> 12,32	<u>0,132</u> 6,60	<u>0,083</u> 6,80	<u>0,131</u> 5,72	1,238	8,70
Арнасай	<u>0,014</u> 0,48	<u>0,151</u> 2,48	<u>0,156</u> 4,40	<u>0,700</u> 14,60	<u>0,132</u> 6,60	<u>0,085</u> 7,00	<u>0,192</u> 8,36	1,430	8,65
Жетысай	<u>0,019</u> 0,64	<u>0,127</u> 2,08	<u>0,153</u> 4,32	<u>0,753</u> 15,68	<u>0,136</u> 6,80	<u>0,095</u> 7,80	<u>0,187</u> 8,12	1,470	8,65
Восточный	<u>0,024</u> 0,80	<u>0,137</u> 2,24	<u>0,116</u> 3,28	<u>0,562</u> 11,72	<u>0,144</u> 7,20	<u>0,073</u> 6,08	<u>0,111</u> 4,84	1,167	8,85
Д-3	<u>0,024</u> 0,80	<u>0,127</u> 2,08	<u>0,131</u> 3,68	<u>0,543</u> 11,32	<u>0,136</u> 6,80	<u>0,078</u> 6,40	<u>0,108</u> 4,68	1,147	8,75
МК «Достык»		<u>0,224</u> 3,68	<u>0,068</u> 1,920	<u>0,388</u> 8,08	<u>0,132</u> 6,60	<u>0,044</u> 3,60	<u>0,080</u> 3,48	0,936	8,70

Примечание: в числителе – г/л; в знаменателе – мг-экв/л.

Таблица 10

Состав солей в коллекторно-дренажных и канальных водах Мактааральского массива орошения

Название коллекторно-дренажа	Не токсичные соли			Токсичные соли					Сумма солей
	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	CaSO_4	Сумма	Na_2CO_3	MgSO_4	NaSO_4	NaCl	Сумма	
Северный	<u>0,201</u> 16,2	<u>0,280</u> 22,6	<u>0,481</u> 38,8	<u>0,054</u> 4,4	<u>0,408</u> 33,0	<u>0,089</u> 7,2	<u>0,206</u> 16,6	<u>0,757</u> 61,2	<u>1,238</u> 100
Арнасай	<u>0,201</u> 14,1	<u>0,280</u> 19,6	<u>0,481</u> 33,7	<u>0,040</u> 2,8	<u>0,415</u> 29,0	<u>0,237</u> 16,5	<u>0,257</u> 18,0	<u>0,949</u> 66,3	<u>1,430</u> 100
Жетисай	<u>0,168</u> 11,4	<u>0,321</u> 21,9	<u>0,489</u> 33,3	<u>0,054</u> 3,7	<u>0,463</u> 31,5	<u>0,214</u> 14,5	<u>0,250</u> 17,0	<u>0,981</u> 66,7	<u>1,470</u> 100
Восточный 14.06	<u>0,181</u> 15,5	<u>0,337</u> 28,9	<u>0,518</u> 44,4	<u>0,042</u> 3,6	<u>0,355</u> 30,4	<u>0,121</u> 10,4	<u>0,131</u> 11,2	<u>0,649</u> 55,6	<u>1,167</u> 100
Д-3	<u>0,168</u> 14,6	<u>0,321</u> 28,0	<u>0,489</u> 42,6	<u>0,042</u> 3,7	<u>0,374</u> 32,6	<u>0,030</u> 2,6	<u>0,212</u> 18,5	<u>0,658</u> 57,4	<u>1,147</u> 100
«Достык» МК	<u>0,298</u> 31,8	<u>0,199</u> 21,3	<u>0,497</u> 53,1	-	<u>0,216</u> 23,0	<u>0,111</u> 11,9	<u>0,112</u> 12,0	<u>0,439</u> 46,9	<u>0,936</u> 100
К-30	0,181	0,296	0,477	0,034	0,307	0,085	0,130	0,556	1,033

Примечание: в числителе – г/л, в знаменателе – % от общего содержания солей.

Таблица 11

Оценка возможности осолонцевания и ошелачивания почв при использовании коллекторно-дренажных вод Мактааральского района

Название коллекторов	Показатели						
	Минерализация, г/л	pH	ОКН	Mg^{2+} , %	К	SAR	Na_2CO_3
ЦГК	2,919	8,60	- 19,3	79,5	1,0	7,7	
Д-3	0,913	8,65	-7,1	60,8	2,6	2,2	0,80
Сардоба	1,157	8,70	-8,8	70,7	2,4	2,9	
Западный	0,892	8,65	-7,3	76,9	2,8	2,4	
Северный	0,987	8,60	-7,4	79,6	2,3	2,9	0,64
Восточный	1,207	8,50	-9,1	45,7	5,0	3,0	0,80
Жетисай	1,199	8,45	-9,9	81,5	2,2	3,4	0,64
Кызылкум	1,556	8,25	-10,2	63,1	2,5	4,2	
Арнасай	1,498	8,45	-7,4	85,7	2,0	3,7	0,48
«Достык» МК	0,936	8,45	-9,2	37,1	10,3	1,54	
СВД 18	3,693	7,45	-37,2	66,2	1,44	4,9	
СВД 167	3,693	7,00	-28,5	60,8	1,1	7,8	
Предельное значение	< 3	< 8	<1.25	<50	> 1	< 10	0,3-0,6

Сравнительный анализ данных, приведенных в таблице 11, показывает, что при орошении сельскохозяйственных культур грунтовыми водами из систем вертикального дренажа, негативно влияющими факторами являются: повышенная минерализация грунтовых вод и проявление вторичного магниевого засоления почв.



Рис. 2. Использование грунтовых воды для полива с помощью простой насосной установки и процесс смешивания грунтовой воды из скважины вертикального дренажа непосредственно с водой канала

При использовании коллекторно-дренажных вод из открытых поверхностных источников, основными негативными факторами, влияющими на почву, являются: магниево-засоление; ошелачивание и содовое засоление.

В целях устранения этих негативных факторов, влияющих на плодородие почв, необходимо осуществлять мероприятия по улучшению качества, используемых вод для полива сельскохозяйственных культур.

Дискуссия

Использование коллекторно-дренажной воды с высокой минерализацией требует понижения степени ее соле-содержания. Для этого грунтовые воды разбавляются водами с меньшей концентрацией солей. Например, на рисунке 2 показан процесс разбавления грунтовой воды из скважины вертикального дренажа непосредственно водой канала с меньшей минерализацией. Чем выше минерализация подземных вод, тем большая потребность в объеме воды для разбавления.

В местах смешивания грунтовой или коллекторно-дренажной воды с поверхностными водами рекомендуется использовать фосфогипс, который способствует уменьшению концентрации солей в разбавленной воде.

Выводы

Оценка и анализ минерализации, ионного и солевого состава коллекторно-дренажных вод Мактааральского массива орошения позволяет сделать следующие выводы:

- общая их минерализация не превышает 3 г/л и они могут использоваться в оросительных целях;
- в составе катионов, формирующих токсичные соли – катионы Mg^{2+} и Na^+ превышают содержание катионов, улучшающих состав почвы – катионы Ca^{2+} .
- преобладающие соли – токсичные $MgSO_4$, Na_2SO_4 , $NaCl$;
- еще один фактор, ограничивающий использование коллекторно-дренажных вод в оросительных целях – повышенное содержание соды - Na_2CO_3 .

Благодарность

Работа выполнена в рамках реализации прикладных научных исследований при выполнении грантового финансирования на 2024-2026гг. по проекту: «Повышение водообеспеченности орошаемых земель с повторным использованием дренажных вод на орошении» (ИРН АР23485228) и источником финансирования является Комитет науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Авторы выражают признательность Комитету по управлению земельными ресурсами Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, РГУ «Южно-Казахстанская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция» МСХ РК за оказанную помощь при написании данной статьи.

Использованная литература

1. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2021 год Комитета по управлению земельными ресурсами Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан. КУЗР МСХ РК. - г.Нур-Султан, 2021.
2. Сводные отчеты и кадастры о мелиоративном состоянии орошаемых земель Туркестанской области за период 1990-2021гг. РГУ «Южно-Казахстанская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция» МСХ РК. РГУ «ЮК ГГМЭ» МСХ РК. - Шымкент, 1990-2021.
3. Грабовский Н. П., Шередеко Л. Н. Влияние комплексной мелиорации на физико-химические процессы в содовых солонцах и урожай сельскохозяйственных культур // Охрана, изучение и обогащение растительного мира: Респуб. межвед. науч. сб. – Киев: Изд-во при Киевском государственном ун-те издательского объединения «Вища школа», 1981. – Вып. 8. – С. 3-11.

4. Вышпольский Ф.Ф., Мухамеджанов Х.В., Бекбаев У.К. Рекомендации по технологии орошения, водосбережения и повышения плодородия почв в зоне Арысь-Туркестанского канала. – Тараз, 2004. - 17 с.
5. Рекомендации по повышению плодородия почв солонцового комплекса юга Украины. – Киев: УкрНИИГиМ, 1980. –18 с.
6. Химическая мелиорация солонцов в степной зоне Казахстана / В.И. Кирюшин [и др.] // Теоретические основы и опыт мелиоративной обработки и химической мелиорации солонцовых почв / ВНИИ зернового хозяйства. –Целиноград, 1980. – С. 77-79.
7. Антипов-Каратаев И.Н., Кадер Г.М. К мелиоративной оценке воды, имеющей щелочную реакцию // Почвоведение. – 1961. - №3. - С. 53-65.
8. Follet, R. H. Fertilizers and soil amendments. Prentice -Hall, Inc., Englewoodcliffs / R. H. Follet, L. S. Murphy, R. L. Donahue. – USA: New Jersey, 1981. – p.61

УДК 631.6.03:626.81

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ УТИЛИЗАЦИИ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ И СБРОСНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ СЫРДАРЬИ

Басманов Александр Викторович (ORCID 0000-0002-8552-4158),

Мирдадаев Миробит Салимович (ORCID 0000-0002-7371-5846),

Джайсамбекова Раушан Аманбековна,

Басманов Иван Викторович (ORCID 0009-0003-8005-3590)

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»,
Тараз, Республика Казахстан

Аннотация. В статье обобщены результаты исследований по совершенствованию технологических приемов утилизации коллекторно-дренажных и сбросных вод в Казахстане части Голодностепского массива орошения бассейна р. Сырдарья. В условиях орошаемого земледелия одним из главных загрязнителей водоземельных ресурсов являются коллекторно-сбросные воды. Для повышения эколого-мелиоративной устойчивости орошаемых земель возникает необходимость их утилизации путем использования на орошение и промывку. Приведены результаты по комплексной оценке, объемам формирования коллекторно-сбросных вод и предложены технологические приемы их использования на конкретных оросительных системах бассейна р. Сырдарья.

Ключевые слова: дренирование, коллекторно-дренажные воды (КДВ), массив, прием, сбросные воды, утилизация

СЫРДАРЬЯ ДАРЫЯСЫНЫН БАССЕЙНИНИН ГОЛОДНОСТЕП ИРРИГАЦИЯЛЫК МАССИВИНИН КАЗАКСТАНДЫК БӨЛУ- ГҮНДЕ КОЛЛЕКТОРДУК-ДРЕНАЖДЫК ЖАНА САРКЫНДЫ СУУЛАРДЫ КАЙРА ИШТЕТҮҮНҮН ТЕХНОЛОГИЯЛЫК ЫКМАЛАРЫН ӨРКҮНДӨТҮҮ БОЮНЧА ИЗИЛДӨӨЛӨРДҮН НАТЫЙЖАЛАРЫ ЖАЛПЫЛАНГАН. СУГАТ ДҮЙКАНЧЫЛЫГЫНЫН ШАРТЫНДА СУУ ЖАНА ЖЕР РЕСУРСТАРЫН БУЛҒООЧУ НЕГИЗ- ГИ ЗАТТАРДЫН БИРИ КОЛЛЕКТОРДУК ЖАНА САРКЫНДЫ СУУЛАР БОЛУП САНАЛАТ. СУГАТ ЖЕРЛЕРДИН ЭКОЛОГИЯЛЫК ЖАНА МЕЛИОРАТИВДИК ТУРУКТУУЛУГУН ЖОГОРУЛАТУУ ҮЧҮН АЛАРДЫ ИРРИГАЦИЯГА ЖАНА ЖУУП ТАЗАЛООҒО ПАЙДАЛАНУУ МЕНЕН КАЙРА ИШТЕТҮҮ ЗАРЫЛЧЫЛЫГЫ КЕЛИП ЧЫГУУДА. КОЛЛЕКТОРДУК-АГЫЗМА СУУЛАРДЫН ПАЙДА БОЛУУ КӨЛӨМҮНӨ КОМПЛЕКТТҮҮ БАА БЕРҮҮНҮН НАТЫЙЖАЛАРЫ КЕЛТИРИЛГЕН ЖАНА АЛАРДЫ СЫРДАРЬЯ ДАРЫЯСЫНЫН БАССЕЙНИНИН КОНКРЕТТҮҮ СУГАТ СИСТЕМАЛАРЫНДА КОЛДОНУНУН ТЕХНОЛОГИЯЛЫК ЫКМАЛАРЫ СУНУШТАЛГАН.

Аннотация. Макалада Сырдарья дарыясынын бассейнинин Голодностеп ирригациялык массивинин Казакстандык бөлүгүндө коллектордук-дренаждык жана саркынды сууларды кайра иштетүүнүн технологиялык ыкмаларын өркүндөтүү боюнча изилдөөлөрдүн натыйжалары жалпыланган. Сугат дыйканчылыгынын шартында суу жана жер ресурстарын булгоочу негизги заттардын бири коллектордук жана саркынды суулар болуп саналат. Сугат жерлердин экологиялык жана мелиоративдик туруктуулугун жогорулатуу үчүн аларды ирригацияга жана жууп тазалоого пайдалануу менен кайра иштетүү зарылчылыгы келип чыгууда. Коллектордук-агызма суулардын пайда болуу көлөмүнө комплекстүү баа берүүнүн натыйжалары келтирилген жана аларды Сырдарья дарыясынын бассейнинин конкреттүү сугат системаларында колдонуунун технологиялык ыкмалары сунушталган.

Өзөктүү сөздөр: дренаж, коллектордук-дренаждык суулар (КДС), массив, кабыл алуу, саркынды суулар, кайра иштетүү

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL METHODS OF DISPOSAL OF COLLECTOR-DRAINAGE AND DISCHARGE WATERS IN THE SYRDARYA RIVER BASIN

Abstract. The article summarizes the results of research work on improving the technological methods of utilization of collector-drainage and discharge waters in the Kazakhstan part of the Golodnostep irrigation massif of the Syrdarya River basin. In the conditions of irrigated agriculture, one of the main pollutants of water and land resources is collector-discharge water. To increase the environmental and reclamation sustainability of irrigated lands, there is a need for their utilization by using them for irrigation and leaching. The results of a comprehensive assessment, the volumes of formation of collector-waste water are presented and technological methods for their use in specific irrigation systems of the Syrdarya River basin are proposed.

Keywords: drainage, collector-drainage water (CDW), irrigation massif, reception, discharge water, utilization

Введение

Устойчивое экономическое развитие Республики Казахстан особенно в южных регионах, всецело зависит от обеспеченности их водными ресурсами. Особенно остро эта проблема стоит в тех регионах, где ощущается дефицит пресной воды и в тоже время формирующейся большой объем отработанных вод (коллекторно-дренажных, сбросных, маргинальных), ухудшающих качество речной воды и социально-экологическую обстановку ниже орошае-