

Биология

УДК 631.84:416.8

Л. Г. ЕСАЯН, К. В. ГРИГОРЯН, Э. А. САФРАЗБЕКЯН

**ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И
ИРРИГАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ВОД Р. РАЗДАН В СВЯЗИ
С ИХ АНТРОПОГЕННЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ**

Воды нижнего течения реки Раздан загрязняются промышленно-сточными отходами г. Еревана и характеризуются низкими ирригационными свойствами. При выходе из промышленного комплекса г. Еревана вод р. Раздан в них возрастают концентрации ионов натрия, хлора, сульфата и биогенных веществ. Эти элементы поступают в гидросеть как продукты техногенеза.

В условиях промышленного загрязнения техногенный фактор приобретает всевозрастающее значение в формировании ионного стока рек. Этот процесс характерен как для промышленных сточных вод, так и для бытовых, содержащих многие элементы в повышенных концентрациях [1—2]. Даже в случае отсутствия промышленных предприятий в бассейне водосбора техногенный фактор оказывает влияние на формирование химического состава вод рек по биологической цепи [3].

В данной работе изучались изменения химического состава и ирригационных свойств вод р. Раздан в связи с их антропогенным загрязнением.

Пункты, из которых взяты пробы вод, следующие: 1) оз. Севан; 2) ниже г. Раздана (500 м); 3) село Арзакан; 4) выше санатория им. Лазарева; 5) выше отводящего канала АрзниГЭС; 6) ниже отводящего канала АрзниГЭС; 7) ниже бассейна ЕрГЭС; 8) начало «Ереванского водохранилища»; 9) головняк Эчмиадзинского канала; 10) село Гетап; 11) село Демрчи; 12) река Севджур; 13) коллекторно-дренажные воды; 14) выше водосбора Мхчянской насосной станции.

Результаты и обсуждение. Исследованиями установлено, что воды оз. Севан характеризуются относительно высокой минерализованностью (678,9 мг/л) и реакцией среды (рН—8,36), отсутствием взвешенных частиц, низким содержанием биогенных веществ и высоким—магнезиально-натриевых солей. Они имеют удовлетворительные ирригационные свойства ($K_i=17,3$), относятся к гидрокарбонатному классу, группе магния, первому типу. По многолетним данным гидрометслужбы, общее количество и соотношение естественных компонентов в водах оз. Севан существенным изменениям не подвергались.

Воды р. Раздан, по течению принимая в себя воды нескольких рек и отходы различных предприятий, видоизменяются. Так, принимая низко-минерализованные воды р. Мармарик и при выходе из промышленного комплекса города Раздана, химический состав вод реки Раздан резко изменяется: снижается общая минерализация (491,5 мг/л), количество главных компонентов и рН среды (7,81). При этом повышаются ирригационные свойства этих вод ($K_i=30,0$) и изменяется их гид-

рохимический состав: гидро-карбонатно-магниевые-натриевые воды превращаются в гидрокарбонатно-натриево-кальциевые. На этом участке воды реки Раздан не содержат соли нормальных карбонатов, однако характеризуются сравнительно высоким содержанием биогенных веществ (табл. 1, 2).

На участке сел Бжни и Арзакан р. Раздан принимает минеральные воды «Бжни» и по химическому составу, соотношению главных ионов и ирригационным свойствам приближается к данным вод оз. Севан. Высокими остаются лишь содержания фосфора и азота.

Воды р. Раздан до санатория им. Лазарева все еще сохраняют высокие ирригационные свойства: сумма солей—501,6 мг/л; ирригационный коэффициент—31,8; характер солей гидрокарбонатно-кальций-магниевый или гидрокарбонатно-магниевый-кальциевый.

В отрезке санаторий им. Лазарева—отводящий канал АрзниГЭС р. Раздан принимает воды санатория и завода минеральных вод, вследствие чего химический состав вод реки резко изменяется (табл. 1, 2).

Таблица 1

Химический состав (мг/л) и основные ирригационные показатели вод р. Раздан (средние за май—ноябрь 1982 г.)

Номер пункта	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Σи	Ки
1	49,5	39,8	15,3	77,9	381,4	4,8	38,9	71,3	678,9	17,4
2	55,7	23,4	7,4	43,0	262,4	нет	38,9	68,1	491,5	30,0
3	61,3	27,9	7,4	71,7	320,4	1,8	56,7	71,6	618,8	25,5
4	42,9	31,7	9,0	36,1	266,0	0,9	49,0	66,0	501,6	31,8
5	61,3	36,0	9,8	121,2	325,8	3,6	109,0	164,9	831,6	12,0
6	41,7	42,2	11,1	82,5	315,5	7,8	40,4	70,2	611,4	15,6
7	62,9	36,4	9,0	140,0	295,3	0,3	95,1	229,4	868,4	8,9
8	77,8	28,7	7,8	111,5	234,3	нет	130,7	185,4	776,2	11,0
9	70,1	36,1	8,6	128,6	273,4	.	125,4	192,2	825,8	10,5
10	75,0	22,4	8,6	109,7	266,7	.	111,9	168,8	763,1	12,0
11	94,2	19,1	8,2	151,7	289,8	.	165,7	218,8	947,5	9,2
12	84,4	35,2	5,1	70,7	248,5	.	151,3	175,2	790,4	12,6
13	162,8	64,2	8,3	126,7	327,1	.	515,2	207,7	1412,0	9,9
14	116,6	54,4	7,4	135,0	311,2	.	337,7	166,7	1129,0	11,6

Таблица 2

Содержание питательных элементов и ила (мг/л) в водах р. Раздан (средние показатели за май—ноябрь 1982 г.)

Номер пункта	pH	Ил	NH ₄	NO ₂	NO ₃	N	P ₂ O ₅	K	Орг. часть
1	8,36	нет	1,24	0,02	0,20	1,02	0,02	15,3	12,61
2	7,81	0,1	1,39	1,12	9,68	3,37	1,69	7,4	4,51
3	8,32	4,5	1,24	0,39	6,56	2,57	1,00	7,6	6,94
4	8,30	1,1	1,27	0,21	3,68	1,84	0,74	9,0	7,45
5	8,45	1,1	1,28	0,39	8,16	2,96	0,66	9,8	12,09
6	8,41	0,2	1,22	0,22	3,44	1,73	0,54	11,1	6,31
7	8,37	5,5	1,16	0,20	5,36	2,13	0,34	9,0	5,71
8	7,99	13,7	1,81	3,99	5,52	3,85	0,68	7,8	10,61
9	7,80	нет	4,82	4,46	7,68	6,85	1,36	8,6	10,74
10	7,51	215,7	10,82	0,83	1,68	9,00	2,52	8,6	13,12
11	7,89	859,6	18,36	0,11	нет	14,29	2,47	8,2	32,10
12	7,80	67,3	0,64	0,55	4,80	1,83	1,12	5,1	3,16
13	7,85	70,1	1,91	1,97	11,96	5,04	1,24	8,3	6,91
14	7,97	55,0	5,38	1,50	10,60	7,05	1,44	7,4	12,32

Общая минерализация поднимается от 501,6 до 831,6 мг/л, при этом повышается также содержание натрия, хлора, сульфат-иона, фосфора, азота и органических веществ. Повышение общей минерализации, содержания ионов натрия и хлора сопровождается снижением ирригационного коэффициента от 31,8 до 12,0. Изменяется также гидрохимический состав: гидрокарбонатно-кальциево-магниевые воды превращаются в гидрокарбонатно-хлоридно-кальциево-натриевые.

Обобщая результаты химического состава вод р. Раздан на участке Разданского и Котайкского районов, можно сказать, что они в основном характеризуются хорошими ирригационными свойствами. На этом участке техногенный фактор не оказывает существенного влияния на формирование химического состава вод р. Раздан.

После приема вод Канакерской ГЭС наблюдается повышение общей минерализации (868,4 мг/л). При этом происходит пропорциональное возрастание почти всех ионов. Вследствие повышения общей минерализации и содержания ионов натрия и хлора изменения соотношения главных компонентов значительно снижается ирригационный коэффициент данных вод (табл. 1, 2). Эти воды на вышеупомянутом участке приобретают новый характер солей: они относятся к хлоридному классу, группе натрия, ко второму типу. Агрохимические показатели не претерпевают существенных изменений.

В начале и конце Ереванского водохранилища химический состав, ирригационные показатели и характер солей вод почти не изменяются, лишь наблюдается некоторое повышение содержания сульфат-ионов (125,4—130,7 мг/л), органических и азотсодержащих веществ. Здесь уже наблюдается влияние техногенного фактора на формирования химического состава вод реки.

Исследованиями установлено, что воды р. Раздан после техногенного загрязнения (на участке сел Гетап и Демрчи) имеют весьма своеобразный химический состав, который отличается от состава речных вод, сформированных под влиянием природных факторов. Загрязненные воды р. Раздан отличаются от незагрязненных общей концентрацией растворенных веществ и количественным соотношением компонентов. Эти воды характеризуются более высоким содержанием ионов кальция, натрия, бикарбоната, сульфата и хлора. Общая минерализация в среднем за вегетационный период составляет 948 мг/л. Вследствие изменения гидрохимического состава этих вод ирригационный коэффициент значительно снижается. Его средняя величина составляет 9,2; а в отдельные месяцы поливного сезона—снижается до 7,4. Загрязненные и незагрязненные воды р. Раздан различаются также по содержанию питательных веществ: азота, фосфора и органических веществ (табл. 2). Среднее содержание азота за поливной период 1982 г. в загрязненных водах р. Раздан составляет 14,3 мг/л, что в пересчете на среднюю норму орошения (5000 м³/га) составляет 71,5 кг/га. Такое количество азота, поступающее в почву за вегетационный период, имеет существенное значение. На гектарную площадь почвы, орошаемой этими водами, за вегетационный период приходится 40 кг К и 160 кг органических веществ. Такое количество калия эквивалентно 120 кг 40%-ой калийной соли и может иметь определенное значение для калийного питания растений.

Многие авторы указывают, что применение сточных вод для орошения сельскохозяйственных культур приводит к резкому повышению их урожайности, так как при этом сточные воды являются не только источником влаги для растений, но и ценным, весьма эффективным и наиболее доступным удобрением [4—9]. Однако использование загрязненных вод р. Раздан, содержащих в значительном количестве питательные элементы (азот, калий, органические вещества), для орошения требует разностороннего изучения, так как при этом может возникнуть опасность загрязнения почв и снижения их плодородия.

В формировании вод Мхчанской насосной станции, кроме р. Раздан, участвуют также дренажно-коллекторные воды и—р. Севджур. Непосредственно перед смешиванием с водами рр. Севджур и Раздан дренажно-коллекторные воды характеризуются следующими качественными показателями: сумма солей в среднем за вегетационный период составляет 1,41 г/л, коэффициент ирригации—9,9. Они относятся к сульфатному классу, группе кальция, ко второму типу. По величине общей минерализации воды коллектора, по классификации Алекина, принадлежат к водам высокой минерализации [10]. Такие воды очень опасно применять для орошения. Для этих вод характерно большое содержание сульфат иона. В среднем за вегетационный период в 1 л воды коллектора содержится 515 мг сульфат иона, поэтому они в течение всего сезона принадлежат к сульфатному классу. Эти воды характеризуются низким содержанием азота и фосфора.

Исследованиями установлено, что воды р. Севджур, участвующие в формировании вод Мхчанской насосной станции, имеют более хорошие ирригационные свойства: сумма солей—790 мг/л, коэффициент ирригации—12,6. Они бедны биогенными элементами, взвешенными частицами, и без опасения можно их использовать для орошения.

Образовавшаяся смесь из вод рр. Севджур, Раздан и коллектора имеет следующие основные качественные показатели. Общая минерализация в среднем за вегетационный период составляет 1128,9 мг/л, что является почти средней величиной минерализации указанных вод. Однако концентрация отдельных ионов близка концентрации вод коллектора, несмотря на то, что их удельный вес в стоке Мхчанской насосной станции маленький. Из ионов содержание кальция, магния, бикарбоната и сульфата близко содержаниям соответствующих ионов вод коллектора. Изменение соотношения катионов и анионов влияет на солевой состав. Образовавшаяся смесь принадлежит к сульфатному классу, группе кальция, ко второму типу. Эти воды также характеризуются низким ирригационным коэффициентом ($K_i=11,6$). На агрохимические свойства вод Мхчанской насосной станции заметное влияние оказывают воды р. Раздан.

На основании данных химического состава вод Мхчанской насосной станции были подсчитаны количество и состав солей, поступивших в орошаемые почвы. Общее количество солей, поступивших за вегетационный период с оросительной водой, при норме орошения 7000 м³/га составляет 7770 кг, из них: Ca(HCO₃)₂—2891, CaSO₄—350, MgSO₄—1904, N₂SO₄—728, NCl—1799, KCl—98 кг. Соли, содержащиеся в оросительной воде, могут быть подразделены на две группы. К первой группе относятся трудно- и среднерастворимые соли: гидрокарбонат магния, гидрокарбонат, карбонат и сульфат кальция. Эти соли выпадают в осадок и в дальнейшем остаются в твердой фазе. Ко второй группе относятся соли, которые легко переходят в почвенный раствор (сульфат и хлорид калия и натрия), повышают его концентрацию и оказывают токсическое влияние на растения. В водах Мхчанской насосной станции 34% растворенных солей относятся к токсическим. Все это свидетельствует о неудовлетворительных ирригационных свойствах вод Мхчанской оросительной сети.

На основании результатов исследования химического состава и ирригационных свойств оросительных вод р. Раздан можно сделать следующие выводы.

1. На участке Разданского и Котайкского районов из-за отсутствия техногенного фактора воды р. Раздан характеризуются сравнительно хорошими ирригационными свойствами, и без опасения можно использовать их для орошения.

2. Воды нижнего течения р. Раздан загрязняются промышленно-сточными отходами г. Еревана и характеризуются удовлетворительными

ирригационными свойствами, высоким содержанием азота и органических веществ.

3. Воды Мхчанской насосной станции, сформировавшиеся из вод рек Раздан, Севджур и коллектора, по соотношению ионов, степени минерализации, реакции среды, величине щелочного коэффициента и опасности осолонцевания почвы мало пригодны для орошения.

Кафедра экологии и
охраны природы

Поступила 30.05.1983 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проскуряков В. А., Шмидт Л. И. Очистка сточных вод в химической промышленности. Л.: Химия, 1977, 463 с.
2. Хостинг К. Ф. Проблемы применения геохимических методов поиском в Корнуэлле (Англия).—В кн.: Геохимические поиски. М.: Мир, 1973.
3. Елпатьевский П. В., Чудаева В. А., Зазыкина Е. Ф., Аржанова В. С. Роль техногенного фактора в формировании ионного стока (на примере одной из рек Приморья).— В сб.: Геохимия зоны гипергенеза и техническая деятельность человека. Владивосток: 1976, с. 17—27.
4. Беляк Б. О. Опыт орошения полей сточными водами в совхозе «Красный партизан» (Харьковская область).—Удобрение и урожай, 1958, № 6, с. 45—48.
5. Буданов М. Ф. Влияние длительного орошения сточной водой на почвы одесских полей орошения.— Почвоведение, 1939, № 6, с. 94—103.
6. Вижебицки Ян. Развитие использования сточных вод в сельском хозяйстве Польши в 1963—1964 гг.—В кн.: IV Междунар. конф. по вопросам использования сточных вод для орошения (Бухарест—1966). М.: 1966, с. 8—9.
7. Додолина В. Т., Буц З. А. Пригодность сточных вод химических предприятий для орошения.— Экспресс-информация. Гипроводхоз. Сер. 4, вып. 2, 1967, с. 31—36.
8. Ковалева Н. А. Об использовании сточных вод тонкосуконной фабрики для орошения кормовых культур на супесчаных дерново-подзолистых почвах М.: 1965, 16 с.
9. Жуков А. И. Методы очистки промышленных сточных вод.—Справ. пособие. М.: 1977, 208 с.
10. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970, 444 с.

Լ. Գ. ԵՍՅԱՆ,

Կ. Վ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Է. Ա. ՍԱՏՐԱԶՐԵԿՅԱՆ

ՀՐԱԶԳԻԱՆ ԳԵՏԻ ԶՐԵՐԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԿԱԶՄԻ ԵՎ ՈՌՈԳԻԶ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿԱՊՎԱՍ ԵՐԱՆՑ ԱՆՏՐՈՊՈԳԵՆ ԱՂՏՈՏՄԱՆ ՀԵՏ

Ա մ ֆ ո ֆ ու մ

Հրազդան գետի ջրերի քիմիական կազմի ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ վերին հոսանքում նրանք չեն աղտոտվում և բնութագրվում են բարձր ոռոգիչ հատկություններով: Ստորին հոսանքում Հրազդան գետը՝ ընդունում է Երևան քաղաքի մի շարք արդյունաբերական ձեռնարկությունների թափոնները, որի հետևանքով նրա ջրերը դառնում են ոչ լիարժեք իրենց ոռոգիչ հատկություններով: