

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ, ПРИМЕНЯЕМОЙ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ГИДРОПОНИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

Исходная вода содержит значительное количество растворенных веществ, которые могут существенно влиять на баланс питательных элементов и физико-химические свойства питательных растворов, применяемых при гидропонике.

Состав и свойства исходной воды весьма различны и подлежат обязательному учету при составлении питательных растворов [1-3].

На экспериментальной гидропонической станции ИАПГ применяется вода из артезианского источника.

Анализы исходной воды производились в течение 1971-1975 гг по рекомендации О.Б. Гаспарян [4, 5]. Результаты приведены в табл. 1, 2, расход воды и количество растворенных веществ, поступающих с исходной водой в резервуар питательного раствора даны в табл. 3 (рис. 1).

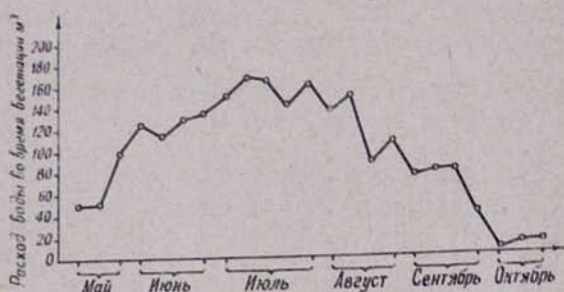
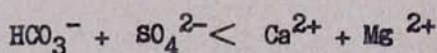


Рис. 1. Расход исходной воды во время вегетации.

Общая минерализация. Исходная вода относится к водам с повышенной минерализацией. Общая минерализация [6], сумма главных ионов — (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} и Cl^-) воды меняется от 531 до 732 мг/л (табл. 1, 2). По гидрохимической классификации О.А. Алекина исходную воду можно отнести ко второму типу кальциевых вод гидрокарбонатного класса (т.е. $\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). Лишь в трех пробах тип исходной воды меняется, т.е.



Электропроводность исходной воды колебалась в пределах

Химический состав исходной воды в мг/л (числитель) и мг экв-л (знаменатель)
(опыты 1971-1972 гг)

Таблица 1

Дата взятия пробы	Электро- провод- ность $10^5 \text{ ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$	pH	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	NH_4^+	NO_3^-	NO_2^-	HPO_4^{2-}	Сумма главней- ших ионов
1971 15.VII	75	7,49	$\frac{70}{3,49}$	$\frac{24}{1,97}$	$\frac{43}{1,86}$	$\frac{7}{0,17}$	$\frac{253}{4,14}$	$\frac{141}{2,93}$	$\frac{59}{1,60}$	следы	$\frac{4}{0,06}$	следы	$\frac{0,7}{0,02}$	$\frac{597}{16,22}$
20.VIII	86	7,60	$\frac{75}{3,74}$	$\frac{34}{2,70}$	$\frac{30}{1,30}$	$\frac{6}{0,15}$	$\frac{258}{4,20}$	$\frac{130}{2,70}$	$\frac{67}{1,88}$	следы	$\frac{3}{0,04}$	следы	следы	$\frac{600}{16,67}$
20.IX	86	7,40	$\frac{61}{3,00}$	$\frac{29}{2,38}$	$\frac{49}{2,10}$	$\frac{5}{0,12}$	$\frac{253}{4,14}$	$\frac{130}{2,70}$	$\frac{59}{1,66}$	нет	$\frac{2,5}{0,04}$	нет	следы	$\frac{586}{16,1}$
1972 15.V	125	7,80	$\frac{75}{3,74}$	$\frac{34}{2,70}$	$\frac{56}{2,43}$	$\frac{5}{0,12}$	$\frac{253}{4,14}$	$\frac{150}{3,10}$	$\frac{59}{1,66}$	следы	$\frac{20}{0,30}$	нет	$\frac{0,8}{0,02}$	$\frac{732}{17,89}$
20.VI	120	7,85	$\frac{54}{2,69}$	$\frac{29}{2,38}$	$\frac{49}{2,10}$	$\frac{4}{0,10}$	$\frac{263}{4,30}$	$\frac{130}{2,70}$	$\frac{59}{1,66}$	нет	$\frac{23}{0,37}$	нет	$\frac{0,35}{0,01}$	$\frac{588}{15,93}$
15.VII	86	7,68	$\frac{77}{3,80}$	$\frac{29}{2,38}$	$\frac{49}{2,10}$	$\frac{4}{0,10}$	$\frac{278}{4,50}$	$\frac{132}{2,70}$	$\frac{66}{1,85}$	следы	$\frac{4}{0,06}$	нет	$\frac{0,35}{0,01}$	$\frac{635}{18,43}$
20.VIII	86	7,75	$\frac{69}{3,40}$	$\frac{35}{2,87}$	$\frac{59}{2,56}$	$\frac{4}{0,10}$	$\frac{278}{4,50}$	$\frac{120}{2,40}$	$\frac{83}{2,34}$	следы	$\frac{4}{0,06}$	нет	$\frac{0,25}{0,009}$	$\frac{648}{18,17}$
25.IX	120	7,92	$\frac{88}{4,30}$	$\frac{35}{2,87}$	$\frac{54}{2,37}$	$\frac{4}{0,10}$	$\frac{268}{4,30}$	$\frac{150}{3,10}$	$\frac{65}{1,83}$	нет	$\frac{24}{0,38}$	нет	нет	$\frac{664}{18,87}$

Таблица 2
Химический состав исходной воды в мг/л (числитель) и мг экв/л (знаменатель)
(опыты 1973-1975 гг)

Дата взятия пробы	Электро- провод- ность $10^5 \text{ ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$	pH	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	NH_4^+	NO_3^-	NO_2^-	HPO_4^{2-}	Сумма главней- ших ионов
1973														
17.VI	75	7,83	$\frac{90}{4,49}$	$\frac{24}{1,97}$	$\frac{49}{2,13}$	$\frac{6}{0,15}$	$\frac{258}{4,20}$	$\frac{93}{1,90}$	$\frac{70}{1,97}$	следы	$\frac{17}{0,28}$	нет	следы	$\frac{590}{16,81}$
23.VII	82	7,70	$\frac{80}{3,90}$	$\frac{34}{2,70}$	$\frac{47}{2,03}$	$\frac{6}{0,15}$	$\frac{268}{4,30}$	$\frac{110}{2,29}$	$\frac{67}{1,88}$	нет	$\frac{12}{0,20}$	нет	следы	$\frac{612}{17,25}$
20.VIII	75	7,95	$\frac{85}{4,24}$	$\frac{37}{3,00}$	$\frac{47}{2,03}$	$\frac{6}{0,15}$	$\frac{268}{4,30}$	$\frac{93}{1,90}$	$\frac{67}{1,88}$	нет	$\frac{9}{0,15}$	$\frac{0,4}{0,008}$	следы	$\frac{603}{17,50}$
12.IX	82	7,92	$\frac{93}{4,64}$	$\frac{37}{3,00}$	$\frac{50}{2,17}$	$\frac{6}{0,15}$	$\frac{273}{4,47}$	$\frac{110}{2,29}$	$\frac{70}{1,97}$	нет	$\frac{17}{0,28}$	$\frac{0,9}{0,02}$	следы	$\frac{639}{18,60}$
1974														
10.VII	80	7,20	$\frac{61}{3,04}$	$\frac{26}{2,10}$	$\frac{44}{1,90}$	$\frac{5}{0,12}$	$\frac{253}{4,14}$	$\frac{69}{1,40}$	$\frac{78}{2,19}$	следы	$\frac{37}{0,60}$	$\frac{0,4}{0,008}$	следы	$\frac{536}{14,89}$
15.IX	82	7,40	$\frac{61}{3,04}$	$\frac{37}{3,00}$	$\frac{49}{2,10}$	$\frac{6}{0,15}$	$\frac{263}{4,30}$	$\frac{120}{2,40}$	$\frac{65}{1,83}$	следы	$\frac{15}{0,24}$	следы	$\frac{0,2}{0,006}$	$\frac{601}{16,82}$
10.X	80	7,20	$\frac{61}{3,04}$	$\frac{26}{2,10}$	$\frac{49}{2,10}$	$\frac{8}{0,20}$	$\frac{244}{3,99}$	$\frac{65}{1,30}$	$\frac{78}{2,19}$	следы	следы	следы	следы	$\frac{531}{14,92}$
1975														
23.V	86	7,40	$\frac{61}{3,04}$	$\frac{54}{4,40}$	$\frac{49}{2,10}$	$\frac{5}{0,12}$	$\frac{263}{4,30}$	$\frac{150}{3,10}$	$\frac{65}{1,83}$	следы	следы	$\frac{0,4}{0,008}$	следы	$\frac{647}{18,89}$
27.VI	120	7,40	$\frac{77}{3,80}$	$\frac{35}{2,87}$	$\frac{49}{2,10}$	$\frac{6}{0,15}$	$\frac{263}{4,30}$	$\frac{120}{2,40}$	$\frac{77}{2,17}$	следы	$\frac{10}{0,16}$	следы	следы	$\frac{627}{17,79}$
28.VII	123	7,45	$\frac{90}{4,49}$	$\frac{37}{3,00}$	$\frac{80}{3,47}$	$\frac{12}{0,30}$	$\frac{244}{3,99}$	$\frac{170}{3,50}$	$\frac{95}{2,60}$	следы	$\frac{15}{0,24}$	следы	$\frac{0,5}{0,01}$	$\frac{728}{21,35}$
8.VIII	86	7,30	$\frac{85}{4,24}$	$\frac{37}{3,00}$	$\frac{47}{2,03}$	$\frac{6}{0,15}$	$\frac{268}{4,30}$	$\frac{150}{3,10}$	$\frac{67}{1,88}$	следы	$\frac{12}{0,19}$	$\frac{0,6}{0,01}$	следы	$\frac{660}{18,70}$
13.IX	123	7,00	$\frac{88}{4,30}$	$\frac{35}{2,87}$	$\frac{54}{2,37}$	$\frac{8}{0,22}$	$\frac{195}{3,20}$	$\frac{200}{4,10}$	$\frac{77}{2,17}$	следы	следы	следы	следы	$\frac{657}{19,23}$

$\times 10^5 \text{ ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$. Величина электропроводности зависит прежде всего от концентрации воды, от степени диссоциации при данном разбавлении и от активности ионов в ней [7].

Концентрация водородных ионов. pH воды колебалась в пределах 7,00-7,95. С повышением степени минерализации повышалась щелочность воды.

Гидрокарбонатные ионы (HCO_3^-). Содержание гидрокарбонатного аниона по сравнению с остальными анионами (SO_4^{2-} , Cl^-) значительно выше, в результате чего вода относится к гидрокарбонатному классу, т.е. $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$. Содержание HCO_3^- меняется от 195 до 278 мг/л. С повышением минерализации, количество HCO_3^- возрастает меньше, чем содержание Cl^- и SO_4^{2-} .

Хлор (Cl^-). Содержание хлора в исходной воде относительно постоянно и колеблется в пределах 59-95 мг/л.

Сульфатные ионы (SO_4^{2-}). Исходная вода, наряду с гидрокарбонатными ионами содержит также большое количество сульфатных ионов. По содержанию SO_4^{2-} занимает среднее положение среди анионов, отставая от HCO_3^- и почти всегда превышая Cl^- . Каждый кубометр воды приносит в резервуар питательного раствора SO_4^{2-} 65-200 г в растворенном состоянии.

Содержание кальция, магния, натрия и калия. Содержание кальция в воде в течение вегетации по сравнению с остальными катионами значительно выше. При низкой минерализации в 1 л воды содержится 54 мг, с повышением же минерализации содержание кальция возрастает, доходя до 93 мг/л. Из катионов Mg^{2+} по абсолютному количеству уступает Ca^{2+} и Na^+ , т.е. $\text{Mg}^{2+} < \text{Na}^+ < \text{Ca}^{2+}$, однако при пересчете этих величин на мг-экв/л $\text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$. Катион Na^+ по количеству (мг-экв/л) занимает третье место, т.е. $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$. Калий выделяется относительно низким содержанием (табл. I, 2).

Соединения азота (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+). В исходной воде из азотсодержащих ионов значительное место занимает NO_3^- . Нитраты содержались почти во всех исследованных пробах. NO_2^- обнаружен не во всех образцах. NH_4^+ отсутствует в воде.

Фосфор. По данным ряда авторов [8-12], содержание растворенного фосфора в природных водах в связи с малой растворимостью его соединений очень низкое. В применяемой нами исходной воде фосфор отсутствует.

В течение 1973-1975 гг сток ионов в резервуар питательного раствора составлял в среднем за вегетацию около 1951 кг. Ежегодно в резервуар питательного раствора поступало с водой в

Таблица 3

Расход воды (в м³) и количество растворенных веществ, поступающих с
исходной водой в резервуар питательного раствора (в кг)

Г о д	Расход воды	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	Сумма ионов
1973	4500	390	150	220	30	1170	450	310	60	2780
1974	2700	170	80	130	15	680	230	200	50	1555
1975	2350	190	95	130	15	540	350	180	20	1520
Среднее	3183	250	108	160	20	797	343	230	43	1951

растворенном состоянии в среднем: HCO_3^- - 797, Cl^- - 230, SO_4^{2-} - 343, NO_3^- - 43, Ca^{2+} - 250, Mg^{2+} - 108, Na^+ - 160 и K^+ - 20 мг.

В ы в о д ы

1. Исходная вода по химическому составу относится ко второму типу кальциевых вод гидрокарбонатного класса.
2. Показатели химического состава исходной воды варьируют в следующих пределах: общая минерализация - 531-732 мг/л; электропроводность - $(75-125) \times 10^5 \text{ ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$, pH - 7,00-7,95.
3. Катионы в воде (в мг экв/л) располагаются в следующий убывающий ряд $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$.
4. В анионном составе воды преобладающими по количеству являются гидрокарбонатные ионы, т.е. $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$.
5. Из азотсодержащих ионов в воде преобладает NO_3^- от 0 до 37 мг/л.
6. Фосфор в воде отсутствует.
7. Сток ионов в резервуар питательного раствора ЭГС составлял ежегодно 1951 кг, в котором содержится Ca^{2+} - 250; Mg^{2+} - 108; Na^+ - 160; K^+ - 20; HCO_3^- - 797; SO_4^{2-} - 343; Cl^- - 230; NO_3^- - 43 кг.

Լ.Մ. ՂԱԼԱԶՅԱՆ

ՀԻՄՆՈՐՈՇԵԻՎԱԿԱՆ ՓՈՐՏԱՐԱՐԱԿԱՆ ԿԱՅԱՆՈՒՄ ՕԳՏԱԳՈՐԾՎՈՂ ԶՐԻ
ԲՆՄԻԱԿԱՆ ԿԱԶՄԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆԵՆԵՐԸ

Ամփոփում

Հետազոտության նպատակն է, որ ելային արտեզ-
յան ջրի յուրաքանչյուր մ³-ը, լուծված զիճակում պարունակել է Ca^{2+}
54-93, Mg^{2+} 24-54, Na^+ 30-80, K^+ 4-12, HCO_3^- 195-278, SO_4^{2-} 65-200 քգ:
Ուսումնասիրության տվյալների համալայն /1973-1975 թթ/ ելային ջուրը
սենդարար լուծույթի ամբար է բերել յուրաքանչյուր զիճեռացիայի ընթաց-
քում մոտ 1951 քգ լուծված նյութեր՝ Ca^{2+} 250, Mg^{2+} 108, Na^+ 160, K^+ 20
 HCO_3^- 797, SO_4^{2-} 343, Cl^- 230, NO_3^- 43 քգ.

L.M. KALACHYAN

STUDIES ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE WATER USED AT THE
HYDROPONIC EXPERIMENTAL STATION

Summary

Results have shown that each cubic metre of the initial artesian water contains the following dissolved ions: Ca^{2+} 54-93, Mg^{2+} 24-54, Na^{+} 30-80, K^{+} 4-12, HCO_3^{-} 195-278, SO_4^{2-} 65-200, Cl^{-} 59-95, NO_3^{-} 0-37g.

According to the data of studies from 1973-1975, the initial artesian water has brought into the reservoir of the nutrient solution during each vegetation period up to 1951kg of dissolved ions in kgs - Ca^{2+} 250, Mg^{2+} 108, Na^{+} 160, K^{+} 20, HCO_3^{-} 797, SO_4^{2-} 343, Cl^{-} 230, NO_3^{-} 43kg.

Л и т е р а т у р а

1. Давтян Г.С. Проблема питательного раствора в производстве растений без почвы. Сообщения ИАПиг АН АрмССР, № 7, 1967, (Доклад на сессии ВАСХНИЛ, посвящен 100-летию со дня рождения Д.Н.Прянишникова), с. 11-20.
2. Ермаков Е.И. и Штрейс Р.И. Выращивание овощей без почвы. Лениздат, 1968.
3. Чеснокова В.А., Базырина Е.Н., Бущуева Т.М. и Ильинская Н.Д. Выращивание растений без почвы. Изд-во Ленингр. ун-та, 1960, с. 56-57.
4. Гаспарян О.Б. Химический анализ оросительных вод. "Сообщения ИАПиг АН АрмССР", № 9, 1970, с. 61-80.
5. Гаспарян О.Б. Некоторые рекомендации по анализу питательных растворов, применяемых в гидропонике. Сообщения ИАПиг АН АрмССР, № 7, 1967, с. 86-91.
6. Алексин О.А. Основы гидрохимии. Л., Гидрометиздат, 1953, с. 106-110.
7. Шарло Г. Методы аналитической химии. Изд-во "Химия", М.-Л., 1966, с. 402-403.

9. Валяшко М.Г. Роль растворимости в формировании химического состава природных вод. ДАН СССР, т. 99, № 4, 1954, с. 581-584.
10. Глаголева М.А. Формы миграции элементов в речных водах. ДАН СССР, т. С XXI, № 6, 1958, с. 1052-1055.
11. Лятти С.Я. Поливные качества воды оз.Севан и реки Зангу. Материалы по исследованию оз.Севан и его бассейна, т.IV, вып. 3, Эривань, 1933.
12. Пахомова А.С. К химическому составу взвешенных веществ и донных отложений дельты Волги и сев. части Каспийского моря. Тр. Гос. океанографического института, вып. 45, 1959.
13. Страхов Н.М. и др. Образование осадков в современных водоемах. Изд-во АН СССР, М., 1954, с. 631-645.