

УДК 631.416 : 631.6

И. А. ВЛАСЮК, Т. Л. САЛО

ДИНАМИКА ВОДНОРАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ В ПОЧВЕ ПРИ ОРОШЕНИИ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

Показано, что при орошении сточными водами получены значительные прибавки урожая многолетних трав (100—250 ц/га зеленой массы), однако наблюдается тенденция к осолонцеванию, накоплению токсичных солей в почвах. С целью предупреждения процессов засоления необходимо разработать оптимальные режимы орошения с применением комплекса агротехнических мероприятий.

Предотвращение засоления почв при орошении их сточными водами — неотложная задача мелиоративного земледелия. С этой целью необходимо изучение химического состава сточных вод, влияния их на почву, урожай и качество сельскохозяйственных культур. В настоящее время орошение сточными водами еще не нашло должного распространения, поскольку они разнообразны по своему химическому составу, часто характеризуются высокой минерализацией, неблагоприятным соотношением катионов и анионов. Кроме питательных элементов сточные воды содержат большое количество солей, токсичных для растений, поэтому представляют интерес вопросы динамики их в почве, на которой применяется орошение.

Украинским научно-исследовательским институтом земледелия и Украинской научно-исследовательской станцией орошения сточными водами (УкрНИСОСВ) проведено изучение химического состава сточных вод, выноса солей фильтрационными водами и сельскохозяйственными растениями и распределения их в почве. Опыт был заложен в производственных условиях на поле многолетних трав в совхозе «Бортнич». Исследования проводили на двух идентичных участках (площадь 0,3 га), орошаемом и неорошаемом (контроль). Почвы темно-серые, оподзоленные, легкосуглинистые. Размер учетных площадок 100 м², повторность 3-кратная.

Орошаемый участок поливали сточными водами Бортничской оросительной системы в течение 8 лет (1967—1975). Сточные воды этой системы проходят механическую и биологическую очистку. Минерализация вод не превышает 1 г/л, однако отношение в них катионов и анионов часто оказывается неблагоприятным. Кроме относительно небольшого количества питательных веществ сточные воды Бортничской оросительной системы содержат и другие химические соединения. После биологической очистки в 1000 м³ этих вод содержится в среднем 17,3 кг азота, 3 кг фосфора, 9 кг калия, 75 кг кальция и магния, 65 кг сернистых соединений, 70 кг хлора, 60 кг натрия и 300—500 кг бикарбонатов.

В годы исследований химический состав сточных вод был непостоянен (табл. 1). В отдельные годы в сточных водах наблюдается повышенная щелочность. В них наряду с кальцием и магнием в таких же количествах содержится и натрий. В связи с неблагоприятными водно-физическими свойствами почв накопление ионов Na⁺ и HCO₃⁻ может привести к образованию соды, а другие элементы катионной и анионной

Таблица 1

Химический состав сточных вод

Дата отбора	рН воды	NH ₄	P ₂ O ₅	K	Na	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃
1967										
13.VI	7,3	1,06	0,02	Сл.	1,69	3,20	1,01	2,10	1,29	4,30
10.VIII	7,6	0,81	Сл.	»	3,00	3,06	1,24	1,87	1,26	5,20
1968										
6.VI	7,5	1,35	0,14	0,08	2,69	3,17	0,96	2,04	1,24	4,80
14.VIII	7,8	0,94	0,06	0,07	2,78	3,24	1,17	2,34	1,11	1,80
1969										
10.VII	7,8	0,93	0,06	0,31	3,35	3,24	1,62	2,33	1,41	5,12
8.IX	7,8	0,82	0,08	0,08	3,39	3,51	1,24	2,60	1,85	5,84
1970										
3.VII	8,0	1,66	0,30	0,03	3,00	2,80	0,60	1,42	0,90	6,00
25.VIII	7,9	1,20	0,12	Сл.	2,15	3,90	1,05	2,15	0,95	6,54
1971										
18.VI	7,4	0,70	0,13	0,21	2,00	2,73	0,88	3,07	0,70	4,20
5.IX	7,0	0,98	0,08	0,15	1,63	2,65	1,17	3,18	0,66	3,90
1972										
9.VI	7,6	0,81	0,16	0,08	3,22	3,91	1,15	3,95	0,85	5,00
25.VII	7,3	0,74	0,22	0,07	2,18	2,20	0,93	3,64	1,00	4,66
1973										
22.V	7,6	1,30	0,11	0,25	2,96	3,6	1,0	2,08	1,25	5,36
30.VII	7,6	1,24	0,13	0,15	3,39	3,3	1,2	2,39	1,20	5,58
1974										
24.VI	7,8	1,02	0,13	0,30	3,34	3,8	1,2	2,38	1,33	4,80
29.VIII	7,8	1,03	0,12	0,28	3,48	3,6	0,9	2,63	1,31	5,32
1975										
4.V	7,3	0,93	0,102	0,30	1,96	3,2	1,0	1,96	1,05	4,60
15.VII	7,8	0,80	0,08	0,34	3,48	2,6	2,1	2,58	1,36	5,08

групп могут образовывать трудно- и среднерастворимые соли, такие как Ca(HCO₃)₂, CaSO₄, Mg(HCO₃)₂ и др.

В отдельные годы (1971—1972) в сточных водах наблюдали повышенное количество ионов хлора. Повышенное содержание хлоридов, особенно солей натрия свидетельствует о том, что в последние годы увеличилось количество промышленных сбросов, содержащих эти вещества [1]. Увеличение натрия-иона и хлор-иона в основном характерно для летнего периода, т. е. для периода наиболее интенсивных поливов (с июля по октябрь).

Поливы проводили по методическим указаниям УкрНИИОЗ [2] в зависимости от метеорологических условий года, влажности почвы, выращиваемых культур (многолетние травы). Влажность метрового слоя почвы поддерживали на уровне 70—80% от полевой влагоемкости. Поливная норма составляла 400—600 м³/га.

Вынос солей с поливными водами и атмосферными осадками изучали с применением лизиметров, которые были установлены на различных глубинах по генетическим горизонтам почв. Поэтому была возможность детально проследить за динамикой солей в почвенном растворе.

В результате исследований лизиметрических вод было установлено, что значительная часть солей отмывается поливными водами и атмосферными осадками. На орошаемом участке минеральный остаток значительно выше, чем на неорошаемом (контроль). Например, в засушливые годы исследований (1967, 1972) на орошаемом участке минеральный остаток колебался в пределах 0,220—0,350%, на неорошаемом соответственно 0,090—0,120%. В остальные годы исследований, которые отличались значительно большим количеством осадков, наблюдали некоторое разбавление почвенного раствора. Минеральный остаток рав-

нялся 0,170—0,220% на орошаемом участке и 0,080—0,100% — на неорошаемом.

Из результатов анализов водной вытяжки следует, что использование сточных вод для орошения на серых оподзоленных почвах приводит к заметному накоплению солей. После трех лет орошения в верхних горизонтах почвы наблюдали повышенное по сравнению с контролем количество солей натрия, хлора, бикарбонатов.

После восьми лет орошения сточными водами в солевом режиме почв произошли некоторые изменения. Соли отмылись в более глубокие горизонты почвы (на глубину 60—130 см), максимальное их количество

Таблица 2

Состав водной вытяжки

Глубина, см	рН	Ca	Mg	Na	Cl	SO ₄	K	HCO ₃
		мг-экв/100 г почвы						
Без орошения (контроль)								
0—40	6,0	0,285	0,015	0,043	0,080	0,056	0,073	0,09
60—80	6,2	0,289	0,095	0,041	0,080	0,160	0,026	0,09
100—120	6,5	0,190	0,097	0,042	0,121	0,184	0,010	0,10
После 3 лет орошения								
0—40	6,6	0,210	0,380	0,124	0,161	0,120	0,010	0,18
60—80	6,7	0,190	0,262	0,095	0,221	0,164	0,036	0,16
100—120	6,5	0,185	0,285	0,053	0,121	0,100	0,022	0,12
После 8 лет орошения								
0—40	6,5	0,243	0,124	0,085	0,200	0,115	0,015	0,15
60—80	6,9	0,152	0,320	0,294	0,275	0,183	0,010	0,09
100—120	6,6	0,173	0,215	0,230	0,215	0,090	0,042	0,29

сосредоточилось на глубине 60—70 см. В анионном составе стали преобладать ионы Cl и HCO₃ (табл. 2) в корнеобитаемом слое почвы. Ряд авторов, в частности Базилевич и Панкова [3], считает, что содержание хлора в почвах не должно превышать 0,3 мг-экв/100 г почвы (0,01%) для большинства культур. В катионном составе преобладает натрий. В поглощенном состоянии на орошаемом участке он составляет 2—5% от емкости обмена, что свидетельствует о некоторой тенденции к осолонцеванию почв. Минеральный остаток увеличился по сравнению с контролем, особенно в иллювиальном горизонте.

Результаты исследований химического состава растений показали, что на орошаемом участке растениями выносятся несколько больше солей. Например, содержание натрия в растениях клевера на неорошаемом участке было равно 0,11%, на орошаемом — 0,19%, содержание хлора соответственно 0,17 и 0,22%.

Данные по урожаю показывают, что орошение резко повышает сбор зеленой массы с единицы площади. Наибольшие прибавки урожая наблюдали в наиболее засушливые годы. При орошении был получен урожай клевера (зеленой массы) 581,5—650 ц/га, без орошения — 315—382 ц/га.

По данным Украинской НИС орошения сточными водами, урожай зеленой массы возрос на райграсово-белоклеверном пастбище с 235,4—597,5 до 529—828 ц/га, на кострово-люцерновом с 244,9—422 до 368,4—708 ц/га, на чистом посеве люцерны с 153,9—277,6 до 313,6—593,1 ц/га.

Выводы

1. В годы с большим количеством осадков соли из орошаемых почв вымываются в более глубокие горизонты и накапливаются в основном в иллювиальном горизонте (60—80 см), часть солей выносятся растениями (хлориды, гидрокарбонаты). Отмечена тенденция к осолонцеванию почв.

2. Орошение сточными водами оказало положительное влияние на урожайность культур: получены значительные прибавки урожая.

3. С целью предупреждения засоления почв при орошении необходимо разработать оптимальные режимы орошения с применением комплекса агротехнических мероприятий.

Литература

1. Хрустова Т. Н. Об удобрительных качествах сточных вод. В сб.: Мелиорация и водное хозяйство, вып. 9. Киев, «Урожай», 1968.
2. Горянский М. М. Методика полевых опытов на орошаемых землях. Киев, «Урожай», 1970.
3. Базилевич Н. И., Панкова Я. И. Инструкция по учету засоленных почв, М., 1968.

Украинская НИС
орошения сточными водами
Минмелиоводхоз УССР

Дата поступления
4.II.1976 г.

I. A. VLASYUK; T. L. SALO

DYNAMICS OF WATER-SOLUBLE SALTS IN A SOIL WHEN IRRIGATED WITH SEWAGE WATER

It has been shown that the irrigation with sewage water considerably increases the yields of perennial grasses (100—250 *hkg/ha*), however, a tendency of solonetization and the accumulation of toxic salts has been observed. In order to prevent the salinization process it is necessary to work out optimal regimes of irrigation with the use of complex farming practices.