

УДК 631.44.6

Лозовіцький П.С.,
Каленюк С.М.

ВЕЛИЧИНА ВТОРИННОГО ЗАСОЛЕННЯ ЗОНИ АЕРАЦІЇ КАШТАНОВИХ ҐРУНТІВ ПРИСИВАШІЯ

Наведено узагальнені результати спостереження за величиною вторинного засолення ґрунтів верхнього метрового шару та всієї зони аерації в залежності від глибини залягання та рівня мінералізації ґрунтової води на бездренажних ділянках, розміщених у районі Присивашія, Сакської та Інгuleцької зрошувальних систем. Шляхом математичної обробки отримано рівняння залежності, які пропонується використовувати для прогнозу величини вторинного засолення ґрунтів від вище перелічених параметрів та обґрунтовано критичні рівні глибини залягання ґрунтових вод (1,5-4,5 м) в залежності від їх мінералізації у межах 0,5-25 г/л.

Об'єкти та методика досліджень. Дослідно-виробничі ділянки (ДВД) площею 24-50 га розміщено, в основному, в Присивашії (КСП "Таврія", ім. Крупської, НДС ІГіМ [7] Нижньогірського району Автономної республіки Крим) та на об'єктах-аналогах Сакської [3] та Інгuleцької [4] зрошувальних систем. Об'єктами досліджень були: зрошувальні, ґрунтові та дренажні води, ґрунти зони аерації. У ґрунтових водах визначали рівень, мінералізацію і хімічний склад. У ґрунтах пошарово (кожні 20 см до метра та кожні 50 см до глибини залягання ґрунтової води) - засоленість за методом водної витяжки на початку та в кінці вегетаційного періоду [1,2,10]. Дослідження проведено протягом 1978-1998 років. За цей період охарактеризовано 75 розрізів з різними рівнями ґрунтової води, її мінералізації та засоленістю ґрунтів. 62 розрізи виконано в Нижньогірському, 10 - Сакському районах Автономної республіки Крим. Найбільш характерні результати засо-

леності ґрунтів зони аерації з відповідною мінералізацією та рівнем ґрунтової води приведено в таблиці 1. Отримані результати математично оброблено за допомогою стандартних обчислювальних програм "Costat" та "Eccsel".

Природні умови до зрошення Присивашія. Основні дослідні ділянки та ґрунтові розрізи (62 з 75) розміщені на відстані 5-10 км одна від одної в межах Присивашської низовини (Нижньогірський район), яка являє собою плоску або слабо бугристу рівнину з висотами 0-20 м над рівнем моря. Ґрунтовий покрив представлений каштановими та лучно-каштановими ґрунтами.

Четвертинні відклади представлені лесоподібними суглинками важкосуглинкового та легко глинистого механічного складу. Щільність ґрунту 1,22-1,27 г/см³, а материнської породи 1,48-1,50 г/см³. Щільність твердої фази орного шару ґрунту 2,63-2,66 г/см³, з глибиною зростає до 2,73-2,76 г/см³.

Загальна пористість верхнього шару 50-54%, з глибиною зменшується до 42-46%. Найменша вологемкість орного шару 28,0-31,5%, а в ґрунтоутворюючій породі знижується до 21,5-22,5%. Запаси доступної для рослин вологи у метровому шарі складають 1060-1160 м³/га, а в шарі 0-60 см - 800-860 м³/га.

Водопроникність орного шару низька з коефіцієнтом фільтрації 0,082-0,069 м/сут, а в ґрунтоутворюючій породі - 0,012-0,001 м/сут [9].

У 1967 р. (до зрошення) ґрунтові води залягали на глибині 5-6 м від поверхні землі і не впливали на розвиток ґрунтового покриву. Ґрунти на ДВД - каштанові малогумусні з вмістом гумусу в шарі 0-25 см 2,5%, а в шарі 25-50 см - 1,75%. Вміст увібраних основ: Ca²⁺ - 27,6 та 26,7, Mg²⁺ - 4,8 та 4,9, Na⁺ - 0,04 та 0,1 мг-екв/100 г ґрунту відповідно до тих же горизонтів. У шарі ґрунту 50-75 та 75-100 см вміст Ca²⁺ складав 22,1 та 17,9, Mg²⁺ - 5,3 та 6,9 і Na⁺ відповідно 0,15 та 0,3 мг-екв/100 г ґрунту. Отже, ґрунти не були осолонцюваними за натрієм у всьому метровому шарі, а вміст магнію у верхніх 75 сантиметрах складав 14,8-19,2% від суми увібраних основ, що також свідчило про неосолонцюваність за магнієм. І лише глибше 75 см вміст увібраного магнію складав близько 27,5%, що свідчить про слабе осолонцювання за магнієм.

Сума опадів для півдня

України (256-370 мм/рік) значно менша за випаровування (900 мм/рік). Тип водного режиму ґрунту характеризувався як автоморфний непромивний з відсутністю суцільного промочування ґрунтового профілю і материнської породи, що представлена лесоподібним суглинком, до рівня ґрунтової води. Кількість водорозчинних солей у ґрунті до початку зрошення була незначною. Вміст токсичних солей до глибини 0,75 м не перевищував 0,1%. Засоленість материнської породи спостерігалась з глибини 0,75 м до 2,0 м в кількості від 0,15 до 0,31%, у тому числі хлору від 0,03 до 0,11%. Передбачений критичний рівень ґрунтової води у проєкті будівництва зрошувальних систем у зоні дії Північно-Кримського каналу - 1,5-2,5 м.

Сакський зрошуваний масив представлений каштановими ґрунтами, які прилягають до південно-східного узбережжя оз. Сасик. Їх характеристика майже не відрізняється від характеристики каштанових ґрунтів Присивашія. Кліматичні умови (сума опадів, температура повітря) у багаторічному плані аналогічні. Глибина залягання рівня ґрунтової води (РГВ) 0,8-5,0 м. Мінералізація ґрунтової води (М) 1,7-9,4 г/л. Тип засолення ґрунтової води строкатий і змінюється від сульфатного кальцієвого до хлоридно-сульфатного натрієво-магнієвого.

Таблиця 1

Вторинна засоленість різних шарів ґрунту зони аерації
в залежності від рівня та мінералізації ґрунтової води

Шар ґрунту, см	Пошарова засоленість ґрунту в різних свердловинах, %											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0-20	0,72	0,81	0,50	1,08	1,68	1,90	0,21	1,24	0,219	0,84	0,491	
20-40	0,40	0,45	0,78	1,12	1,72	1,75	0,56	1,13	0,82	0,76	0,673	
40-60	0,28	0,37	0,92	1,17	1,79	1,40	0,59	1,57	0,635	0,70	0,642	
60-80	-	0,3	1,11	1,07	1,88	1,32	0,63	1,98	0,360	0,67	2,071	
80-100	-	-	1,07	0,90	2,06	1,98	0,62	2,35	0,342	0,79	1,776	
100-150	-	-	-	-	2,64	3,07	0,53	2,78	0,210	1,68	3,564	
150-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,947	
200-250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,497	
250-300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
РГВ,м	0,45	0,62	0,8	0,85	1,00	1,15	1,2	1,2	1,22	1,30	1,62	
М, г/л	2,50	3,10	7,2	8,2	10,00	18,8	7,5	12,64	4,61	9,5	21,23	
Шар ґрунту, см	Пошарова засоленість ґрунту в різних свердловинах, %											
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
0-20	0,097	0,15	0,044	0,115	0,082	0,105	0,133	0,125	0,071	0,108	0,174	
20-40	0,104	0,41	0,171	0,100	0,12	0,151	0,113	0,123	0,075	0,103	0,288	
40-60	0,132	0,32	0,243	0,127	0,17	0,196	0,181	0,166	0,272	0,179	0,864	
60-80	2,295	0,349	0,309	0,280	0,26	0,200	0,244	0,271	0,182	0,449	1,448	
80-100	2,643	0,568	0,236	0,351	0,26	0,303	0,509	0,369	0,162	0,655	1,235	
100-150	2,827	1,47	0,167	1,515	0,392	1,177	1,979	0,558	0,170	0,488	1,256	
150-200	2,406	1,52	-	1,381	0,361	1,244	2,199	1,155	0,198	0,406	1,32	
200-250	-	-	-	-	-	0,733	-	-	-	-	-	
250-300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
РГВ,м	1,47	1,53	1,55	1,58	1,6	1,62	1,72	1,75	1,85	1,85	1,86	
М, г/л	13,29	9,35	0,82	9,06	4,60	6,70	19,02	9,24	0,78	8,69	20,26	
Шар ґрунту, см	Пошарова засоленість ґрунту в різних свердловинах, %											
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
0-20	0,18	0,087	0,088	0,415	0,046	0,234	0,278	0,084	0,083	0,112	0,125	
20-40	0,154	0,120	0,105	0,692	0,117	0,22	0,315	0,120	0,096	0,223	0,123	
40-60	0,132	0,184	0,107	0,752	0,394	0,18	0,262	0,226	0,133	0,119	0,166	
60-80	0,214	0,212	0,226	0,674	0,427	0,19	0,908	0,138	0,177	0,271	0,271	
80-100	0,276	0,331	0,352	0,756	0,457	0,21	1,312	0,420	0,282	0,295	0,369	
100-150	0,453	0,520	1,410	2,221	0,257	0,255	3,672	0,945	0,648	0,555	0,558	
150-200	0,946	0,669	1,565	1,850	0,308	0,320	4,481	1,035	0,384	1,233	1,155	
200-250	0,748	0,838	0,652	3,188	-	0,325	3,498	0,47	0,222	0,617	0,754	
250-300	-	-	-	3,134	-	-	3,798	0,389	-	-	-	
РГВ,м	1,92	1,94	2,00	2,00	2,04	2,06	2,10	2,13	2,15	2,20	2,28	
М, г/л	3,90	8,14	11,82	18,38	7,07	6,10	22,94	5,90	5,44	6,74	9,24	

Продовження таблиці 1

Шар грунту, см	Пошарова засоленість ґрунту в різних свердловинах, %										
	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
0-20	0,314	0,360	0,314	0,096	0,100	0,250	0,331	0,065	0,184	0,179	0,080
20-40	0,466	0,280	0,467	0,119	0,116	0,444	0,389	0,095	0,194	0,329	0,072
40-60	0,600	0,840	0,700	0,217	0,175	0,454	0,391	0,105	0,169	0,654	0,110
60-80	0,356	1,052	0,356	0,408	0,237	0,674	0,391	0,130	0,178	0,874	0,111
80-100	0,556	3,634	0,568	0,250	0,299	1,566	0,413	0,168	0,198	0,792	0,116
100-150	1,998	3,251	2,992	0,380	1,361	1,854	0,535	0,200	0,154	0,851	0,138
150-200	2,800	3,091	2,798	0,266	1,194	2,224	0,557	0,465	0,171	1,024	0,165
200-250	2,789	2,430	2,770	0,193	0,46	2,646	1,240	0,217	0,143	1,048	0,180
250-300	2,752	1,890	2,756	0,187	0,259	2,133	1,664	0,356	0,147	2,275	0,210
РГВ, м	2,34	2,37	2,44	2,45	2,52	2,58	2,85	2,88	3,38	3,38	4,50
М, г/л	16,66	21,16	14,52	2,73	11,82	24,44	19,06	8,00	6,60	23,23	6,50

Ігулецька зрошувальна система представлена чорноземами південними середньо і важкосуглинковими (65% території), та темно-каштановими (20%). Наші дослідні ділянки (3 розрізи) розміщені на півдні системи у зоні темно-каштанових ґрунтів. Зрошення ведеється з 1957 року. Для зрошення використовується вода з річки Ігулець, мінералізацією 0,7-2,57 г/л сульфатно-хлоридного натрієвого складу. Щільність профілю метрового шару посилюється з глибиною з 1,28 до 1,58 г/см³. Пористість, навпаки, з глибиною знижується, з 53,4% в шарі ґрунту 0-20 см до 41,3 в шарі 50-100 см. Коефіцієнти фільтрації знижуються з глибиною і становлять 0,00028-0,00013 см/с. Ґрунти незасолені. Сума водорозчинних солей у профілі метрового шару становить 0,080-0,140%. Глибина залягання рівня ґрунтової води 2,5-5,0 м. Мінералізація ґрунтової води 2,4-6,7 г/л, сульфатно-хлоридного натрієво-магнієвого складу. Слід зазначити, що до початку зрошення ґрунтової води залягали на глибині 6-15 м від поверхні землі [4].

Зрошення, поливни норми, підживлення ґрунтових вод, підняття рівня та зростання їх мінералізації, вторинне засолення та осолонцювання ґрунту у КСП "Таврія". З початком зрошення характер водного режиму території почав змінюватись. Для поливу сільськогосподарських культур стали застосовувати зрошувальні норми 4,0-6,0 тис. м³, а поливні 500-800 м³/га і за вегетаційний період значна частина цієї води (30-50%) почала надходити в шари материнської породи, підвищуючи рівень ґрунтової води. Все це свідчить про необґрунтовано високі поливні норми, що призвело до погіршення екологічного стану, а пізніше і до підтоплення ґрунту.

Цей процес характеризувався вимиванням солей у зоні аерації, в основному хлоридів і натрію, і перенесенням їх на рівень ґрунтової води. На дослідних ділянках мінералізація ґрунтової води зростає з 6,00-12,25 г/л у 1967 р. до 18,86-24,43 г/л і більше у 1978р. Вміст хлору збільшився з 2,17 до 9,8 г/л, а вміст натрію - з 2,6 до 3,75г/л. Спостерігали зростання і інших іонів за

виключенням сульфатів, вміст яких знизився з 5,91 до 3,19 г/л.

Відсутність необхідного відтоку додаткових запасів води із зрошуваних територій призвело до підйому рівня ґрунтових вод на території ДВД з швидкістю 0,35-0,5м за рік. Через 10 років зрошення (1977 р.) ґрунтові води на території

ДВД в приканальній зоні шириною до 200 м залягали на глибині 0,4-1,5 м, а на решті території 1,5-2,3 м.

Підняття рівня ґрунтової води призвело до підтоплення території, що супроводжувалось її заболоченням, оглеєнням материнської породи і вторинним засоленням ґрунту (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст токсичних солей у ґрунті і материнській породі на весну 1978 р.

Шари ґрунту, см	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Mg	Na	Сума токсичних солей, %	Загальна сума солей, %
0-25	<u>0,161</u> 4,55	<u>0,161</u> 3,35	<u>0,015</u> 1,23	<u>0,153</u> 6,67	0,490	0,629
25-30	<u>0,226</u> 6,38	<u>0,091</u> 1,89	<u>0,025</u> 2,0	<u>0,143</u> 6,20	0,485	0,778
50-75	<u>0,243</u> 6,59	<u>0,116</u> 2,41	<u>0,036</u> 2,93	<u>0,140</u> 6,07	0,526	1,206
75-100	<u>0,190</u> 5,36	<u>0,578</u> 12,04	<u>0,011</u> 0,94	<u>0,978</u> 16,46	1,157	3,765
100-150	<u>0,185</u> 5,21	<u>0,445</u> 9,28	<u>0,091</u> 7,52	<u>0,160</u> 6,97	0,881	2,552
150-200	<u>0,185</u> 5,21	<u>0,361</u> 7,52	<u>0,067</u> 5,49	<u>0,166</u> 7,24	0,779	1,707
200-300	<u>0,186</u> 5,25	<u>0,480</u> 10,01	<u>0,073</u> 6,02	<u>0,212</u> 9,24	0,951	3,025

Примітка: CO₃²⁻, HCO₃⁻, Ca²⁺ - не виявлено; в чисельнику - %, знаменнику - мг/екв/100 г ґрунту

Вторинне засолення ґрунту, що відбулося внаслідок підйому рівня підґрунтових вод мінералізацією від 13,4 до 21,0 г/л до 0,4-1,5 м від поверхні землі, призвело до вилучення із сільськогосподарського користування 50 га землі. На площі ще 100 га внаслідок часткового засолення родючість ґрунту знизилась на 25-50%.

Крім цього, відбулися зміни і в ґрунтовому вбирному комплексі. Так восени 1977 року вміст увібраного Ca²⁺ значно знизився (на

5,2-4,7 мг/екв на 100 г ґрунту) і становив у шарі ґрунту 0-25 см 22,4, а в шарі 25-50 - 22,0 мг/екв на 100 г ґрунту, натомість вміст увібраного магнію зріс до 7,8 і 10,1 мг/екв на 100 г ґрунту. У процентному відношенні вміст Mg²⁺ зріс за рахунок кальцію у орному шарі з 14,8 до 25,7%, а у підорному з 15,45 до 31,3% і ґрунти перейшли у розряд слабо та середньо осолонцьованих за магнієм. Дещо знизився і загальний вміст увібраних основ та загальна буферність ґрунту. Таким чином, за час зрошення тип водного

режиму ґрунту з автоморфного непромивного змінюється на гідроморфний промивний, а ґрунт з каштанового типу - на лучно-каштановий.

Побудова дренажу, гіпсування, промивка засолених ґрунтів, зміна складу і опріснення ґрунтових і дренажних вод, покращання еколого-меліоративного стану. З метою запобігання подальшого засолення ґрунту в 1977-1978 рр. на площі 780 га було побудовано закритий гончарний та пластмасовий дренаж глибиною 2,5-3,0 м через 200-230 м, а в пониженних елементах рельєфу через 110-130 м з примусовим відведенням насосною станцією дренажних вод з території.

З весни 1978 р. розпочали будівництво чеків та тимчасових зрошувачів для наступного промивання засолених ґрунтів. Перед промиванням на поверхню ґрунтів було внесено 6 т/га гіпсу, після промивання - 80 т/га гною. Промивали засолені ґрунти прісною дніпровською водою методом затоплення чеків площею 0,1-1,0 га з 11 липня до 30 серпня 1978 року. Норма подачі води - 8000 м³/га у три заходи: 3000, 2600 та 2400 м³/га.

Будівництво дренажу та підтримання промивного типу водного режиму при зрошенні сільськогосподарських культур сприяло розсолению ґрунту і верхніх шарів материнської породи. Інтенсивне розсолению метрового шару ґрунту і материнської породи спостерігалось протягом перших двох років дії дренажу (рис. 1). За 1978-1979 рр. засоленість шару ґрунту і материнської породи знизилась з 0,66 до 0,10%, а в другому метровому шарі материнської породи - з 0,83 до

0,50% (рис. 1). За рахунок внесення меліоранту (гіпсу) відбулися зміни і у ґрунтовому вбирному комплексі, де відмічено на осінь 1979 р. повне заміщення увібраного натрію кальцієм та зниження вмісту магнію до 6,6 мг-екв/100 г ґрунту в шарі 0-25 см і до 7,2 - в шарі 25-50 см. За вмістом магнію (24,5-22,5%) ґрунти стали слабо осолонцьованими.

У подальшому, протягом 1979-1988 років, засоленість ґрунту і материнської породи змінювалася в незначних межах (рис. 1). Розсолению ґрунту і материнської породи відбувалося за рахунок вимивання хлоридів і сульфатів натрію та магнію.

Одночасно з розсоленим ґрунту і верхнього шару материнської породи відбувається опріснення підґрунтових і дренажних вод за рахунок вимивання хлоридів і сульфатів магнію та натрію (рис. 2, 3). На діаграмах цифрами показано вміст головних іонів і загальної мінералізації на жовтень кожного року. З 1978 р. по 1990 р. мінералізація підґрунтової води знизилась з 13,4-21,3 до 4,9-13,3 г/л, а дренажної води - з 16,2-19,8 до 8,4-14,7 г/л. Хімічний склад ґрунтових вод змінився з хлоридно-гідрокарбонатного натрієво-магнієво-кальцієвого до сульфатно-гідрокарбонатно-хлоридного натрієво-магнієво-кальцієвого /10/.

Слід відмітити, що восени 1978 року мінералізація ґрунтової води поруч із зрошувальним каналом була значно нижча, ніж на відстані 400 м, відповідно 2,1 і 19,1 мг/л (рис. 4). Отже, значна фільтрація із зрошувального каналу, яка постійно поповнювала запаси ґрунтових вод в приканальній 250 м зоні прісною водою позначилася в пер-

шу чергу на різному вмісті найбільш токсичних іонів хлору та натрію, де різниця становила 30 і більше разів (рис. 3). Після 12 річного зрошення в умовах відведення води дренажним стоком ця різниця дуже суттєво скоротилася.

Таким чином, з 1978 р. на території ДВД підтримується гідроморфний промивний режим лучно-каштанового ґрунту.

Спостерігаючи процес вторинного засолення ґрунтів зони аерації, ми відмітили одну особливість - найбільш високі концентрації солей, як правило, сконцентровані у першому метровому шарі ґрунту над дзеркалом ґрунтової води. Більше того, пошарова (0-25 см) засоленість ґрунту в зазначеному горизонті могла різнитись на 0,3-0,5 а інколи навіть на 1,2-1,5%. Враховуючи таку розбіжність у засоленості різних шарів ґрунту, ми прийшли до висновку, що результати необхідно усереднити, розрахункові шари збільшити і дисперсійний аналіз варто робити в двох горизонтах - верхньому метро-

вому та в зоні аерації до рівня ґрунтової води.

Дисперсійний аналіз результатів водної витяжки зразків ґрунтів та формули визначення величини вторинного засолення ґрунтів. Інформаційний масив складався з 20 перемінних, які утворювали паралельні ряди. Це хімічний склад ґрунтової води (мінералізація, вміст HCO_3 , Cl , SO_4 , Ca , Mg , Na , K , Na/Ca), склад водної витяжки (загальна засоленість, вміст HCO_3 , Cl , SO_4 , Ca , Mg , Na , K) та рівень ґрунтової води. Вибірка кожного ряду складалася з 75 значень. У даній роботі розглядаються питання лише загального засолення, тип і хімізм засолення - питання наступних публікацій.

Основні статистичні характеристики кількісної мінливості варіаційних рядів (мінімальне, максимальне, середнє значення, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації (табл. 3)), свідчать про значну мінливість засоленості верхнього метрового шару, зони аерації, мінералізації ґрунтової води та рівня її залягання.

Таблиця 3

Статистичні характеристики кількісної і якісної мінливості основних перемінних

Показники	Мінімальне значення	Максимальне значення	Середнє значення	Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіації
Засоленість шару 0-100 см, %	0,087	1,772	0,412	0,374	90,77
Засоленість зони аерації, %	0,105	2,918	0,718	0,647	90,11
Рівень ґрунтової води, м	0,45	4,50	2,06	0,73	35,44
Мінералізація води, г/л	0,45	24,438	9,17	6,73	73,39

Розподіл варіантів у більшості варіаційних рядів має не нормальний, а зрізаний від'ємний ексцесивний розподіл, коли в центрі не вершина, а впадина і варіаційна крива стає двохвершинною. Такий

розподіл підтверджує той факт, що у вибірку потрапили представники декількох сукупностей з різними середніми величинами засоленості ґрунтів при низькій та високій мі-

нералізації ґрунтової води та при різних рівнях їх залягання.

У проведених нами дослідженнях важливо встановити не парні зв'язки між окремими факторами, які впливають на засоленість ґрунтів (мінералізація ґрунтової води чи рівень ґрунтової води), а їх взаємний вплив. Для цього ми використовували коефіцієнт множинної кореляції, рівняння регресії з

$$S_{0-100} = 0,454 + 0,348 S_{з.а.} - 0,162 PГВ + 0,00465 M, \quad (1)$$

де: S_{0-100} - засоленість верхнього метрового шару ґрунту, %; $S_{з.а.}$ - засоленість ґрунтів зони аерації, %; PГВ - рівень ґрунтової води, м; M - мінералізація ґрунтової води, г/л.

Засоленість верхнього метрового шару ґрунту в залежності від рівня і мінералізації ґрунтової води виражатиметься рівнянням (2) з $r = 0,657$, в залежності від рівня ґрун-

$$S_{0-100} = 0,624 - 0,248 PГВ + 0,03269 M, \quad (2)$$

$$S_{0-100} = 0,443 + 0,3897 S_{з.а.} - 0,151 PГВ, \quad (3)$$

$$S_{0-100} = 0,138 + 0,491 S_{з.а.} - 0,00858 M, \quad (4)$$

Отримані рівняння можна використовувати для прогнозу величини засоленості ґрунтів верхнього метрового шару протягом п'яти-восьми років.

Отже, виходячи з коефіцієнтів детермінації, які дуже близькі для всіх отриманих рівнянь, зміна засоленості метрового шару ґрунтів у 59,3% випадків викликана зміною саме тих параметрів, які включено у рівняння регресії. Використовуючи отримані рівняння, нами визначено

двома-трьома перемінними та рисунок тривимірного зображення.

Аналіз отриманих результатів множинної кореляції між засоленістю верхнього метрового шару, з одного боку, та мінералізацією, рівнем ґрунтової води та загальною засоленістю зони аерації в різних модифікаціях свідчить про тісний зв'язок з коефіцієнтом кореляції ($r=0,77$), а рівняння регресії записується у вигляді:

тової води і засоленості ґрунтів зони аерації рівнянням (3) з $r=0,773$ та в залежності від мінералізації ґрунтової води та засоленості зони аерації рівнянням (4) з $r = 0,771$.

усереднену величину вторинного засолення ґрунтів верхнього метрового шару в залежності від рівня та мінералізації ґрунтової води (табл. 4).

Виходячи з результатів дисперсійного аналізу, зростання мінералізації ґрунтової води на 1 г/л при постійному заляганні рівня ґрунтової води підвищує засоленість верхнього метрового шару ґрунту в середньому на 0,033%. У той же час, підняття рівня ґрунтової

води всього на 0,5 м при постійній мінералізації ґрунтової води збільшує загальну кількість солей у верхньому метровому шарі ґрунту на 0,122%.

Аналізуючи отримані дані та порівнюючи їх з рекомендованими для захисту територій від підтоплення [5,6,8], приходимо до висновку, що критичні рівні ґрунто-

вих вод для ґрунтів важкого механічного складу Присивашся мають бути переглянуті в сторону збільшення та з більш детальним розчленуванням за мінералізацією (табл. 5). Слід відмітити, що визначені нами критичні рівні залягання ґрунтової води (1,5-4,5 м) характерні для територій при відсутності штучного дренажу.

Таблиця 4

Величина вторинного засолення верхнього метрового шару ґрунтів в залежності від глибини залягання та рівня мінералізації ґрунтової води

Рівень води, м	Засоленість, % в залежності від мінералізації води, г/л						
	1	3	5	10	15	20	25
0,5	0,455	0,598	0,663	0,827	0,990	1,154	1,315
1,0	0,408	0,474	0,579	0,703	0,866	1,030	1,193
1,5	0,288	0,350	0,415	0,578	0,742	0,905	1,068
2,0	0,160	0,225	0,290	0,454	0,617	0,780	0,944
2,5	-	0,101	0,166	0,330	0,493	0,657	0,820
3,0	-	-	-	0,216	0,369	0,533	0,696
3,5	-	-	-	0,081	0,245	0,407	0,562
4,0	-	-	-	-	0,120	0,283	0,447
4,5	-	-	-	-	-	0,160	0,324
5,0	-	-	-	-	-	-	0,192

Примітка: - вторинного засолення у верхньому метровому шарі не спостерігається

Прийняті раніше [5, 6, 8] критичні рівні ґрунтової води розраховані в першу чергу на не допущення вторинного засолення, а на його регулювання за допомогою дренажу та поливного режиму, що пояснюється, в першу чергу, великими затратами на будівництво дрен з глибиною більше 2 м та відсутністю необхідних технічних засобів.

Ще більш значним є зв'язок між вторинним засоленням всієї зони аерації та рівнем і мінералізацією ґрунтової води. Так, множинна кореляція між цими перемінними складає - 0,851, а рівняння регресії записується:

$$S_{за} = 0,488 - 0,247 \text{ РГВ} + 0,0804 \text{ М}, \quad (5)$$

Таблиця 5

Критичні глибини залягання рівня ґрунтової води в залежності від її мінералізації, що не викликають вторинного засолення ґрунтів, м

За методикою	Мінералізація, г/л						
	1	3	5	10	15	20	25
Лозовіцький, Каленюк, 1999	1,5	2,0	2,3	2,7	3,5	4,0	4,5
Методичні рекомендації 1986	1,5	1,5	1,5	2,0	2,5	2,5	2,5
Муромцев, Блохіна, Драчинська, 1991	1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	2,5-3,0	2,5-3,0	2,5-3,0
Остапчик, Жовтоног, Горбатенко та ін. 1991	1,4-1,8	1,5-1,8	1,7-2,2	2,1-3,2	2,1-3,2	2,1-3,2	2,1-3,2

Отже, за коефіцієнтами детермінації в 72,4% випадків зростання засоленості ґрунтів зони аерації викликано рівнем і мінералізацією ґрунтової води.

Для прогнозу величини вторинного засолення ґрунтів зони

аерації в залежності від наявних даних (засоленість метрового шару ґрунту, мінералізація ґрунтової води, рівень її залягання) пропонуємо використовувати формули (6,7,8) з коефіцієнтами множинної кореляції - 0,895, 0,797, 0,780, відповідно:

$$S_{з.а.} = 0,7268 S_{0-100} + 0,0558 M - 0,0946, \quad (6)$$

$$S_{з.а.} = 1,3579 S_{0-100} + 0,132 PГВ - 0,119, \quad (7)$$

$$S_{з.а.} = 0,1147 + 0,5978 S_{0-100} - 0,0984 PГВ + 0,0609 M, \quad (8)$$

Усереднення використаних у дисперсійному аналізі результатів дозволило нам визначити величину вторинного засолення ґрунтів зони аерації в залежності від рівня та мінералізації ґрунтових вод (табл. 6). Наведені результати свідчать, що при мінералізації ґрунтової води більше 3 г/л усереднена засо-

леність ґрунтів зони аерації вища, ніж верхнього метрового шару, на 0,1-1,0%. Отже, результати дисперсійного аналізу підтверджують зроблений раніше висновок, що піки величини вторинного засолення формуються саме в першому метровому шарі над дзеркалом ґрунтової води.

Таблиця 6

Величина вторинного засолення ґрунтів зони аерації (%) в залежності від глибини залягання та рівня мінералізації ґрунтової води

Рівень води, м	Мінералізація води, г/л						
	1	3	5	10	15	20	25
0,5	0,444	0,606	0,765	1,169	1,572	1,974	2,376
1,0	0,321	0,481	0,641	1,045	1,461	1,850	2,249
1,5	0,198	0,358	0,520	0,922	1,325	1,727	2,129
2,0	0,075	0,256	0,397	0,798	1,201	1,603	2,005
2,5	-	0,111	0,272	0,674	1,077	1,479	1,881
3,0	-	-	0,149	0,551	0,946	1,356	1,758
3,5	-	-	-	0,426	0,815	1,230	1,625
4,0	-	-	-	0,300	0,684	1,104	1,490
4,5	-	-	-	0,176	0,553	0,974	1,350
5,0	-	-	-	0,052	0,422	0,848	1,220

Примітка: - вторинного засолення у зоні аерації не спостерігається

Зростання мінералізації ґрунтової води на 1 г/л при незмінних рівнях її залягання підвищує в середньому вторинну засоленість ґрунтів зони аерації на 0,074-0,08%. Зниження рівня води лише на 0,5 м сприяє меншому вторинному накопиченню солей в зоні аерації на 0,120-0,135%.

Враховуючи ту особливість, що зростання рівня та мінералізації ґрунтових вод на зрошуваних масивах відбувається поступово

і залежить від природних умов господарської діяльності, визначити термін досягнення тієї чи іншої величини вторинного засолення важко. Але, маючи величину мінералізації ґрунтової води та рівень її залягання, можна з ймовірною достовірністю визначити очікувану вторинну засоленість як верхнього метрового шару, так і всієї зони аерації за приведеними нами результатами в таблицях 4 і 6.

ВИСНОВКИ

1. Величина вторинного засолення зони аерації каштанового типу ґрунтів залежить від спільного впливу двох перемінних - прямої прямолінійної дії мінералізації ґрунтової води і зворотної гірмолінійної дії рівня її залягання.

2. Зростання мінералізації ґрунтової води на 1 г/л при постійному заляганні рівня підвищує засоленість верхнього метрового шару ґрунту на 0,033%, а всієї зони аерації - 0,074-0,080%.

3. Підняття рівня ґрунтової води всього на 0,5 м, при постійній мінералізації ґрунтової води, збільшує загальну кількість солей у верхньому метровому шарі каштанового типу ґрунту на 0,122%, а у всій зоні аерації - 0,12-0,135%.

4. Для недопущення вторинного засолення верхнього метрового шару каштанових ґрунтів пропонуємо наступні критичні рівні залягання ґрунтових вод при їх мінералізації: до 1 г/л - 1,5 м; 1-3 г/л -

1,5-2,0 м; 3-5 - 2,0-2,3; 5-10 - 2,3-2,7; 10-15 - 2,7-3,5; 15-20 - 3,5-4,0; 20-25 г/л - 4,0-4,5 м.

личини вторинного засолення каштанового типу ґрунтів Присивашся як верхнього метрового шару, так і всієї зони аерації в залежності від наявних значень перемінних, які в ту чи іншу формулу входять.

5. Запропоновані формули можна з ймовірною достовірністю використовувати для прогнозу ве-

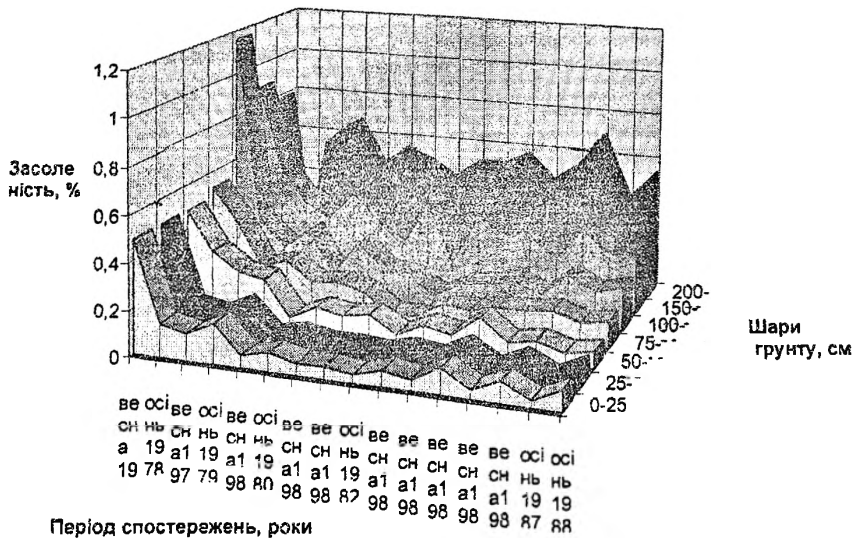


Рис. 1. - Динаміка засоленості різних шарів ґрунту зони аерації

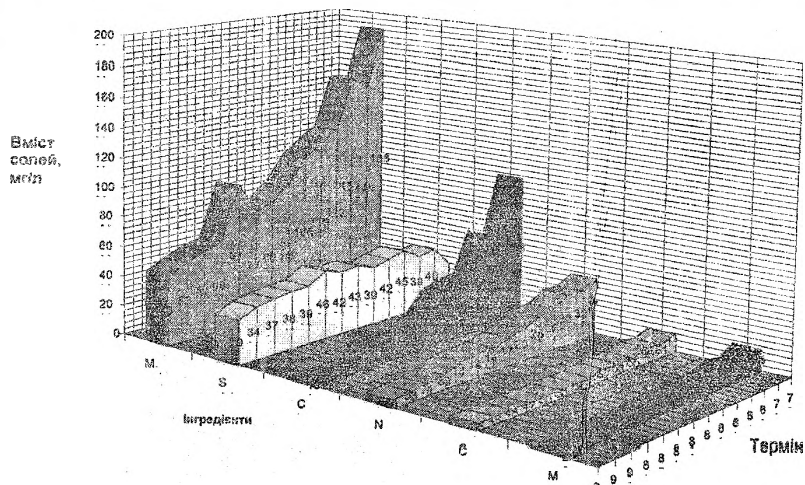


Рис. 2. Зміна вмісту солей у ґрунтових водах під впливом терміну зрошення

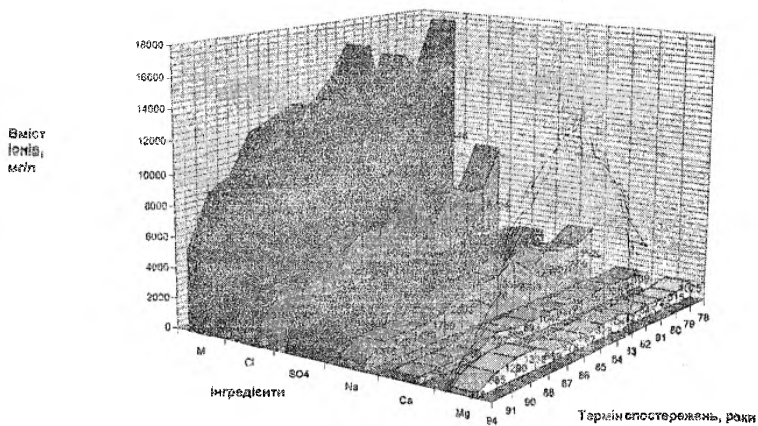


Рис. 3. Діаграми зникнення мінералізації дренажних вод в процесі зрошення

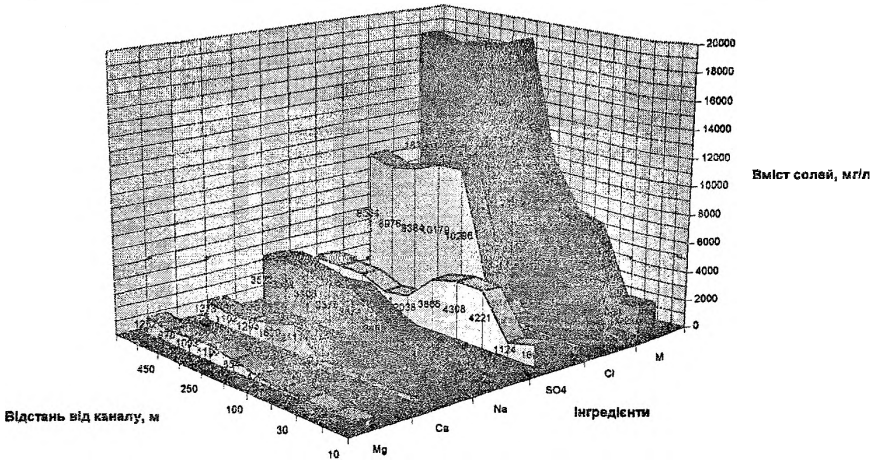


Рис. 4. Зміна мінералізації та складу солей ґрунтових вод при віддаленні від каналу

ЛІТЕРАТУРА

1. Агрохимические методы исследования почв. - М.: Наука, 1975. - 656 с.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: изд-во МГУ, 1961. - 492 с.
3. Каленюк С.М. Вплив багаторічного зрошення і дренажу на фізико-хімічні властивості і засоленість ґрунтів в умовах поливу мінералізованими водами // Вісник аграрної науки. 1995., № 1. - С. 42-47.
4. Лозовіцький П.С. Вплив тривалого зрошення слабомінералізованою водою на показники родючості чорноземів південних // Вісник аграрної науки. 1996., № 3. - С. 21-26.
5. Методические рекомендации по расчётам защиты территорий от подтопления в зоне орошения. К. 1986. - Институт гидромеханики АН УССР, УКРГИПРОВОДХОЗ. - 392 с.
6. Муромцев Н.Н., Блохина Н.Н., Драчинская Э.С. Оценка гидрогеолого-мелиоративного состояния орошаемых земель. К.: Урожай, 1991. - 120 с.
7. Ромащенко М.І., Лозовіцький П.С., Каленюк С.М. Водоспожи-

- вання кормових буряків в умовах зрошення при близькому заляганні рівня ґрунтових вод//Вісник аграрної науки. 1997., № 11. - С. 48-52.
8. Руководство по использованию орошаемых черноземов. РНТД 33 УССР 1018946-02-91. К.: 1991. - 156 с.
9. Северо-Крымский канал. Технический проект. 2-очередь. Том 3. Пояснительная записка. Книга 2. Графические приложения. Укр.гипроводхоз., Киев, 1975. Арх. № 37798.
- Унифицированные методы анализа вод. - М.: Химия, 1973. - 253с.

Лозовіцький П.С. - кандидат технічних наук.

Каленюк С.М. - кандидат сільськогосподарських наук.