

МЕЛИОРАЦИЯ ПОЧВ

УДК 631.48.3

КРЕЙДА Н. А., МИХАЙЛЮК В. И., КИЧУК И. Д.

**О ДЕГРАДАЦИИ ЧЕРНОЗЕМОВ НА ДУНАЙ-ДНЕСТРОВСКОЙ
ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ**

Приведены данные об изменении морфологии, физических и физико-химических (натриевого и известкового потенциалов, состава поглощенных катионов) показателей в черноземах южных Дунай-Днестровской оросительной системы. Показано, что только коренное улучшение качества вод предотвратит идущую здесь деградацию орошаемых черноземов, проявляющуюся в настоящее время в слитизации и осолонцевании верхней части профиля.

Осуществление проекта канала Дунай — Днепр в значительной степени зависит от решения проблемы орошения черноземов на первой его очереди — Дунай-Днестровской оросительной системе (ДДОС), где полив ведется из опресненного оз. Сасык. Согласно этому проекту воды бывшего приморского лимана Сасыка в результате принудительного водообмена на дунайские воды уже к 1981 г. должны были стать пригодными для орошения, но как в первые годы, так и сейчас их применение повсеместно приводит к деградации черноземов. Факторами, обуславливающими эти деградационные процессы, являются значительная щелочность поливной воды (рН от 8,2 до 9,2; содержание CO_3^{2-} от 6 до 36 мг/л) и высокая ее минерализация (от 1,1 до 3,0 г/л) при неблагоприятном сочетании ионов (отношения $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ 4—10 и $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-} > 1$). На эти факторы указывали ряд исследователей [1—3], отмечавших негативные последствия применения сасыкских вод для орошения черноземов — увеличение плотности, развитие процессов дезагрегации, осолонцевания и ощелачивания.

Скорость разрушения почв определяется также и их буферными свойствами. Однако эта сторона вопроса для почв ДДОС остается еще не исследованной.

В настоящей статье приведены результаты изучения степени типичности почв ДДОС для Придунайской провинции подзоны черноземов южных, механизмов и особенностей трансформации их свойств при орошении, эффективности традиционных мелиоративных и агротехнических мероприятий по предупреждению неблагоприятного влияния орошения.

Для решения первого вопроса проведен сравнительный анализ почв на восточном (ДДОС) и западном (Татарбунарская оросительная система, ТОС) берегах оз. Сасык, которые отнесены к одной Придунайской провинции черноземов южных.

Морфологический анализ 10 почвенных разрезов (по 5 на каждом берегу) показал, что не все изученные черноземы на ДДОС и ТОС можно однозначно отнести к типичным для данной провинции — мицеллярно-карбонатным. Тем не менее по морфометрическим показателям существенных различий между ними не обнаруживается. Они имеют равную мощность гумусового горизонта, сходны по нижней границе горизонта гумусовых затеков (табл. 1).

Анализ физико-химических свойств неорошаемых черноземов также не выявил существенных различий между ними. Эти почвы характеризуются низкой активностью натрия ($p\text{Na} \sim 3,5—3,7$), повышенной ще-

Таблица 1

Морфометрические данные присасыкских черноземов южных

Массив	Мощность горизонтов, см					
	A+B1			B2		
	n	M±m	V, %	n	M±m	V, %
Татарбунарский	5	54±2	8	5	73±3	11
Дунай-Днепровский	5	55±1	3	5	76±2	7

Таблица 2

Некоторые физико-химические свойства черноземов южных

Номер разреза	Глубина, см	pH	pNa	pCa	pH— 0,5 pCa	pNa— 0,5 pCa	aNa+/√aCa²+	Сумма обменных оснований, мг-экв./100 г	Обменные основания, %		
									Ca²+	Mg²+	Na+
ТОС: неорошаемые											
1	0—25	Не опр.	3,42	2,82	Не опр.	2,01	0,22	26,6	81	18	1
	25—37	»	3,63	2,78	»	2,24	0,13	27,5	83	16	1
	37—50	»	3,59	3,07	»	2,05	0,20	29,2	73	26	1
2	0—22	»	3,78	2,96	»	2,30	0,11	32,2	83	16	1
	22—32	»	3,73	2,82	»	2,32	0,11	33,0	88	11	1
	32—47	»	4,00	3,96	»	2,52	0,07	34,8	92	7	1
3	0—32	8,03	3,71	3,04	6,51	2,19	0,14	31,4	76	22	2
	32—40	8,08	3,91	3,07	6,54	2,38	0,09	31,2	77	22	1
	40—52	8,04	3,73	2,93	6,58	2,26	0,12	32,0	75	24	1
ТОС: орошаемые											
4	0—15	7,50	3,17	3,14	5,93	1,60	0,56	30,2	69	28	3
	15—29	7,76	3,27	3,27	6,12	1,64	0,52	30,9	72	25	3
	29—45	8,09	3,12	3,00	6,59	1,62	0,54	32,6	74	23	3
5	0—15	Не опр.	3,23	3,34	Не опр.	1,56	0,62	28,0	79	19	2
	15—32	»	3,40	3,54	»	1,64	0,51	29,5	88	10	2
	32—45	»	3,22	3,52	»	1,43	0,80	29,6	84	13	3
6	0—15	»	3,32	3,20	»	1,72	0,43	31,0	83	15	2
	15—32	»	3,65	3,48	»	1,91	0,28	30,6	90	8	2
	32—45	»	3,46	3,27	»	1,82	0,33	25,3	81	16	3
ДДОС: неорошаемые											
7	0—22	7,85	3,42	2,96	Не опр.	1,94	0,26	25,2	87	11	2
	22—35	7,90	3,32	2,89	»	1,88	0,29	24,5	90	8	2
	35—45	7,40	3,09	3,10	»	1,54	0,64	26,1	77	20	3
8	0—25	7,64	3,73	2,85	6,22	2,30	0,11	30,3	82	17	1
	25—39	7,64	3,56	2,83	6,22	2,14	0,16	31,4	81	18	1
	39—55	7,85	3,60	2,99	6,36	2,10	0,18	31,2	80	19	1
ДДОС: орошаемые											
9	0—15	7,60	2,66	3,37	Не опр.	0,98	2,36	26,2	81	11	8
	15—28	7,50	2,78	3,79	»	0,88	2,91	25,6	84	8	8
	28—43	7,70	2,83	3,52	»	1,07	1,90	26,2	88	4	8
10	0—10	7,21	2,63	3,44	5,49	0,91	2,75	30,0	66	27	7
	10—25	7,22	2,66	3,44	5,50	0,94	2,57	31,6	61	31	8
	25—40	7,12	2,76	3,58	5,33	0,97	2,40	30,6	69	24	7

лочностью (pH ~ 7,6—8,0). В составе поглощенных оснований на долю обменного натрия приходится 1—2% (табл. 2). Однако следует отметить, что из-за сравнительно низкого содержания гумуса предел неопасной доли натрия в исследуемых почвах может быть меньше 5%. Так, почвы на участке нашего полевого опыта на ДДОС в слое 0—40 см содержат гумуса $2,43 \pm 0,18\%$ ($n=56$). Это существенно меньше, чем в

Таблица 3

Характеристика поливных вод ДДОС, поступающих на дождевальные машины после кислотова, 1986 г.

Дата отбора проб воды	Минерализация, г/л	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	рН	$\frac{a_{Na^+}}{\sqrt{a_{Ca^{2+}}}}$	рNa—0,5 рСа	рН—0,5 рСа
		г/л						
22.IV	1,39	0,17	0,41	0,37	7,9	8,4	0,42	6,36
05.V	1,53	0,19	0,44	0,42	7,7	9,0	0,39	6,18
26.V	1,44	0,18	0,41	0,40	7,2	7,9	0,45	5,68
16.VI	1,17	0,15	0,37	0,29	6,7	8,0	0,45	5,11

черноземах южных на Нижнеднестровском (НДОС) массиве, содержащих 3,4—3,7% гумуса.

Неорошаемые присасыкские черноземы объединяет также положительная величина отношения Ca²⁺ к Na⁺ легкорастворимых солей. Это обуславливает более высокую, чем в орошаемых почвах, активность кальция (рСа ~ 3) и больший их натриевый потенциал (рNa — 0,5; рСа ~ 2). Равновесное отношение активности этих ионов $a_{Na^+}/\sqrt{a_{Ca^{2+}}}$, представляемое еще как количественная функция поглощения ионов натрия, в богарных почвах значительно меньше единицы. Также сравнительно большая положительная стандартная свободная энергия обмена (ΔG) является свидетельством того, что в системе почвенный раствор — ионообменная фаза предпочтение отдается кальцию.

Орошение черноземов даже низкоминерализованными водами ведет к нарушению их термодинамического равновесия. Так, в орошаемых с 1968 г. черноземах южных на ТОС натриевый потенциал уменьшился до 1,6—1,8; доля обменного натрия увеличилась до 2—3%, уменьшилась активность кальция (рСа 3,2—3,4). Однако эти изменения незначительны; по-прежнему в ионообменных реакциях натрия занимает подчиненное положение. На этом фоне изменения термодинамических показателей в орошаемых с 1981 г. почвах ДДОС выглядят крайне резкими (табл. 2, разр. 9, 10).

В сравнении с поливными водами на ТОС и НДОС, натриевый потенциал которых равен 1,3—1,5 [2], воды оз. Сасык более минерализованы (табл. 3), с неблагоприятным отношением кальция к натрию (рNa — 0,5, рСа ~ 0,4). Щелочность сасыкских вод перед поливами нейтрализуют серной кислотой (3 мл 70% H₂SO₄/м³). Однако оставшиеся значительные расхождения термодинамических характеристик почв и кислотова поливных вод (средние величины)

$$\frac{\text{рNa} - 0,5 \text{ рСа почв}}{\text{рNa} - 0,5 \text{ рСа полив. вод}} = \frac{2,0}{0,4}; \quad \frac{a_{Na^+}/\sqrt{a_{Ca^{2+}}} \text{ почв}}{a_{Na^+}/\sqrt{a_{Ca^{2+}}} \text{ вод}} = \frac{0,2}{8,0};$$

$$\frac{\text{рН} - 0,5 \text{ рСа почв}}{\text{рН} - 0,5 \text{ рСа вод}} = \frac{6,3}{5,8 \text{ (до мелиорации, 6,7)}}$$

явились причиной быстрых и глубоких изменений свойств орошаемых черноземов. В течение нескольких поливных сезонов активность кальция в них уменьшилась; резко (с 2,0 до 0,9) понизился натриевый потенциал, до 7—8% возросла доля обменного натрия. При этом, однако, следует отметить и благоприятные тенденции: некоторое уменьшение в орошаемых почвах величины рН, сохранение величины содоустойчивости, сохранение или даже небольшое усиление буферности почв (табл. 4). Очевидно, последнее следует рассматривать в связи с возросшей способностью коллоидов к пептизации, т. е. как результат перехода почв в более активное состояние из-за увеличения поверхности твердой фазы. Вследствие этого сохранение прежних величин содоустойчивости и буферности, если и свидетельствует об остающихся резервах сопротивляе-

Таблица 4

Буферная емкость (БЕ) и содоустойчивость (СУ) черноземов, мг·экв/100 г почвы

Неорошаемые				Орошаемые			
номер разреза	глубина, см	БЕ (количество NaOH для изменения pH на 1)	СУ в гумусовом горизонте	номер разреза	глубина, см	БЕ (количество NaOH для измерения pH на 1)	СУ в гумусовом горизонте
ТОС							
3	0—32	1,9	Не опр.	4	0—15	2,1	Не опр.
	32—40	1,8	»		15—29	2,8	»
	40—52	1,8	29,8±0,6		29—45	2,2	»
ДДОС							
8	0—25	1,5	Не опр.	10	0—10	1,6	Не опр.
	25—39	1,6	30,6±0,4		10—25	1,8	»
					25—40	1,7	30,0±0,2

мости почв, то во всяком случае не может быть показателем сохранения или улучшения их агрономически ценных свойств.

Одним из диагностических признаков неблагоприятного влияния орошения сасыкской водой явилась интенсивная деградация структуры черноземов, заключающаяся в пептизации почвенной массы с последующим коркообразованием, отмучиванием с поверхности почв ила, отбеливанием зерен скелета и образованием пластинчато-слоевой структуры с резко контрастным чередованием тонких линз отмытой кварцевой пыли и илесто-гумусовых корочек, спорадическом образовании крупноплазматических структурных элементов. Последнее проявляется в сплывании агрегатов с образованием блоков, размером 1—10 см, с ярко выраженным раковистым изломом. Подобное явление, придающее почве слитое сложение, нельзя сопоставить с типичным проявлением слитости, например в луговых слитых почвах. Различия между черноземами с деградированной структурой и слитыми почвами существенны прежде всего по морфологическим признакам. Если структурные отдельности последних характеризуются наличием плоскостей скольжения, присутствием микронзон со взаимноориентированными глинистыми частицами, то призматические отдельности орошаемых черноземов аналогичны структурным блокам в осушенных болотных иловато-глеевых почвах. Они из-за некомпактного микросложения и беспорядочного сцепления частиц отличаются меньшей плотностью, связанностью и водопрочностью, имеют слабоустойчивую форму при повторном увлажнении и высыхании. В этой связи ответственными за образование слитоблоков в орошаемых черноземах южных ДДОС следует признать те факторы, которые приводят к диспергации и гомогенизации почвенной массы.

На юге Украины предложено считать пригодными для орошения воды, имеющие известковый потенциал меньше 6,5, а натриевый больше 1,5 [3]. Данные табл. 3 свидетельствуют, что даже кислованные воды оз. Сасык не пригодны для орошения по натриевому потенциалу.

Для изучения эффективности мелиоративных приемов по устранению неблагоприятного влияния орошения сасыкской водой в 1985—1987 гг. на землях колхоза им. 50 лет Октября Татарбунарского р-на был проведен стационарный полевой опыт, где по четырем видам обработки — вспашка на 24—26 см, вспашка на 40—42 см, ярусная вспашка на 40—42 см и плоскорезная обработка на 24—26 см — изучали общепринятые мелиоративные приемы (варианты): контроль, навоз 60 т/га + гипс 5 т/га, гипс 5 т/га (доза, рассчитанная по обменному натрию). Южные черноземы на момент закладки опыта уже в течение 1981—1984 гг. орошали минерализованными водами из оз. Сасык. Отличительной особенностью почв было относительно низкое содержание гумуса (около 2,3%), вторичная солонцеватость (обменного натрия 8% в слое 0—10 см) при нейтральной реакции среды (pH ~ 7,0). Также отмечалось

Таблица 5

Динамика обменного натрия (%) в почвах полевого опыта

Год	Вспашка на 24—26 см				Вспашка на 40—42 см				Ярусная вспашка на 40—42 см				Плоскорезная обработка на 24—26 см				Время закладки полевого опыта	Среднее содержание обменного Na ⁺ в слое 0—40 см, мг-экв/100г
	К	Н	Н+Г	Г	К	Н	Н+Г	Г	К	Н	Н+Г	Г	К	Н	Н+Г	Г		
1985	9	7	6	7	7	7	7	8	7	7	7	7	8	7	8	8	1984	2,13±0,03
1986	9	8	6	8	8	6	8	8	8	8	8	6	8	8	6	8	1984	2,26±0,03
1987	7	6	7	6	7	5	6	7	6	5	6	8	8	6	6	7	1984	2,09±0,03
1987	7	7	7	7	6	7	7	7	8	6	8	7	7	8	7	7	1985	2,02±0,03

Примечание. К — контроль; Н — навоз 60 т/га; Н+Г — навоз 60 т/га+гипс 5 т/га; Г — гипс 5 т/га.

значительное (в 2—6 раз) преобладание натрия над суммой кальция и магния в почвенном растворе.

Трехлетние исследования показали, что кислование поливной воды, гипсование почв и внесение навоза, а также различные системы основной обработки не оказали сколько-нибудь существенного мелиорирующего воздействия на орошаемые сасыкской водой черноземы, хотя, возможно, и являлись одной из причин замедления процессов осолонцевания. К 1987 г. на контрольных делянках, орошаемых также кислованными водами, доля обменного натрия в почвах осталась прежней (7—8%). Также не выявлены закономерные различия по степени солонцеватости и между почвами вариантов, что свидетельствует о большем влиянии на почву поливной воды, нежели мелиоративных приемов (табл. 5).

Замедление осолонцевания черноземов можно объяснить как выравниванием термодинамических характеристик почв и поливных вод, так и различной подвижностью обменных катионов в почвенных коллоидах. Вначале натрий поливных вод интенсивно вытесняет ионы кальция из наиболее активных позиций почвенных коллоидов: радикалов гумусовых кислот и пакетов глинистых минералов. Дальнейшее вытеснение кальция из внутренних позиций диффузного слоя минеральных коллоидов будет, несомненно, менее интенсивным и сейчас трудно указать время наступления равновесного состояния в системе поливная вода — почвенный раствор — ионообменная фаза. Можно лишь с большой вероятностью предложить, что без коренного улучшения качества поливных вод процесс осолонцевания черноземов ДДОС будет углубляться, приводя к деградации структуры и текстурной дифференциации профиля. Механическая обработка и гипсование почв, кислование поливной воды затрудняют этот процесс, но полностью его не устраняют. При этом мало эффективно внесение гипса с последующей его заделкой (например, при вспашке через год).

Проведенный опыт показал также, что некоторые способы основной обработки (глубокая и ярусная вспашка) и мелиоративные приемы незначительно уменьшили плотность почв (с 1,6 до 1,5 см³), улучшили питательный режим черноземов. Однако судя по урожайности культур (зеленой массы кукурузы 250—300 ц/га), плодородие орошаемых сасыкскими водами черноземов даже в наиболее благополучных вариантах опыта остается низким.

Таким образом, без устранения основной причины, а именно улучшения качества поливной воды в оз. Сасык, нельзя предотвратить развитие деградационных процессов в орошаемых черноземах традиционными методами мелиорации почв.

Список литературы

1. Зборищук Н. Г. Изменение южных черноземов Украины при орошении слабонерализованными щелочными водами: Тез. докл. VII съезда ВОП. Ч. 4. Ташкент, 1985. С. 36.

2. Хохленко Т. Н. Кислотно-основной режим орошаемых черноземов юга УССР в связи с качеством оросительных вод: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Харьков, 1987. 16 с.
3. Хохленко Т. Н., Позняк С. П., Гортик І. И. и др. Проблемы использования дунайских вод для орошения // Физическая география и геоморфология. Вып. 34. Киев: Наук. думка, 1987. С. 33—40.

Одесский сельскохозяйственный институт

Поступила в редакцию
27.V.1988

KREIDA N. A., MIKHAILIUK V. I., KICHUK I. D.

**ON THE DEGRADATION OF CHERNOZEMS
ON THE DANUBE — DNIESTER IRRIGATION SYSTEM**

The changes in morphological, physical and physico-chemical (sodium and lime potentials, exchangeable bases composition) properties of the southern chernozem on the Danube-Dniester irrigation system are discussed. Only the radical improvement of the irrigation water quality is shown to be able to prevent the degradation of irrigated chernozems, which is now visible in the appearance of vertic and solonetzic properties of the upper part of their profile.