

УДК 631.43

А. И. БОЛДЫРЕВ, И. И. АНДРУСЕНКО, Е. П. САФОНОВА,
А. М. КОВАЛЕНКО

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ УКРАИНЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОРОШЕНИЯ

Показано, что под влиянием длительного орошения минерализованными водами Ингулецкого канала утяжеляется механический состав почв, дисперсность их увеличивается, количество водопрочных агрегатов уменьшается, плотность возрастает, водопроницаемость ухудшается. Неблагоприятное воздействие оросительных вод на почву объясняется не только механическим действием их, но и диспергирующим действием катионов натрия, содержание которых в оросительной воде варьирует от 40 до 70% от суммы. Возделывание люцерны в зернокармном севообороте способствует некоторому улучшению физических свойств почвы.

Поступление больших масс воды на поля оказывает большое влияние на физические и физико-механические свойства орошаемых почв. Как показали исследования, в пределах генетического профиля [10—12 и др.] происходит перемещение отдельных механических фракций как под влиянием длительного орошения, так и в результате внесения их с поливными водами. В результате передвижения глинистых и пылевидных фракций в подпочву образуются уплотненные горизонты, что наиболее характерно для солонцовых почв [8].

В процессе длительного орошения изменяется механический состав не только нижних горизонтов почвенного профиля, но и верхних, вследствие чего они становятся опесчаненными, а иногда и пылеватыми. Другими словами, под влиянием длительного орошения механический состав поверхностных слоев почвы может изменяться в двух направлениях: становиться более тяжелым или более легким — все зависит от свойств почвы, качества и количества оросительных вод, поступающих на поля.

Сходное влияние могут оказывать оросительные воды и на структуру почвы, т. е. действие их может быть как благоприятным, так и разрушительным [3, 6, 10, 12]. Ухудшение структуры может происходить вследствие разрушения водопрочных агрегатов под непосредственным механическим воздействием поливных вод, а также и в результате физико-химических процессов, связанных с изменением определенных химических свойств почвы. Причем степень разрушения водопрочных агрегатов зависит от свойств почвы, точнее от характера цементирующих веществ [6 и др].

Следствием разрушения почвенной структуры на орошаемых землях является наличие уплотненных горизонтов и образование поверхностной корки [8 и др.]. На интенсивность и скорость разрушения водопрочных агрегатов помимо орошения влияет также и способ использования почвы. Так, например, по данным Бурова [5], на старопахотных почвах за 2 года орошения произошло увеличение тонкодисперсных фракций в 2—3 раза, а при орошении по люцерне — в 1,5—2 раза. В первом случае число водопрочных агрегатов уменьшилось на 15—20%, во втором — на 5—8%. Аналогичные данные были получены и другими исследователями [2].

В литературе отмечены также случаи, когда длительное орошение практически не изменяло структуры почвы. При периодическом внесе-

нии органических удобрений или при посеве многолетних трав разрушающее действие орошения на структуру почвы значительно уменьшается. Поэтому указанные агроприемы широко используются в практике орошаемого земледелия [3, 4 и др.]. Длительное орошение сказывается и на объемном весе почвы — многие авторы отмечают заметное его увеличение при этом [1, 2, 8, 9].

Возделывание люцерны в орошаемых севооборотах, внесение в почву в достаточном количестве органических и минеральных удобрений, запахивание сидератов способствуют тому, что влияние длительного орошения на изменение объемного веса почвы уменьшается.

В настоящем сообщении рассматриваются результаты изучения влияния 9-летнего орошения водами Ингулецкого канала на физические свойства темно-каштановых почв в двух зернокармликовых севооборотах с люцерной и без нее. Исходные образцы темно-каштановых почв до начала орошения были отобраны нами в 1966 г. Исследования проводили в опытном хозяйстве УкрНИИОЗ.

Как видно из табл. 1, под влиянием орошения минерализованными водами Ингулецкого канала (содержание солей 1—1,5 г/л) произошло небольшое увеличение по всему метровому слою почвы илстой фракции (<0,001 мм) и частиц «физической» глины (<0,01 мм) за счет более крупных фракций. Причем в верхних горизонтах почвенного профиля отмечено большее утяжеление механического состава, чем в нижних. Это объясняется тем, что помимо вымывания илстых частиц в более глубокие слои почвы большое влияние на структуру почвы оказывает состав воды. Как известно, в водах Ингулецкого канала содержание натрия варьирует от 40 до 70% от суммы катионов. Ионы натрия, поглощаясь почвой, вызывают заметную диспергацию почвенных агрегатов, что и фиксируется механическим анализом.

Большое влияние длительное орошение оказало на агрегатный и микроагрегатный состав темно-каштановых почв, что хорошо видно из данных табл. 2 и 3.

Математически доказуемое уменьшение содержания водопрочных агрегатов (табл. 2) под влиянием орошения наблюдается на всех изучаемых вариантах (критерии существенности разности t_1 , t_2 и $t_3 > t_{теор} = 2,1$). Особенно заметно это уменьшение в темно-каштановых почвах в зернокармликовом севообороте без люцерны. Здесь содержание водопрочных агрегатов под влиянием 9-летнего орошения уменьшилось по сравнению с исходной почвой на 8—9%. Введение в зернокармликовой севооборот лю-

Таблица 1

Влияние 9-летнего орошения минерализованными водами Ингулецкого канала на механический состав темно-каштановых почв

Глубина, см	Потери от обработки, %	Содержание фракций, %; размер частиц, мм						
		1,0—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	<0,01
Исходная неорошаемая почва								
0—20	1,78	0,80	21,44	38,10	13,95	4,89	21,82	40,66
20—40	1,85	0,16	17,74	41,84	11,59	5,85	22,82	40,26
40—60	4,60	0,25	7,94	40,59	14,26	10,07	26,89	51,22
60—80	14,56	0,32	8,74	30,72	15,90	11,60	32,72	60,22
80—100	14,00	0,40	7,10	31,20	16,20	12,20	32,90	61,30
Орошаемая почва								
0—20	2,11	0,27	18,85	37,60	10,60	7,47	25,21	43,28
20—40	1,62	0,35	16,65	38,20	10,72	8,05	26,03	44,80
40—60	4,60	0,21	10,36	36,44	13,78	11,79	27,49	52,99
60—80	16,05	0,23	7,14	32,43	14,10	12,41	33,69	60,20
80—100	15,85	0,30	6,50	30,70	14,60	13,10	34,80	62,50

Таблица 2

Влияние 9-летнего орошения на содержание водопрочных агрегатов (0,25—10,00 мм) в темно-каштановых среднесуглинистых почвах

Глубина, см	Содержание водопрочных агрегатов, % от веса почвы			Разница			Критерий существенности разницы (t) для		
	исходная неорошаемая почва	орошаемая почва в зернокармном севообороте		$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	\bar{X}_1 и \bar{X}_2	\bar{X}_1 и \bar{X}_3	\bar{X}_2 и \bar{X}_3
		с люцерной	без люцерны				t_1	t_2	t_3
		\bar{X}_1	\bar{X}_2				\bar{X}_3		
0—10	30,3	24,6	21,5	+5,7	+8,8	+3,1	4,60	7,10	3,95
10—20	31,4	25,3	22,6	+6,1	+8,8	+2,7	5,60	7,79	3,92
20—30	33,4	27,2	24,4	+6,2	+9,0	+2,8	5,63	8,41	3,46

Таблица 3

Влияние 9-летнего орошения на дисперсность темно-каштановых среднесуглинистых почв

Глубина, см	Содержание частиц < 0,001 мм, % от веса почвы			Разница			Критерий существенности разности (t) для		
	исходная неорошаемая почва	орошаемая почва в зернокармном севообороте		$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	\bar{X}_1 и \bar{X}_2	\bar{X}_1 и \bar{X}_3	\bar{X}_2 и \bar{X}_3
		с люцерной	без люцерны				t_1	t_2	t_3
		\bar{X}_1	\bar{X}_2				\bar{X}_3		
0—10	3,23	4,08	4,41	-0,85	-1,15	-0,33	10,80	13,02	3,64
10—20	3,03	3,95	4,37	-0,92	-1,34	-0,42	9,40	14,73	3,51
20—30	3,37	4,25	4,63	-0,88	-1,26	-0,38	7,01	10,50	4,04

церны способствует не столь заметному уменьшению водопрочных агрегатов в орошаемых условиях: на 5—6% по сравнению с неорошаемой почвой. Как видно из данных табл. 2, разница в содержании водопрочных агрегатов между орошаемой почвой в севообороте с люцерной и без нее математически доказуема, о чем свидетельствуют величины критериев существенности разности t_3 для исследуемых горизонтов.

Заметное влияние длительное орошение оказало и на дисперсность темно-каштановых почв, что хорошо видно из данных табл. 3. В орошаемых почвах произошло увеличение воднопептизируемого ила (< 0,001 мм). Введение в зернокармной севооборот люцерны положительно сказалось на величине дисперсности орошаемой темно-каштановой почвы: количество илстых частиц здесь хотя и увеличилось по сравнению с исходной почвой, но было все же меньше, чем в почве севооборота без люцерны (критерии существенности разности t_3 для различных слоев почвы колебались от 3,51 до 4,04, что выше $t_{теор}$).

Длительное орошение темно-каштановых почв минерализованными водами Ингулецкого канала заметным образом повлияло на объемный вес и скважность почв.

Математически доказуемая разница (табл. 4, 5) в величине объемного веса орошаемой и неорошаемой почв была практически получена только для слоя 0—50 и 0—70 см (критерии существенности разности t_1 и t_2 для этих слоев почвы колебались в пределах от 2,35 до 4,12, что выше $t_{теор} = 2,1$; см. табл. 4). Введение люцерны в зернокармной севооборот не оказало существенного влияния на объемный вес почвы. Хотя в севообороте с люцерной объемный вес почвы был меньше, чем в

Таблица 4

Влияние 9-летнего орошения на изменение объемного веса темно-каштановой среднесуглинистой почвы

Глубина, см	Объемный вес, г/см ³			Разница			Критерий существенности разности (t) для		
	исходная неорошаемая почва	орошаемая почва в зернокармном севообороте					$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$
		с люцерной	без люцерны	t ₁	t ₂	t ₃			
	\bar{X}_1	\bar{X}_2	\bar{X}_3						
0—50	1,33	1,39	1,42	-0,06	-0,09	-0,03	2,55	4,12	1,28
0—70	1,35	1,41	1,44	-0,06	-0,09	-0,03	2,35	3,63	1,35
0—100	1,40	1,44	1,46	-0,04	-0,06	-0,02	1,79	2,96	1,14
50—100	1,46	1,49	1,51	-0,03	-0,05	-0,02	1,03	1,79	0,99
70—100	1,49	1,51	1,53	-0,02	-0,04	-0,02	0,83	1,38	0,65

Таблица 5

Влияние длительного орошения на изменение скважности темно-каштановой среднесуглинистой почвы

Глубина, см	Скважность почвы, %			Разница			Критерий существенности разности (t) для		
	исходная неорошаемая почва	орошаемая почва в зернокармном севообороте					$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$
		\bar{X}_1	\bar{X}_2	\bar{X}_3	t ₁	t ₂			
0—50	48,0	45,6	44,5	+2,4	+3,5	+1,1	2,58	3,74	1,12
0—70	47,3	45,0	44,0	+2,3	+3,3	+1,0	2,45	3,59	0,95
0—100	46,2	44,0	42,3	+2,2	+2,9	+1,7	1,89	3,15	0,78
50—100	44,3	42,5	42,0	+1,8	+2,3	+0,5	1,80	1,92	0,46
70—100	43,5	41,8	41,4	+1,7	+2,1	+0,4	1,93	1,83	0,56

севообороте без люцерны, однако математически это увеличение не доказывается, так как критерии существенности разности t_3 находятся в пределах от 0,65 до 1,35, что меньше $t_{теор}$, равного 2,1 при 95%-ном уровне значимости. Аналогичное влияние оказало длительное орошение и на скважность почвы (табл. 5).

Под влиянием длительного орошения минерализованными водами в слоях почвы 0—50 и 0—70 см наблюдается уменьшение скважности, что подтверждается данными математической обработки. Причем в орошаемом севообороте без люцерны уменьшение скважности почвы по сравнению с неорошаемой почвой математически доказуемо для слоя 0—100 см, о чем свидетельствует величина t_2 , равная 3,15 (табл. 5). В более глубоких слоях почвы разница в величинах скважности для орошаемых почв и неорошаемых не столь существенна, так как критерии существенности разности t_1 , t_2 для слоев почвы глубже 50—70 см меньше $t_{теор}$, равного 2,1 при 95-ном уровне значимости (табл. 5). Возделывание люцерны в зернокармном севообороте не оказывает существенного влияния на этот показатель почвы. Критерии существенности разности t_3 для всех слоев почвенного профиля меньше $t_{теор}$.

Таким образом, данные по объемному весу и скважности почв свидетельствуют о том, что под влиянием 9-летнего орошения почва уплотняется, что не может не сказаться отрицательно на ее водно-физических свойствах.

Как видно из табл. 6, в орошаемых условиях водопроницаемость почв за 9 лет орошения снизилась на 30—40% по сравнению с неорошаемой почвой в полевом севообороте, что математически доказуемо. Критерии

Таблица 6

Влияние 9-летнего орошения водами Ингулецкого канала на водопроницаемость темно-каштановых среднесуглинистых почв

Глубина, см	Впиталось воды, м ³ /час			Разница			Критерий существенности разности (t) для		
	исходная неорошаемая почва	орошаемая почва в зернокормовом севообороте					$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$
		с люцерной	без люцерны	t_1	t_2	t_3			
		\bar{X}_1	\bar{X}_2	\bar{X}_3					
1 час	666	397	362	+269	+304	+35	3,80	7,40	0,60
2 часа	337	227	196	+110	+141	+31	2,81	4,20	0,72
3 часа	313	202	182	+111	+131	+20	2,53	2,84	0,44
4 часа	287	197	168	+90	+119	+29	2,61	2,95	0,56
Скорость фильтрации, мм/мин	0,478	0,328	0,280	+0,150	+0,198	+0,048	3,01	2,33	0,94

существенности разности t_1 и t_2 колеблются от 2,53 до 7,40, что больше $t_{теор}$, равного 2,2 при 95%-ном уровне значимости (табл. 6).

В севообороте с люцерной водопроницаемость выше, чем в севообороте без люцерны, однако математически это различие не доказано при 95%-ном уровне значимости, так как t_3 меньше $t_{теор}$.

Таким образом, исследование физических свойств темно-каштановых среднесуглинистых почв показало, что под влиянием 9-летнего орошения минерализованными водами Ингулецкого канала происходит заметное ухудшение этих свойств. Почвы становятся более тяжелыми по механическому составу, дисперсность их увеличивается, количество водопропрочных агрегатов уменьшается, плотность возрастает, водопроницаемость уменьшается. Такое неблагоприятное воздействие оросительных вод на почву объясняется не только механическим действием их (вымывание глинистых частиц в более глубокие слои почвенного профиля, разрушение водопропрочных агрегатов и т. п.), но и диспергирующим действием катионов натрия, которые содержатся в оросительной воде в количестве от 40 до 70% и более от суммы катионов.

Возделывание люцерны в зернокормовом орошаемом севообороте способствует некоторому улучшению физических свойств почвы. Под влиянием люцерны улучшается структура почвы: увеличивается содержание водопропрочных агрегатов, уменьшается ее дисперсность, не так заметно снижается водопроницаемость. В связи с этим возделывание люцерны в орошаемых севооборотах следует рассматривать как один из важных агроприемов, направленный на сохранение и повышение плодородия почв.

Литература.

1. Антипов-Каратаев И. Н., Филиппова В. И. Влияние длительного орошения на процессы почвообразования и плодородие почв степной полосы Европейской части СССР. М., 1955.
2. Азовцев В. И. Влияние длительного орошения на содержание питательных веществ в темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья. Волгоград, 1969.
3. Белякова Е. Т. Изменение физико-химических свойств почв под влиянием длительного орошения. Орошаемое земледелие, вып. 1. «Урожай», 1966.
4. Боровский В. М. Изменение почв под влиянием орошения. Тр. X Междунар. конгр. почвоведов, т. 10. М., 1974.
5. Буров Д. И. Динамика структуры и дисперсности почвы обыкновенного чернозема старопашки и залежи при орошении. Почвоведение, 1949, № 4.

6. Герасимов Ю. А. Влияние орошения и возделывания культур на структуру почвы. В кн.: Научные работы аспирантов по сельскому хозяйству. Сер. биолог., вып. 2. Воронеж, 1966.
7. Герасимов Ю. А. Влияние орошения на водопроницаемость светло-каштановой почвы под различными культурами. В кн.: Научные работы аспирантов по сельскому хозяйству, Сер. Биолог. и агрохим., вып. 3. Воронеж, 1966.
8. Гоголев И. Н., Лысогоров С. Д. и др. Изменение свойств почв юга Украины под влиянием орошения. В кн.: Проблемы генезиса и мелиорации орошаемых почв, ч. 2. М., 1973.
9. Кирилина А. В. Изменение водно-физических свойств черноземов при орошении. Почвоведение, 1968, № 4.
10. Матчанов К. С. Влияние орошения на структурное состояние почв. Научн. тр. Ташкентск. с.-х. ин-та, 1974, вып. 52.
11. Турулева В. А. Структура и плотность предкавказских черноземов при орошении. Тр. Ростовск. ОМС, 1970, вып. 1.
12. Шевцов Н. М. Изменение водно-физических свойств почв Заволжья при орошении дождеванием. Автореф. дис. М., 1972.

Украинский НИИ
орошаемого земледелия
ВАСХНИЛ

Дата поступления
9.III.1977 г.

A. I. BOLDYREV, I. I. ANDRUSENKO, E. P. SAFONOVA, A. M. KOVALENKO

CHANGES IN PHYSICAL PROPERTIES OF UKRAINIAN DARK-CHESTNUT SOILS UNDER THE EFFECT OF IRRIGATION

It has been shown that under the effect of a long-term irrigation with mineralized water of Inguletzk canal the soils become heavier in texture, the amount of water-stable aggregates decreases, the density of soils increases and their water permeability decreases.

The unfavourable action of the irrigation water on soil is explained not only by its mechanical action, but also by a dispersing effect of sodium cations which are present in the irrigation water up to the amount of 40 to 70 per cent.

ПОПРАВКА

В статье С. И. Долгова и Г. Б. Виноградовой в № 10, стр. 97 на строке III снизу вместо 25% следует читать 2,5%.