

## ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ТИПИЧНЫХ ПРИ ОРОШЕНИИ

В.А. Королев

*Воронежский государственный университет*

Изучено влияние орошения на основные показатели структурного состояния черноземов типичных. Установлено, что достоверно значимые неблагоприятные изменения черноземов типичных при сельскохозяйственном использовании в условиях орошения происходят на агрегатном уровне их структурной организации.

### ВВЕДЕНИЕ

Центральное Черноземье – один из основных земледельческих регионов России. Главным природным богатством его являются почвенные ресурсы, более чем на 80% представленные черноземами. Однако реализации высокого потенциального плодородия этих почв мешает, особенно в отдельные засушливые годы, их неблагоприятный режим влажности. Поэтому важным приемом оптимизации водного режима черноземов, необходимого для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, является орошение.

Для научного обоснования орошения и для его рационализации необходимо знать, как и в каком направлении под влиянием этого мелиоративного приема будет изменяться почва в целом и ее отдельные составные части. К настоящему времени накоплен значительный фактический материал по влиянию орошения на физические свойства черноземов региона. В ряде работ было показано, что орошение черноземов не вызывает существенных изменений основных показателей их физического состояния [1 – 5]. В других исследованиях выявлены неблагоприятные изменения структурно-агрегатного состава и зависящих от него физических свойств черноземов (плотности, пористости, водопроницаемости и др.), используемых в орошаемом земледелии [6 – 14]. Противоречивость выводов обусловлена, по-видимому, различиями в технологии полива и качестве оросительных вод, особенностями севооборотов и другими причинами. Этими обстоятельствами диктуется необходимость дальнейших углубленных исследований закономерностей изменений физических свойств черноземов в условиях различного антропогенного воздействия. В настоящей работе представле-

ны результаты исследования влияния орошения на основные показатели структурного состояния черноземов типичных.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Влияние орошения на физические свойства черноземов изучалось нами в разные годы в производственных условиях. Объектами исследования были черноземы типичные средне- и малогумусные (7.3 – 5.4% гумуса в слое 0 – 10 см) средне-мощные легкоглинистые и тяжелосуглинистые (Добринский район Липецкой области, Новоусманский и Хохольский районы Воронежской области). Повсеместно орошение проводилось способом дождевания. Поливные нормы составляли в среднем 350 – 450 м<sup>3</sup>/га, а оросительные нормы изменялись от 700 до 2500 м<sup>3</sup>/га. Минерализация оросительных вод в период поливов была невысокой (0.28 – 0.85 г/л), химический состав их в основном сульфатно-гидрокарбонатный с преобладанием среди катионов кальция и натрия. Воды характеризуются нейтральной или слабощелочной реакцией. Также следует отметить, что минерализация вод в течение вегетационного периода возрастает от весны к концу лета и ее качество ухудшается за счет увеличения содержания натрия, хлоридов и сульфатов.

Почвенные образцы отбирались десятисантиметровыми слоями с поверхности до глубины 150 см через каждые 10 см. Отдельно отбирались образцы для структурно-агрегатного анализа в пятикратной повторности с глубин 0 – 20 и 40 – 50 см. В отобранных почвенных образцах определяли гранулометрический состав методом пипетки с обработкой почвы пирофосфатом натрия, микроагрегатный состав – по Н.А. Качинскому, структурно-агрегатный состав – по Н.И. Саввинову. Расчетными методами определялись фактор структур-

ности, показатель противоэрозионной стойкости почвы (ППС), коэффициент структурности и критерий водопрочности агрегатов [15, 16]. Экспериментальный цифровой материал был статистически обработан [17].

Считаем также целесообразным применить для оценки потенциальной способности почвы к оструктуриванию особый показатель, называемый индексом нестабильности агрегатов (ИН) и представляющий отношение процентного содержания гумуса умноженного на 100 к количеству физической глины (гранулометрические фракции менее 0.01 мм). При этом, если  $ИН \leq 7$ , то гумус в незначительной степени определяет агрегирование почвы [18].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Орошение приводит к изменению всего комплекса физических свойств черноземов на всех уровнях их структурной организации. Однако характер этих изменений весьма различный.

На молекулярно-ионном уровне в черноземах под влиянием орошения увеличиваются общая удельная поверхность, теплота смачивания и площадь отрицательно заряженных участков поверхности почвы; уменьшаются внутренняя удельная поверхность и гидрофильность тонкодисперсионных частиц [13, 14].

Происходят незначительные изменения в орошаемых типичных черноземах и на уровне ЭПЧ (элементарных почвенных частиц). Наблюдается однонаправленная тенденция в сторону увеличения илистой фракции и частиц размером менее 0.01 мм в верхней части гумусовых горизонтов этих почв (табл. 1), что вполне согласуется с имеющимися данными других авторов [19 – 21].

В условиях относительно непродолжительной гумидизации водного режима черноземов в результате орошения (5 – 10 лет) в почвах имеет место кратковременное переувлажнение, ведущее кумулятивно к оглеению, уменьшению окислительно-восстановительного потенциала, выносу щелочно-земельных элементов, увеличению воднопептизируемого ила, фульватности гумуса и его подвижности, оглиниванию пахотных горизонтов [14, 22, 23]. При орошении также возрастает доля микроучастков, в которых затруднена минерализация и гумификация растительных остатков, и происходит их углефикация с образованием меланонов, представляющих собой карбонизированную угледобную темную массу с небольшим содержанием углерода и большой зольностью [24, 25].

Орошаемые черноземы типичные характеризуются высокой микроагрегированностью. Им

свойственно так же, как и неорошаемым почвам, высокое содержание фракции крупнее 0.01 мм: 79 – 83%, в том числе 36 – 45% приходится на фракцию крупной пыли. По содержанию «микроагрегированного» ила и по интегрирующим показателям потенциальной способности почв к агрегатобразованию (фактор структурности, ППС, ИН) орошаемые и неорошаемые черноземы очень близки. Однако и на этом уровне структурной организации матрицы наблюдается слабо выраженное снижение водоустойчивости агрегирующих связей микроструктуры в пахотных горизонтах орошаемых черноземов (табл. 1).

Более существенные неблагоприятные изменения типичных черноземов при сельскохозяйственном использовании в условиях орошения происходят на агрегатном уровне их структурной организации. Качественный характер этих изменений в основном аналогичен ранее отмеченным закономерностям ухудшения параметров структурного состояния целинных черноземов при их распашке и последующем длительном сельскохозяйственном использовании [26]. Однако установленные негативные изменения основных показателей структурно-агрегатного состава пахотных горизонтов прогрессивно количественно нарастают под влиянием орошения. Особенно заметно увеличивается количество глыбистой фракции (в 1.7 раза по отношению к неорошаемым почвам и в 5.4 раза по отношению к целинным участкам), уменьшаются содержание агрономически ценных агрегатов и коэффициент структурности (в ряду богара – целина соответственно на 16 – 33% и в 2.1 – 7.2 раза). Орошение также вызывает небольшое уменьшение количества водопрочных агрономически ценных агрегатов и, как следствие, снижение критерия водопрочности агрегатов (табл. 2, 3, 4). Вариационно-статистический анализ интегрирующих показателей структурного состояния изучаемых черноземов свидетельствует, что достоверно значимые различия между орошаемыми и неорошаемыми черноземами наблюдаются только по коэффициенту структурности и лишь в пахотных горизонтах, в то время как по содержанию водопрочных агрегатов различия математически недоказуемы.

Вероятной причиной такого вывода может быть увеличение доли агрегатов с очень плотной упаковкой элементарных почвенных частиц и низкой внутриагрегатной пористостью в пахотных горизонтах орошаемых черноземов, что затрудняет проникновение воды в комочки при выполнении анализа методом Н.И. Саввинова и препят-

Гранулометрический (над чертой) и микроагрегатный (под чертой) составы черноземов типичных

№ разреза, местоположение, срок орошения	Глубина, см	Гумус, %	Содержание фракций, %; размер, мм							Фактор структурности, %	ППС	ИН
			1 – 0.25	0.25 – 0.05	0.05 – 0.01	0.01 – 0.005	0.005 – 0.001	< 0.001	< 0.01			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
40 Т/О Липецкая область, Добринский район, орошение 5 лет	0–10	7.2	$\frac{2}{13}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{39}{44}$	$\frac{11}{8}$	$\frac{17}{8}$	$\frac{30}{2}$	$\frac{58}{18}$	92	5.4	12.5
	20–30	6.7	$\frac{2}{15}$	$\frac{2}{23}$	$\frac{37}{42}$	$\frac{13}{9}$	$\frac{15}{8}$	$\frac{31}{3}$	$\frac{59}{20}$	90	4.5	11.3
	40–50	4.9	$\frac{1}{14}$	$\frac{3}{27}$	$\frac{38}{40}$	$\frac{12}{7}$	$\frac{15}{9}$	$\frac{31}{3}$	$\frac{58}{19}$	89	4.2	8.5
	60–70	4.1	2	2	36	12	16	32	60	–	–	6.9
	80–90	2.3	1	4	36	10	15	34	59	–	–	3.9
	100–110	1.9	1	4	33	13	16	33	62	–	–	3.0
	120–130	1.0	1	3	35	11	16	34	61	–	–	1.7
	140–150	0.7	0	3	34	10	18	35	63	–	–	1.2
41 Т/О То же, орошение 14 лет	0–10	7.3	$\frac{1}{15}$	$\frac{2}{25}$	$\frac{40}{43}$	$\frac{13}{6}$	$\frac{14}{8}$	$\frac{30}{3}$	$\frac{57}{17}$	91	4.8	12.8
	20–30	7.0	$\frac{2}{16}$	$\frac{1}{26}$	$\frac{39}{41}$	$\frac{12}{7}$	$\frac{16}{7}$	$\frac{30}{3}$	$\frac{58}{17}$	90	4.4	12.0
	40–50	5.0	$\frac{1}{14}$	$\frac{0}{23}$	$\frac{40}{45}$	$\frac{13}{6}$	$\frac{15}{9}$	$\frac{31}{3}$	$\frac{59}{18}$	89	4.1	8.5
	60–70	3.8	1	0	38	12	17	32	61	–	–	6.3
	80–90	2.5	0	1	37	11	17	34	62	–	–	4.0
	100–110	1.9	0	2	35	12	18	33	63	–	–	3.1
	120–130	0.9	1	1	34	13	16	35	64	–	–	1.4
32 Т/П То же, богара	0–10	6.8	$\frac{1}{15}$	$\frac{5}{22}$	$\frac{37}{46}$	$\frac{10}{7}$	$\frac{16}{8}$	$\frac{31}{2}$	$\frac{57}{17}$	94	7.7	12.0
	20–30	6.4	$\frac{1}{12}$	$\frac{5}{24}$	$\frac{38}{48}$	$\frac{11}{8}$	$\frac{15}{6}$	$\frac{30}{2}$	$\frac{56}{16}$	93	6.4	11.4
	40–50	4.8	$\frac{1}{16}$	$\frac{6}{21}$	$\frac{35}{44}$	$\frac{12}{9}$	$\frac{16}{7}$	$\frac{30}{3}$	$\frac{58}{19}$	91	4.8	8.3
	60–70	3.5	0	4	37	9	17	33	59	–	–	5.9
	80–90	2.2	0	4	36	12	16	32	60	–	–	3.7

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ТИПИЧНЫХ ПРИ ОРОШЕНИИ

продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	100–110	1.5	0	4	35	10	17	34	61	–	–	2.5
	120–130	1.0	0	4	34	9	18	35	62	–	–	1.5
	140–150	0.6	0	3	35	12	16	34	62	–	–	1.0
37 Т/О Воронежская область, Хохольский район, орошение 5 лет	0–10	6.9	$\frac{0}{12}$	$\frac{1}{26}$	$\frac{36}{43}$	$\frac{12}{8}$	$\frac{19}{9}$	$\frac{32}{2}$	$\frac{63}{19}$	93	6.8	11.0
	20–30	6.4	$\frac{0}{15}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{37}{41}$	$\frac{13}{9}$	$\frac{17}{8}$	$\frac{32}{2}$	$\frac{62}{19}$	93	6.5	10.3
	40–50	3.5	$\frac{0}{14}$	$\frac{0}{29}$	$\frac{38}{40}$	$\frac{11}{8}$	$\frac{16}{7}$	$\frac{35}{2}$	$\frac{62}{17}$	93	7.8	5.6
	60–70	2.7	$\frac{0}{16}$	$\frac{0}{23}$	$\frac{35}{42}$	$\frac{11}{7}$	$\frac{18}{9}$	$\frac{36}{3}$	$\frac{65}{19}$	91	6.0	4.2
	80–90	1.9	$\frac{0}{13}$	$\frac{1}{28}$	$\frac{35}{39}$	$\frac{13}{9}$	$\frac{14}{7}$	$\frac{37}{4}$	$\frac{64}{20}$	88	5.1	2.9
	100–110	0.8	$\frac{0}{15}$	$\frac{2}{26}$	$\frac{32}{40}$	$\frac{11}{7}$	$\frac{17}{8}$	$\frac{38}{4}$	$\frac{66}{19}$	88	5.3	1.3
	120–130	0.7	$\frac{0}{17}$	$\frac{0}{25}$	$\frac{33}{36}$	$\frac{11}{8}$	$\frac{18}{9}$	$\frac{38}{5}$	$\frac{67}{22}$	86	4.4	1.1
	140–150	0.7	$\frac{1}{12}$	$\frac{2}{28}$	$\frac{32}{37}$	$\frac{12}{9}$	$\frac{16}{8}$	$\frac{38}{6}$	$\frac{66}{23}$	84	3.8	1.0
38 Т/О То же, орошение 12 лет	0–10	6.2	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{24}$	$\frac{36}{44}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{19}{10}$	$\frac{33}{2}$	$\frac{62}{21}$	93	7.0	10.1
	20–30	5.1	$\frac{1}{14}$	$\frac{1}{23}$	$\frac{37}{42}$	$\frac{11}{10}$	$\frac{19}{9}$	$\frac{31}{2}$	$\frac{61}{21}$	93	6.6	8.4
	40–50	3.8	$\frac{1}{16}$	$\frac{0}{21}$	$\frac{36}{43}$	$\frac{13}{9}$	$\frac{16}{8}$	$\frac{34}{3}$	$\frac{63}{20}$	92	6.1	6.1
	60–70	3.4	1	1	36	11	18	33	62	–	–	5.4
	80–90	1.8	1	1	32	13	18	35	66	–	–	2.7
	100–110	0.7	0	2	33	13	17	35	65	–	–	1.1
	120–130	0.6	1	2	31	13	16	37	66	–	–	1.0
	140–150	0.5	1	2	31	11	17	38	66	–	–	0.8
19 Т/П То же, богара	0–10	6.1	$\frac{1}{11}$	$\frac{5}{20}$	$\frac{36}{49}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{18}{9}$	$\frac{30}{2}$	$\frac{58}{20}$	93	6.1	10.6
	20–30	4.5	$\frac{1}{13}$	$\frac{5}{23}$	$\frac{36}{47}$	$\frac{12}{8}$	$\frac{18}{7}$	$\frac{28}{2}$	$\frac{58}{17}$	92	4.7	7.8
	40–50	3.1	$\frac{1}{22}$	$\frac{4}{13}$	$\frac{35}{46}$	$\frac{13}{8}$	$\frac{17}{8}$	$\frac{30}{3}$	$\frac{60}{19}$	89	4.0	5.2
	60–70	2.7	$\frac{1}{9}$	$\frac{4}{30}$	$\frac{32}{45}$	$\frac{13}{7}$	$\frac{15}{6}$	$\frac{35}{3}$	$\frac{63}{16}$	90	5.5	4.3
	80–90	1.8	$\frac{1}{12}$	$\frac{4}{25}$	$\frac{32}{44}$	$\frac{11}{8}$	$\frac{15}{7}$	$\frac{37}{4}$	$\frac{63}{19}$	89	5.3	2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	100–110	0.7	$\frac{1}{10}$	$\frac{4}{28}$	$\frac{33}{44}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{16}{8}$	$\frac{38}{4}$	$\frac{62}{18}$	90	5.8	1.2
	120–130	0.5	$\frac{1}{12}$	$\frac{4}{30}$	$\frac{32}{42}$	$\frac{12}{7}$	$\frac{14}{5}$	$\frac{37}{4}$	$\frac{63}{16}$	89	5.1	0.8
	140–150	0.5	$\frac{1}{15}$	$\frac{6}{24}$	$\frac{28}{40}$	$\frac{9}{9}$	$\frac{15}{7}$	$\frac{41}{5}$	$\frac{65}{21}$	87	5.5	0.8

Таблица 2

Структурный (над чертой) и агрегатный (под чертой) составы черноземов типичных

№ разреза, срок орошения	Глубина, см	Содержание фракций, %; размер, мм					Коэффициент структурности	Критерий водопрочности агрегатов, %
		> 10	10 – 5	5 – 1	1 – 0.25	< 0.25		
40 Т/О орошение 5 лет	0 – 20	$\frac{30}{-}$	$\frac{16}{-}$	$\frac{36}{23}$	$\frac{11}{35}$	$\frac{7}{42}$	1.7	62
	40 – 50	$\frac{8}{-}$	$\frac{18}{-}$	$\frac{50}{32}$	$\frac{19}{37}$	$\frac{5}{31}$	6.7	73
41 Т/О орошение 14 лет	0 – 20	$\frac{35}{-}$	$\frac{18}{-}$	$\frac{31}{22}$	$\frac{10}{34}$	$\frac{6}{44}$	1.4	60
	40 – 50	$\frac{8}{-}$	$\frac{16}{-}$	$\frac{48}{28}$	$\frac{22}{39}$	$\frac{6}{33}$	6.1	71
32 Т/П богара	0 – 20	$\frac{23}{-}$	$\frac{16}{-}$	$\frac{46}{27}$	$\frac{9}{34}$	$\frac{6}{39}$	2.4	65
	40 – 50	$\frac{7}{-}$	$\frac{14}{-}$	$\frac{58}{35}$	$\frac{16}{36}$	$\frac{5}{29}$	7.3	75
37 Т/О орошение 5 лет	0 – 20	$\frac{36}{-}$	$\frac{11}{-}$	$\frac{24}{14}$	$\frac{20}{41}$	$\frac{9}{45}$	1.2	60
	40 – 50	$\frac{12}{-}$	$\frac{23}{-}$	$\frac{41}{36}$	$\frac{18}{30}$	$\frac{6}{34}$	4.6	70
38 Т/О орошение 12 лет	0 – 20	$\frac{43}{-}$	$\frac{10}{-}$	$\frac{17}{25}$	$\frac{24}{32}$	$\frac{6}{43}$	1.0	61
	40 – 50	$\frac{11}{-}$	$\frac{19}{-}$	$\frac{51}{40}$	$\frac{14}{28}$	$\frac{5}{32}$	5.3	72
19 Т/П богара	0 – 20	$\frac{25}{-}$	$\frac{28}{-}$	$\frac{26}{23}$	$\frac{16}{37}$	$\frac{5}{40}$	2.3	63
	40 – 50	$\frac{11}{-}$	$\frac{22}{-}$	$\frac{54}{34}$	$\frac{8}{34}$	$\frac{5}{32}$	5.3	72

Таблица 3.

Структурный состав черноземов типичных (показатели статистической обработки)

Глубина, см	Содержание фракций, %; размер, мм										Коэффициент структурности				
	> 10		10 – 5		5 – 1		1 – 0.25		< 0.25		M	m	$\bar{M}_{д.г.}$	$V_{0.95}$	$P_{0.95}$
	X	M	X	M	X	M	X	M	X	M					
орошаемые (n=5)															
0 – 20	30 – 48	38	10 – 18	14	17 – 36	27	5 – 24	14	5 – 9	7	1.2	0.1	0.8 – 1.6	72.0	32.2
40 – 50	8 – 18	11	16 – 23	19	41 – 53	49	5 – 22	16	5 – 6	5	5.2	0.6	3.6 – 6.8	68.8	30.8
неорошаемые (n=29)															
0 – 20	14 – 35	22	11 – 28	19	20 – 49	37	5 – 25	15	2 – 14	7	2.5	0.1	2.2 – 2.7	49.0	9.1
40 – 50	1 – 18	11	8 – 33	21	36 – 65	50	5 – 26	13	1 – 9	5	5.8	0.4	4.9 – 6.7	82.9	15.4

Примечание: n – количество разрезов; X – граничные значения; M – среднее арифметическое; m – ошибка среднего арифметического;  $\bar{M}_{д.г.}$  – доверительные границы генерального среднего арифметического при вероятности 0.95;  $V_{0.95}$  – показатель относительного вероятного разнообразия, %;  $P_{0.95}$  – показатель относительной вероятной погрешности, %.

Агрегатный состав черноземов типичных (показатели статистической обработки)

Глубина, см	Содержание фракций, %; размер, мм						Критерий водопрочности агрегатов, %						
	5 – 1		1 – 0.25		< 0.25		> 0.25		M	m	M <sub>д.г.</sub>	V <sub>0.95</sub>	P <sub>0.95</sub>
	X	M	X	M	X	M	X	M					
орошаемые (n=5)													
0 – 20	14 – 25	20	32 – 44	37	40 – 45	43	55 – 60	57	61.2	0.6	59.6 – 62.8	5.9	2.7
40 – 50	28 – 40	34	28 – 39	34	29 – 34	32	66 – 71	68	72.0	0.7	70.0 – 74.0	6.1	2.7
неорошаемые (n=29)													
0 – 20	4 – 38	20	27 – 54	35	32 – 61	45	39 – 68	55	59.3	1.3	56.6 – 62.1	24.9	4.6
40 – 50	23 – 52	36	23 – 44	34	21 – 38	30	62 – 79	70	74.2	0.9	72.4 – 76.1	13.4	2.5

ствуется их разрушению. Ранее эта особенность орошаемых черноземов отмечалась Б.Г. Розановым [27], С.А. Николаевой [10] и др.

На основе рекомендуемых оценочных показателей основных параметров физического состояния черноземов [28, 29] можно заключить, что в черноземах типичных изучаемого региона под влиянием орошения даже водами хорошего качества обычно наблюдается слабая степень деградации по структурному составу.

Главными предпосылками развития агрофизической деградации черноземов типичных при орошении являются их исходная высокая глинистость, монтмориллонитовый состав тонкодисперсионных фракций и отсутствие свободных соединений карбоната кальция в гумусовом горизонте. В условиях отмеченных литогенных свойств черноземов региона их деструктуризации способствует как периодическое (частое) чередование интенсивного увлажнения почвы при поливах и быстрого высыхания ее в межполивные периоды в условиях высоких летних температур, так и большие нагрузки тяжелой сельскохозяйственной техники на почву (нередко многократные в течение вегетационного периода) в состоянии ниже или выше физической спелости [14, 28].

## ВЫВОДЫ

1. Под влиянием орошения в верхней части гумусового горизонта черноземов типичных наблюдается хорошо выраженная тенденция в сторону увеличения илистой фракции и частиц размером менее 0.01 мм.

2. Орошаемые черноземы типичные характеризуются высокой микроагрегированностью. По содержанию «микроагрегированного» ила и по интегрирующим показателям потенциальной способности почв к агрегатообразованию орошаемые и неорошаемые черноземы очень близки. В то же время в пахотных горизонтах орошаемых почв наблюдается слабо выраженное снижение водоустойчивости агрегирующих связей микроструктуры.

3. Более выраженные неблагоприятные изменения черноземов типичных при

сельскохозяйственном использовании в условиях орошения происходят на агрегатном уровне их структурной организации: особенно заметно увеличивается в пахотных горизонтах количество глыбистой фракции (в 1.7 раза) и уменьшаются содержание агрономически ценных агрегатов и коэффициент структурности (соответственно в среднем на 16% и в 2.1 раза).

4. Существенных изменений агрегатного состава пахотных горизонтов и структурно-агрегатного составов подпахотных горизонтов черноземов типичных под влиянием орошения не установлено.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тихова Е.П. Орошение в районе и его влияние на свойства почвы / Е.П. Тихонова // Природа и хозяйство Гремяченского района Воронежской области. Воронеж: Кн. изд-во, 1953. С. 206 – 220.

2. Брешковский П.М. О скорости восстановления и разрушения структуры почвы в орошаемых травопольных севооборотах Курской ЗОМС / П.М. Брешковский // Орошение сельскохозяйственных культур в Центрально-Черноземной полосе РСФСР. М.: Изд-во АН СССР, 1956. Вып. 2. С. 46 – 63.

3. Роде А.А. Несколько данных о мощных черноземах Курской зональной опытно-мелиоративной станции и изменении их свойств при орошении / А.А. Роде, Д.В. Федоровский // Орошение сельскохозяйственных культур в Центрально-Черноземной полосе РСФСР. М.: Изд-во АН СССР, 1965. Вып. 2. С. 18 – 34.

4. Адерихин П.Г. Изменение некоторых свойств черноземных почв Воронежской области при орошении / П.Г. Адерихин, Е.П. Тихова // Бюл. о-ва естествоиспытат. ВГУ. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1959. Т. 11. С. 135 – 144.

5. Адерихин П.Г. Влияние орошения на основные физические и некоторые водно-физические свойства обыкновенных черноземов Воронежской области / П.Г. Адерихин, В.А. Королев, В.М. Шевченко // Мелиорация и рекультивация почв Центрального Черноземья. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1984. С. 4 – 14.

6. Ахтырцев Б.П. Влияние орошения на свойства типичных черноземов юго-востока Центрально-Черноземной области / Б.П. Ахтырцев, И.А. Лепилин // Биол. науки. 1979. № 4. С. 87 – 92.

7. Ахтырцев Б.П. Изменение водно-солевого режима, свойств почв и урожайности сельскохозяйственных культур под влиянием орошения на Окско-Донской равнине / Б.П. Ахтырцев, И.А. Ле-

пилин // Мелиорация и рекультивация почв Центрального Черноземья. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1984. С. 14 – 28.

8. Ахтырцев Б.П. Воздействие орошения на некоторые свойства черноземов типичных на песчаных отложениях / Б.П. Ахтырцев, И.А. Лепилин // Научные основы зональных интенсивных систем земледелия. Саранск: Изд-во Мордовск. ун-та, 1988. С. 5 – 17.

9. Королев В.А. Изменение некоторых показателей плодородия черноземов Воронежской области при орошении / В.А. Королев, ГН. Алпатова, Г.В. Королева // Физико-химические свойства почв и их плодородие. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1981. С. 94 – 105.

10. Николаева С.А. Влияние антропогенного фактора на структурное состояние черноземов в условиях орошаемого и богарного земледелия / С.А. Николаева, А.И. Щеглов, О.Б. Цветнова и др. // Изменение почв Центрального Черноземья под влиянием антропогенных факторов. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1986. С. 35 – 46.

11. Скуратов Н.С. Влияние орошения на свойства черноземов Центрально-Черноземных областей: Обзорн. информ. / Н.С. Скуратов, Л.М. Докучаева, Д.И. Щеглов и др. – М.: ЦБНТИ Минводхоза СССР, 1989. 35 с.

12. Ковалев И.И. Изменение структурно-агрегатного состава черноземов Воронежской области под влиянием орошения / И.И. Ковалев, В.И. Логошин // Агрэкологические проблемы плодородия и охраны почв Среднерусской лесостепи. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1991. С. 32 – 39.

13. Сапожников П.М. Оценка изменения физических свойств черноземов при орошении / П.М. Сапожников, В.Ф. Уткаева, И.И. Васенев // Почвоведение. 1992. № 11. С. 43 – 54.

14. Сапожников П.М. Деградация физических свойств почв при антропогенных воздействиях / П.М. Сапожников // Почвоведение. 1994. № 11. С. 60 – 66.

15. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.

16. Воронин А.Д. Опыт оценки противоэрозийной стойкости почв / А.Д. Воронин, М.С. Кузнецов // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. Вып. 1. С. 99 – 115.

17. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении / Е.А. Дмитриев. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1972. 292 с.

18. Monnier G. La composition granulometrique des sols: un moyen de prevoir leur fertilité physique /



G. Monnier, P. Stengel // Bull. techn. inf. Min. agr. 1982. N 370 – 372. P. 503 – 512.

19. Проценко А.А., Изменение структурно-функциональных и гидрофизических свойств типичных черноземов при интенсивном земледелии / А.А. Проценко, Е.П. Проценко // Агрэкологические принципы земледелия. М.: Колос, 1993. С. 237 – 255.

20. Агрэкологическое состояние черноземов ЦЧО / Под ред. А.П. Щербакова и И.И. Васенева. Курск, 1996. 330 с.

21. Brezny O. Einfluß der Beregnung auf physikalische Bodeneigenschaften / O. Brezny, M. Derco, J. Rakovan // Tagungsber. Akad. Landwirtschaftswiss. DDR. 1980. N 180. S. 249 – 255.

22. Зайдельман Ф.Р. Естественное и антропогенное переувлажнение почв | Ф.Р. Зайдельман. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 285 с.

23. Подымов Б.П. Оглинивание как диагностический признак орошаемых черноземов / Б.П. Подымов, Э.Е. Скрыбина // Почвы Молдавии и их использование в условиях интенсивного земледелия. Кишинев, 1978. С. 120 – 126.

24. Ромашкевич А.И. Микроморфология и диагностика почвообразования / А.И. Ромашкевич, М.И. Герасимова. – М.: Наука, 1982. 125 с.

25. Приходько В.Е. Развитие почв Поволжья под влиянием орошения. Автореф. дис. ... докт. биол. наук / В.Е. Приходько. – М., 2003. 47 с.

26. Королев В.А. Физические свойства антропогенно-преобразованных черноземов центра Русской равнины / В.А. Королев // Черноземы Центральной России: генезис, география, эволюция. Воронеж: ВГУ, 2004. С. 59 – 78.

27. Розанов Б.Г. Слитогенез при орошении черноземов / Б.Г. Розанов // Проблемы сельскохозяйственной науки в Московском университете. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975. С. 15 – 22.

28. Медведев В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов / В.В. Медведев. – М.: Агропромиздат, 1988. 160 с.

29. Бондарев А.Г. К оценке степени деградации пахотного слоя почв по физическим свойствам / А.Г. Бондарев, И.В. Кузнецова // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1998. Т. 1. С. 28 – 30.