

УДК 631.4/.67(470.5)

ФИЗИЧЕСКИЕ И ВОДНЫЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЮЖНОГО УРАЛА В СВЯЗИ С ОРОШЕНИЕМ

Сенькова Л.А., Гринец Л.В.

ФГБОУ ВО «Уральский аграрный университет», Екатеринбург, e-mail: senkova_la@mail.ru

Представлены результаты по определению наиболее рационального использования орошаемых почв лесостепных агроландшафтов Челябинской области – черноземов выщелоченных тяжелосуглинистых. Дана их современная характеристика свойств, необходимых для разработки научно-обоснованных режимов орошения. Отмечается высокая окисленность материнской породы, способность сохранять удовлетворительную макроструктуру в процессе использования в пашне, благоприятная пористость, но малая мощность гумусового горизонта. Подчеркнута и доказана важность применения почвенно-гидрологической константы – влажности разрыва капиллярных связей (ВРК) для определения предела снижения влажности почвы перед поливом. Показано, что используемые на практике на оросительных системах режимы орошения в диапазоне от наименьшей влагоемкости до влажности завядания (НВ-ВЗ), хотя и уменьшают количество поливов за вегетацию, но при этом снижают диапазон активной влаги до 50 %. Следовательно, использование растениями труднодоступной влаги ниже влажности разрыва капиллярных связей приводит к снижению их продуктивности.

Ключевые слова: чернозем выщелоченный, почвенно-гидрологические константы, наименьшая влагоемкость, влажность разрыва капиллярных связей, влажность устойчивого завядания, диапазон активной влаги

PHYSICAL AND WATER PROPERTIES OF LEACHED CHERNOZEM IN THE SOUTHERN URALS IN CONNECTION WITH THE IRRIGATION

Senkova L. A., Grinez I. V.

FGBOU VO "Ural agrarian University", Ekaterinburg, e-mail: senkova_la@mail.ru

Presents the results to determine the most rational use of irrigated soils of forest-steppe agrolandscapes of the Chelyabinsk region – of leached Chernozem loam. Given their current characteristics of the properties needed to develop the scientifically grounded irrigation regimes. Stressed and proved the importance of soil hydrological constants – moisture capillary break ties to determine the lower limit of soil moisture before watering. It is shown that can be used in irrigation systems the irrigation regimes range from the smallest capacity to humidity zavjadaniya reduce the range of active moisture to 50 %, and the use of plants hard to reach soil moisture reduces their productivity.

Keywords: leached Chernozem, soil hydrological constants, the lowest moisture content, humidity of the rupture of capillary connections, humidity sustainable wilting, the range of active moisture

В условиях активной эксплуатации земельного фонда при многоукладности хозяйствования, экономического расслоения, различной обеспеченности производственными ресурсами важно предупреждать и блокировать деградацию почв. Проведение природоохранных и природовосстановительных мероприятий означает приведение в соответствие производственных процессов к разнообразным условиям ландшафтов и законам экологии, а стало быть, устранение причин тех или иных нарушений, а не их последствий [1].

На Южном Урале развитие орошаемого земледелия является важным участком интенсификации сельскохозяйственного производства в связи с ирригационным освоением черноземных почв и, особенно, в условиях предполагаемого потепления климата. При этом не менее важно сохранение естественного плодородия ценных пахотных черноземных земель, исключение их вторичного засоления и гидроморфизма.

Ирригационное освоение почв в Челябинской области - весьма перспективное

направление. Однако практика орошения на имеющихся оросительных системах показала, что орошение без учета региональных генетических и мелиоративных особенностей этих почв и применения научно обоснованных норм и способов орошения всегда приводит к снижению плодородия и трансформации их в непригодные для земледелия почвы [5].

Чтобы устранить причины нарушений при ирригационном освоении почв основными принципами и приемами использования почв должны стать теоретическое и экспериментальное обоснование, прогноз и разработка агро-мелиоративных приемов сохранения и повышения плодородия орошаемых почв.

Поэтому целью исследований стало определение агро-мелиоративных свойств, необходимых для технологии расчета режима орошения чернозема выщелоченного тяжелосуглинистого.

Для ведения орошаемого земледелия весьма важна оценка пригодности почв для ирригационного освоения [4; 7]. Исходя из

этого положения, почвы зональных типов агроландшафта Южного Урала, в том числе Челябинской области, по степени антропогенного изменения и характеру мероприятий можно разделить на три группы:

1) неизменные и слабоизмененные естественные почвы, сохранение спонтанного состояния которых необходимо в научных интересах, для водоохраных, санитарных и других целей;

2) средне измененные почвы, дальнейшее интенсивное использование которых возможно путем разработки и внедрения почвозащитных технологий на основе глубокого изучения их физических и водных свойств;

3) деградированные, требующие, восстановления плодородия путем определения потенциальных возможностей естественного восстановления их свойств или рекультивации.

Рассмотрим пути дальнейшего использования почв 2 группы.

Почвами зонального типа агроландшафта равнин в Челябинской области являются черноземы. Они представлены черноземами лесостепных и степных агроландшафтов. В пашне находятся 70-90 % черноземов [3].

Почвы равнинных зональных лесостепных типов агроландшафта представлены черноземами лесостепной зоны – оподзоленными (северная лесостепь) и выщелоченными (южная лесостепь) подтипами черноземов. В степных агроландшафтах сформированы черноземы обыкновенные и южные.

Богатство почв лесостепных типов агроландшафта обусловило наиболее высокую степень распаханности территории, интенсивное развитие земледелия с выращиванием преимущественно зерновых культур и развитие орошаемого земледелия [6].

Черноземы выщелоченные являются основными почвами равнинных зональных

ландшафтов Западносибирской провинции в лесостепной и, частично, в Казахстанской провинции степной зоны. Они имеют периодически промывной тип водного режима. Глубокое залегание грунтовых вод в естественных условиях не оказывает влияние на процесс почвообразования. Важной региональной особенностью черноземов выщелоченных является высокая окарбонатность материнской породы.

Влияние Уральских гор определяет структурное состояние, физические и водные свойства черноземов выщелоченных. Эти почвы обладают целым рядом благоприятных агрофизических свойств. Немаловажную роль при этом сыграли, очевидно, обогащенность почвообразующих пород карбонатами, которые проявляются не только в виде псевдомицелий, но и крупных скоплений, что отражается на важнейших свойствах почв, используемых для разработки технологий орошения.

Чрезвычайно важны при разработке режимов орошения наиболее динамичные показатели почвы. Мощность горизонтов исследуемых почв сильно варьирует, но наибольшее распространение получили черноземы выщелоченные маломощные и реже среднемощные, гумусовый горизонт которых составляет около 40 см, что не характерно для других регионов России и объясняется близким расположением этих почв к Уральским горам (таблица 1).

Статистические показатели плотности сложения свидетельствуют о ее варьировании в пашне, особенно, в подпахотном горизонте В1 по сравнению с целиной. На плотность почвы влияют и технологии полива [2].

Наиболее податливой разрушению при орошении является структура почв. Важной положительной особенностью черноземов выщелоченных является их способность сохранять удовлетворительную макроструктуру

Таблица 1

Статистические показатели мощности горизонтов и плотности сложения черноземов выщелоченных лесостепной зоны

Горизонты почвенного профиля	X ± t • Sx			
	мощность, см		плотность сложения, г/см ³	
	целина	пашня	целина	пашня
A, A _n	25,3±3,1	21,5±2,1	1,22±0,05	1,1±0,06
B ₁	12,9±4,7	10,9±5,3	1,25±0,06	1,32±0,07
B ₂	20,3±2,9	18,5±3,3	1,28±0,07	1,30±0,04
BC	21,5±1,5	20,4±2,0	1,29±0,06	1,31±0,06
C			1,39±0,06	1,38±0,06

Таблица 2

Агрегатный состав черноземов выщелоченных

Содержание агрегатов, размером (мм), % от массы почвы										
>10	7-10	5-7	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25	>1	<1
Целина. Чернозем выщелоченный среднемощный среднегумусный среднесуглинистый										
23,5	4,3	7,5	10,4	9,6	15,3	11,0	9,8	8,6	70,6	29,4
20,2	4,0	11,3	14,2	7,4	10,6	12,1	7,8	12,4	67,7	32,3
Пашня. Чернозем выщелоченный маломощный среднегумусный среднесуглинистый										
24,4	5,8	6,2	9,7	8,1	14,8	10,6	10,6	9,8	69,0	31,0
17,8	4,7	5,5	7,0	7,5	10,7	6,1	5,3	35,4	53,2	46,8

Примечание. Числитель – данные сухого просеивания, знаменатель – мокрого просеивания.

туру в процессе использования в пашне, когда макроагрегаты почвы под воздействием воды долго не размокают и под влиянием техники не разрушаются (таблица 2).

Данные сухого просеивания свидетельствуют о преобладании в агрегатном составе фракций размером более 1 мм, составляющих на целине 70,6 %, в пашне 69,0 %.

Характерно, что и под воздействием воды содержание этой фракции, наиболее ценной в агрономическом отношении находится выше предэрозионного порога – на целине до 67,7 и 53,2 % на пашне.

Среди фракций размером более 1 мм агрегатов средних размеров (5-2 мм) на целине содержится около 20 %, как в сухом состоянии, так и под воздействием воды, в пашне – 17,8-14,5 %, то есть немногим меньше, чем на целине. Крупных агрегатов размером более 5 мм содержится 35,3-35,5 % на целине и 36,4-28,0 % в пашне. Эти

агрегаты очень ценны в агрономическом отношении, они под воздействием воды не сильно разрушаются.

Эрозионноопасная фракция размером менее 1 мм в черноземах на целине и даже в пашне при сухом и мокром просеивании не очень велика.

Содержание агрегатов размером более 10 мм составляет около 20 %. Эти данные свидетельствуют о том, что при вспашке черноземов с физической спелостью в них нет условий для образования глыб и крупных комков. Это приводит к улучшению ряда других, связанных со структурой, агрофизических и водных свойств чернозема выщелоченного, которые следует сохранить в процессе ирригационного освоения почв (таблица 3).

В агрофизическом отношении для черноземов выщелоченных характерны равномерность по профилю гранулометрическо-

Таблица 3

Физические и водные свойства черноземов выщелоченных

Горизонт	Частицы < 0,01 мм, %	Пористость общая, % от объема	НВ	ДАВ	Пористость аэрации при НВ		Пористость обводнения при НВ, % от объема
			% от массы почвы	% от объема почвы	% от по- ристости		
Целина. Чернозем выщелоченный среднемощный среднегумусный среднесуглинистый							
А	41,2	53	26,0	18,0	22	41	59
В1	41,8	53	26,4	18,4	24	45	55
В2	42,6	51	24,7	16,7	19	37	63
ВС	44,0	52	25,3	17,3	19	37	63
С	43,4	49	21,8	13,3	18	36	64
Пашня. Чернозем выщелоченный среднемощный среднегумусный среднесуглинистый							
Апах	39,6	59	24,2	16,2	32	55	45
В1	41,0	48	23,1	15,1	16	34	66
В2	43,9	51	23,9	15,9	20	39	61
ВС	44,4	52	24,8	16,8	19	37	63
С	44,5	50	21,0	13,0	21	42	58

го состава с оптимальным содержанием физической глины, На большей части Челябинской области черноземы выщелоченные имеют средне- и тяжелосуглинистый гранулометрический состав. Профильное изменение содержания физической глины находится в зависимости от степени выраженности процесса выщелачивания и деградации при распашке.

Эти почвы имеют благоприятную общую пористость, при распашке она увеличивается в горизонте А и снижается в уплотненном горизонте В1.

Наименьшая влагоемкость (НВ) в гумусовом горизонте достигает 26-26,4 % от массы почвы в целинном черноземе и немного меньше (23,1-24,2 %) в пахотном варианте. В менее гумусированном горизонте В2 величина НВ снижается, а в горизонте С составляет 21,0-21,8 % от массы почвы, что соответствует по всему профилю около 30 % объема почвы.

Эти почвы средневлагоемкие, но их диапазон активной влаги (ДАВ) высок (до 70 % от НВ). По этим показателям они не уступают аналогичным черноземам Западной Сибири, но уступают черноземам европейской части России, что связано с меньшей мощностью почв.

При состоянии НВ наилучшее, практически идеальное соотношение пор создается в почве на целине при плотности сложения 1,20 г/см³, когда пористость аэрации по профилю составляет около 20 % объема почвы при одновременно хорошей обводненности. В этом случае содержание воздуха и воды для чернозема среднесуглинистого является благоприятным и достаточным для нормальной жизнедеятельности растений.

При использовании в пашне в подпахотных слоях чернозема выщелоченного отмечается повышение уплотнения до 1,38 г/см³, уменьшение количества гумуса и корневых остатков как следствие обработки почвы при ее физически неспелом состоянии. При такой плотности сложения общая пористость снижается до 48 % и только 34 % пористости составляет пористость аэрации, а обводненность – 66 % пор, но условия остаются близкими к идеальным.

Но в орошаемых условиях эти свойства снижают влагоаккумулятивную способность чернозема и обуславливают сток поливных вод.

В горизонтах пахотного чернозема, не подверженного влиянию механической обработки и образованию плужной подошвы, вновь наблюдается оптимальное соотношение воздушной и водной фаз, когда обводнено около 60 % всех пор, а пористость

аэрации составляет около 40 % от общей пористости.

Таким образом, черноземы выщелоченные на целине характеризуются развитым профилем с рыхлым сложением гумусовых горизонтов и выщелоченным от карбонатов подгумусовым горизонтом, гранулометрическим составом с оптимальным содержанием физической глины, водопроходной макроструктурностью, благоприятными водными и воздушными свойствами, отчетливо проявляющимся дерновым процессом.

В пашне эти почвы приобретают деградационные признаки и свойства: уплотнение профиля, изменение соотношения водной и воздушной фаз, но при этом агрегатный состав еще остается благоприятным.

Агропроизводственные возможности этих черноземов лимитируются недостаточной влагообеспеченностью для возделывания овощных культур. Поэтому одним из путей рационального использования черноземов Южного Урала, в том числе Челябинской области, и особенно вновь вовлекаемых в орошаемое земледелие почв, является разработка научно-обоснованных режимов орошения на основе глубокого исследования поведения и состояния влаги в почвенном профиле с учетом генетических особенностей и свойств почв. Такие сведения являются теоретическим и экспериментальным обоснованием разработки и прогнозом эффективности технологий, устраняющих возможную при использовании почв деградацию агроландшафтов.

Способность почв удерживать влагу против сил тяжести считается одним из важнейших свойств почв. Важные в практическом и научном отношении вопросы (равновесность величины наименьшей влагоемкости (НВ), сроки ее определения для разных почв и различных природных условий) во многом еще не решены, хотя очень важны, особенно в орошаемом земледелии. Для Южного Урала эти исследования ранее не проводились.

Результаты проведенных исследований представлены на таблице 4.

Для чернозема выщелоченного тяжелосуглинистого НВ составляет 28,3 и 28 % для слоев соответственно 0-50 и 0-100 см. Продуктивные запасы влаги при этом составляют 171 и 362 мм.

Истинная наименьшая влагоемкость (ИНВ) – важнейший показатель водоудерживающей способности почвы, определяющий возможность запастись и удерживать влагу в почвенном профиле как в богарных, так и в орошаемых условиях, в исследованных почвах практически равна НВ - 27,6 % от массы почвы, или 165 мм в слое 0-50 см,

Таблица 4

Почвенно-гидрологические константы чернозема выщелоченного тяжелосуглинистого

Почвенно-гидрологические константы	Слой почвы, см	Влажность, %		Продуктивные запасы влаги, мм	Норма полива, м ³ /га
		от массы почвы	от НВ		
НВ	0-50	28,3		171	
	0-100	28,0		362	
ИНВ	0-50	27,6	97,5	165	
	0-100	27,8	99,3	358	
ВРК	0-50	20,9	73,9	125	460
	0-100	20,4	72,9	262	1000
ВЗ	0-50	13,0	46,0	78	930
	0-100	11,0	39,3	153	2090
ДАВ	0-50	15,3	54,1	93	
	0-100	17,0	60,7	209	

в слое 0-100 см составляет 27,8 %, или 358 мм (таблица 4), что свидетельствует о прочном и длительном равновесном состоянии влаги НВ.

Значение влажности разрыва капиллярных связей (ВРК) – это предел оптимального увлажнения почвы, ниже которого до влажности устойчивого завядания (ВЗ) подвижность и доступность влаги растениям резко падает, отражаясь на урожайности. Пренебрежение этой константой в орошаемом земледелии приводит к негативным последствиям деградации почв и снижению продуктивности культур.

Имея экспериментальную константу ВРК, можно знать о явлении восходящего движения влаги в конкретной почве и использовать его при разработке режима орошения для того, чтобы знать, способна ли влага подниматься из резервного слоя в корнеобитаемый и рассчитать оптимальный порог предполивного снижения влажности почвы от состояния НВ [5].

Расход влаги в корнеобитаемом слое чернозема выщелоченного тяжелосуглинистого в результате десукции, транспирации и физического испарения может способствовать капиллярному подтоку влаги из резервного слоя 50-100 см в корнеобитаемый,

если влажность в нем превышает ВРК или 72,9-73,9 % НВ.

Орошаемые земли в Челябинской области называют «золотым фондом». Но этот фонд быстро деградирует. Поля, орошаемые здесь в течение 60 лет, называют староорошаемыми с резко выраженными признаками деградации. Но если известны особенности водных и физических свойств почвы, можно увидеть причину, вызывающую их деградацию при орошении, повышенный расход и загрязнение пресной воды в сельском хозяйстве, недобор урожая.

Эта причина состоит в режимах орошения (таблица 5).

В орошаемом земледелии принято рассчитывать норму полива по разнице НВ и ВЗ. Поэтому если при оптимальном снижении влажности расход влаги из слоя 0-50 см должен составлять 46 мм, то на практике 93 мм, при этом ДАВ составляет всего 51,6 %. На труднодоступную для растений влагу в интервале ВРК-ВЗ приходится 47 мм. Растения при этом тратят пластические вещества на развитие корневых волосков для извлечения небольших скоплений влаги, а не на формирование урожая. При оптимальном пределе снижения влажности НВ-ВРК интервал труднодоступной влаги ВРК-ВЗ

Таблица 5

Предполивной порог снижения влажности чернозема выщелоченного тяжелосуглинистого

Слой почвы, см	Предел снижения влажности						Труднодоступная влага при режимах орошения, используемых на практике (НВ-ВЗ)			
	используемый на практике (НВ-ВЗ)			оптимальный (НВ-ВРК)						
	% от массы почвы	% от НВ	мм	% от массы почвы	% от НВ	мм	% от массы почвы	% от НВ	% от ДАВ	запасы, мм
0-50	15,3	54,0	93	7,4	26,1	46	7,9	27,9	51,6	47
0-100	17,0	60,7	209	7,6	27,1	100	9,4	33,6	55,3	109

отсутствует, и растения не испытывают недостаток влаги.

Представленные на таблице 5 данные отчетливо показывают причину недостаточно высокой эффективности орошаемого земледелия, когда поливы назначаются при снижении влажности почвы ниже ВРК, вплоть до ВЗ.

Таким образом, изученные особенности свойств почвы могут использоваться для определения и уточнения норм и сроков вегетационных поливов, определения мощности увлажняемого слоя, возможности проведения дифференцированных поливов.

Список литературы

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий / Под ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. - 783 с.

2. Веприков А.В. Влияние технологии полива дифференцированными малыми нормами на плотность почвы // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. - 2014. - №4. - С. 58-64.

3. Козаченко, А.П. Состояние почв и почвенного покрова Челябинской области по результатам мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. - Челябинск, 1997. - 112 с.

4. Мустафаев М. Долгосрочный прогноз мелиоративных мероприятий в Республике Азербайджан // Агротехнический вестник. - 2014. - № 3. - С. 34-37.

5. Сенькова, Л.А. Эколого-почвенная характеристика Челябинской области. - Челябинск: Изд-во ЧГАУ, 2007. - 256 с.

6. Хазиев, Ф.Х. Антропогенная эволюция черноземов на Южном Приуралье // Тезисы докладов 3-го съезда Докучаевского общества почвоведов. - М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2000. - С. 75.

7. Ходяков Е. А. Научное обоснование режима орошения сельскохозяйственных культур при использовании ресурсосберегающих способов полива для получения планируемых урожаев в Нижнем Поволжье. Автореф. д-ра с.-х. наук. Волгоград, 2002. - 25 с.