



## ВОДНЫЙ РЕЖИМ ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАУРАЛЬЯ

С. Д. ГИЛЕВ,

кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе,

И. Н. ЦЫМБАЛЕНКО,

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории севооборотов и обработки почвы,

А. П. КУРЛОВ,

старший научный сотрудник лаборатории севооборотов и обработки почвы,

О. С. БАСТРЫЧКИНА,

старший научный сотрудник лаборатории севооборотов и обработки почвы, Курганский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

(641325, Курганская обл., Кетовский р-н, с. Садовое, ул. Ленина, 9; Тел. (35231) 57-354; 57-389).

**Ключевые слова:** системы обработки почвы, влагообеспеченность, коэффициенты водопотребления, структура почвы, урожайность.

В условиях засушливого климата наиболее актуальная проблема земледельцев Зауралья – оптимизация водного режима почвы. Одним из основных факторов, определяющих водопроницаемость почвы, запасы продуктивной влаги и водопотребление культур, является структура почвы, которая формируется под воздействием различных систем обработки. В статье показана роль природных и управляемых факторов в формировании водного режима выщелоченных черноземов Зауралья. При этом определяющее значение для получения стабильных урожаев зерновых культур имеют осадки вегетационного периода, которые составляют свыше 50 % годовых. Сильная положительная связь существует между уровнями урожайности яровой пшеницы и количеством осадков в июне и июле. В благоприятные по увлажнению годы коэффициенты корреляции составляют 0,6 и 0,46; в засушливые – 0,90 и 0,96 соответственно. В условиях недостаточной влагообеспеченности минеральные (азотные) удобрения не оказывают положительного влияния на урожайность пшеницы. Эффективность удобрений проявляется в годы, когда засуха проявляется в меньшей степени (ГТК 0,7–1,1). Среди изучаемых систем обработки почвы максимальным количеством весенних влагозапасов в метровом слое отличается отвалная как в паровом поле (134,7 мм), так и в остальных полях пятипольного севооборота (87,8–117,7 мм). На втором месте по весенним запасам влаги – стерневые фоны после гербицидного пара (130 мм). Из-за повышенной аэрации верхнего слоя почвы на вариантах отвалной системы обработки потери влаги на диффузное испарение значительно выше, чем на участках с мульчирующей обработкой (56,8 против 36,3 %). В результате коэффициенты водопотребления на вариантах мульчирующих минимальных систем обработок по сравнению с отвалной снижаются на 9,2–15,2 %, что свидетельствует о более рациональном использовании почвенной влаги культурными растениями. Это позволяет в засушливые годы получать урожайность яровой пшеницы по паровым предшественникам на уровне 18,0 ц/га, по непаровым – 15,0 ц/га, овса – до 20,0 ц/га.

## THE WATER REGIME OF LEACHED CHERNOZEM SOIL AND WATER REQUIREMENTS FOR CROPS IN THE CENTRAL FOREST-STEPPE ZONE OF THE TRANS-URALS

S. D. GILEV,

candidate of agricultural sciences, deputy director on scientific work,

I. N. TSYMBALENKO,

candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory crop rotation and tillage,

A. P. KURLOV,

senior scientists laboratory crop rotation and tillage,

O. S. BASTRYCHKINA,

senior scientists laboratory crop rotation and tillage, Kurgan agricultural research Institute

(641325, Kurgan region, Catovsky R-n, s Garden, Lenin street, 9. Phone (35231) 57-354; 57-389).

**Keywords:** tillage, moisture, coefficients of water use, soil structure and productivity.

In the arid climate the most urgent problem of farmers TRANS – optimization of the water regime of the soil. One of the main factors that determine the permeability of the soil, the stock of productive moisture and water consumption of crops is soil structure, which is formed under the influence of different processing systems. The article shows the role of natural and managed factors in the formation of water regime of leached Chernozem TRANS. If this crucial to obtain stable yields of crops have precipitation growing season, which is over 50 % per annum. A strong positive correlation exists between the levels of the spring wheat yield and rainfall in June and July. In favorable hydration years, the correlation coefficients are 0.6 and 0.46; in arid – of 0.90 and 0.96, respectively. Under conditions of low moisture, mineral (nitrogen) fertilizer does not have a positive effect on wheat yield. The efficiency of fertilizers is manifested in years when drought appears less (SCC 0,7–1,1). Among the studied systems, tillage maximum amount of spring water stock in the m layer is different moldboard as in a steam box (134,7 mm), and in other fields pathologie rotation (87,8–117,7 mm). The second spring water reserves - stubble backgrounds after herbicide pair (130 mm). Due to the increased aeration of the topsoil on the options moldboard processing system loss of moisture to diffuse evaporation is much higher than on plots with mulch treatment (56,8 against 36,3 %). As a result, the coefficients of water use for mulching options minimum system treatments compared with moldboard decrease of 9.2–15.2 per cent, indicating a more efficient use of soil moisture cultivated plants, and this allows in dry years to get the yield of spring wheat on steam predecessors at the level of 18.0 kg/ha, neverovym – 15,0 kg/ha, barley - to 20.0 kg/ha.

Положительная рецензия представлена В. В. Немченко, доктором сельскохозяйственных наук, профессором Курганской сельскохозяйственной академии.



Выщелоченные среднесуглинистые черноземы центральной лесостепной зоны Зауралья отличаются сравнительно высокой оструктуренностью пахотного слоя. Количество водопрочных агрегатов (0,25–10,0 мм) в слое 0–30 см составляет: на вариантах отвальной системы обработки – 52,5 %; мульчирующей мелкой (10–12 см) – 48,6 и комбинированной (чередование отвальной и мелкой мульчирующей) – 54,1 %. При этом общая пористость гумусового горизонта находится на хорошем и удовлетворительном уровнях, т. е. 55–60 и 50–55 %. С глубиной эти показатели снижаются, что характерно для иллювиальных горизонтов данного подтипа черноземов [1].

По оценке А. Ф. Бахарева (1959), выщелоченные черноземы Зауралья обладают благоприятными водными свойствами (табл. 1).

В то же время формирование водного режима почвы и степень использования осадков растениями происходит под влиянием природных и управляемых факторов (гидротермических условий, средств химизации, систем обработки и других агротехнических приемов). Определяющую роль в получении стабильных урожаев зерновых культур в нашем регионе играют осадки вегетационного периода, которые составляют 50–54 % годовых. Довольно сильная положительная связь существует между урожайностью яровой пшеницы и осадками июня и июля. Результаты корреляционного анализа двух многолетних периодов, различных по условиям увлажнения, свидетельствуют о том, что во влажные и засушливые годы влияние летних осадков на урожайность яровой пшеницы неравноценно (табл. 2).

В благоприятный по увлажнению период (1999–2005 гг.) отмечается средняя теснота корреляционной связи между июньско-июльскими осадками и урожайностью пшеницы (коэффициенты 0,68 и 0,48); в засушливый (2008–2013 гг.) – сильная (0,90 и 0,96). Слабая связь урожайности с осадками августа свидетельствует об их бесполезности и даже вреде для урожая текущего года.

В последнее время (2013, 2014 гг.) в центральной лесостепной зоне наметилась тенденция, когда основное количество летних осадков выпадает во второй половине июля и в августе. В этот период идет налив

и созревание зерна колосовых, а выпавшие осадки провоцируют бурный рост мятликовых видов сорняков и подгона, что в дальнейшем затрудняет уборку, удлиняет сроки ее проведения, тем самым наносится серьезный ущерб количеству и качеству зерна.

Роль летних осадков в формировании урожая яровой пшеницы особенно наглядно проявилась в нашем опыте, где изучаются бесплужные технологии. К примеру, острозасушливые 2010, 2012 гг. отличались хорошими весенними запасами почвенной влаги. В зависимости от места размещения пшеницы и условий возделывания в метровом слое почвы содержалось от 98,0 до 129 мм продуктивной влаги при среднемноголетних показателях для выщелоченного чернозема центральной зоны 102–118 мм (табл. 3).

Такой уровень увлажнения почвы в центральной природной зоне Зауралья гарантирует нормальные всходы и благоприятные условия для первоначальных фаз развития зерновых культур. Однако засушливые явления, которые активно проявились в эти годы в июне и июле (в 2010 ГТК составил соответственно 0,5 и 0,3, в 2012 – 0,3 и 0,2), стали причиной низкой урожайности яровой пшеницы независимо от запасов влаги и технологии возделывания.

В условиях недостаточной влагообеспеченности и температурного режима на 2,5–3,0 °С выше нормы не оказали положительного влияния на урожайность и минеральные удобрения. Наоборот, на фоне N40–60 наблюдалось угнетение культурных растений и снижение урожайности по сравнению с контролем.

В годы с меньшим проявлением засухи в летние месяцы (2008, 2009, 2013), особенно в июле (ГТК соответственно 0,7; 1,2 и 1,1), при среднемноголетних запасах почвенной влаги весной урожайность без удобрений по сравнению с острозасушливыми годами увеличилась в среднем на 4,2 ц/га (59,2 %) и почти в два раза – на фоне удобрений (14,1 против 7,3 ц/га). В благоприятном 2011 г. по условиям увлажнения и температурному режиму в июне и июле (ГТК 1,9 и 1,3), в среднем по изучаемым вариантам опыта, получена максимальная за анализируемый период урожайность яровой пшеницы как без удобрений (28,1 ц/га), так и на фоне минерального питания (36,2 ц/га).

Таблица 1  
Водные свойства чернозема выщелоченного малогумусного маломощного среднесуглинистого (центральная лесостепная зона)

Горизонт	Глубина, см	Макс. гигроскопичность, %	Капиллярная влагоемкость, %	Влажность завядания, %	Наименьшая влагоемкость, %
Ап	0–30	6,3	41,6	9,30	24,2
В2	30–50	5,5	36,5	8,30	22,4
В2	60–80	5,5	35,0	8,24	20,4
ВС	80–100	5,6	28,5	8,90	18,4
ВС	100–120	5,7	26,4	8,60	16,9
С	120–140	4,3	25,2	6,50	14,9

Таблица 2  
Корреляционная связь (г) урожайности пшеницы в зернопаровом севообороте с атмосферными осадками в зависимости от условий увлажнений вегетационного периода

Месяц	Период	
	1999–2005 гг. (влажный, ГТК 1,2)	2008–2013 гг. (засушливый, ГТК 0,8)
Июнь	0,68	0,90
Июль	0,48	0,96
Август	0,00	-0,12

Таблица 3

Весенние запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы и урожайность зерна яровой пшеницы в разные по влагообеспеченности годы при возделывании по нулевой технологии, 2008–2013 гг.

Севооборот, бессменная культура	Острозасушливые годы (2010, 2012)		Умеренно засушливые (2008, 2009, 2013)		Благоприятный по увлажнению 2011 г.	
	запасы влаги, мм	урожайность, ц/га	запасы влаги, мм	урожайность, ц/га	запасы влаги, мм	урожайность, ц/га
Без удобрений						
Пар – три пшеницы	121	7,9	113	11,8	115	28,3
Горох – три пшеницы	109	7,6	105	11,4	94	28,5
Бессменная пшеница	116	5,7	118	10,8	78	27,6
Средний показатель урожайности	–	7,1	–	11,3	–	28,1
N40-60						
Пар-три пшеницы	116	8,5	112	15,1	120	36,5
Горох – три пшеницы	98	6,9	98	13,3	80	34,8
Бессменная пшеница	129	6,4	119	14,0	128	37,4
Средний показатель урожайности	–	7,3	–	14,1	–	36,2

Таблица 4

Динамика почвенной влаги и урожайность культур в зависимости от системы обработки почвы в полях пятипольного севооборота, 2009–2013 гг.

Система обработки почвы	Содержание продуктивной влаги в слое 0–100 см				Расход влаги	
	всходы		колошение			
	мм	%	мм	%	мм	%
Пшеница по пару, 2009, 2012, 2013 г.						
Отвальная, 22–24 см	134,7	100	58,2	100	76,5	56,8
Мульчирующая минимальная: - плоскорезом, 10–12 см	126,6	94,0	57,4	98,6	69,2	54,7
- культивация, 5–7 см + обработка гербицидами	118,9	88,3	75,8	130,2	43,1	36,3
- две обработки гербицидами	130,0	96,5	56,8	97,6	73,2	56,3
- культивации, 5–7 см	128,2	95,2	60,7	104,3	67,5	52,7
Вторая пшеница, 2009, 2010, 2013 г.						
Отвальная, 22–24 см	87,8	100	49,0	100	38,8	44,2
Мульчирующая минимальная: - плоскорезом, 10–12 см	69,9	79,6	42,2	86,1	27,7	39,6
- прямой посев, СКП – 2,1	80,3	91,5	34,1	69,6	46,2	57,5
Овес, 2009, 2010, 2011 г.						
Отвальная, 22–24 см	110,7	100	58,0	100	52,7	47,6
Мульчирующая минимальная: - плоскорезом, 10–12 см	73,2	66,2	43,5	75,0	29,7	40,6
- прямой посев, СКП – 2,1	98,3	88,8	55,8	96,2	42,5	43,2
Пшеница после овса, 2010, 2011, 2012 г.						
Отвальная, 22–24 см	117,7	100	55,8	100	61,9	52,6
Мульчирующая минимальная: - плоскорезом, 10–12 см	103,5	87,9	72,8	130,5	30,7	29,7
- прямой посев, СКП – 2,1	106,4	90,4	55,4	99,3	51,0	47,9

Влияние способов основной обработки на водный режим почвы и водопотребление зерновых культур установлено в пятипольном севообороте, где изучается восемь систем обработки выщелоченного чернозема. В среднем за 2008–2013 гг. на вариантах отвальной системы обработки, благодаря увеличению некапиллярной скважности пахотного горизонта, наблюдалось повышение весенних влагозапасов: в паровых полях максимально на 15,8 мм (13,3 %); в остальных полях севооборота от 14,2 мм (12,1 %), а в последнем поле до 37,5 мм (51,2 %) в посевах второй пшеницы после пара (табл. 4).

На втором месте по запасам влаги – стерневые фоны после химического, гербицидного пара (96,5 % по отношению к отвальной системе) и мульчирующих минимальных обработок (88,8–95,2 %).

В то же время из-за повышенной аэрации верхнего слоя на отвальной обработке к фазе кушения яровой пшеницы, когда растения расходуют 50–60 % общей потребности влаги [3], ее запасы в метровом слое парового поля снизились на 56,8 % против 36 % на полях с комбинированными приемами, где применялась мелкая механическая и гербицидная обработки.

Коэффициенты водопотребления культур севооборота в среднем за 2009–2013 гг.

Система обработки почвы	Содержание продуктивной влаги в слое 0–100 см, мм	Количество осадков в среднем за вегетационный период, мм	Содержание влаги после уборки, мм	Суммарное водопотребление, мм	Урожайность, ц/га	Коэффициент водопотребления, мм/ц
Пшеница по пару						
Отвальная	134,7	158,9	42,6	251	17,5	14,3
Мульчирующая минимальная (гербицидный пар)	130,0	158,9	58,8	230	17,9	12,9
Мульчирующая минимальная (5 культиваций)	128,2	158,9	42,7	244	17,6	13,9
Вторая пшеница						
Отвальная	87,8	158,9	41,7	205	13,5	15,2
Мульчирующая минимальная (прямой посев СКП–2,1)	95,7	158,9	42,8	212	15,3	13,8
Овес						
Отвальная	110,7	158,9	57,1	213	17,8	11,9
Мульчирующая минимальная (прямой посев СКП–2,1)	85,4	158,9	42,5	202	20,0	10,1

Аналогичная закономерность по накоплению и расходу почвенной влаги сохранилась на вариантах мульчирующих минимальных обработок и в остальных полях севооборота. В результате на формирование урожая яровой пшеницы и овса на вариантах опыта с мульчирующей системой обработки более рационально использовалась почвенная влага и летние осадки (табл. 5).

За период исследований (2009–2013 гг.), который характеризуется как недостаточно влагообеспеченный (ГТК 07), получена практически одинаковая урожайность яровой пшеницы, возделываемой по парам с различной системой обработки почвы (17,5–17,9 ц/га). Однако коэффициенты водопотребления на вариантах с мульчирующей минимальной системой подготовки пара (две обработки гербицидами) по сравнению с отвальной снизились на 1,4 мм/ц (12,9 против 14,3 мм/ц), что составило 10 %.

По непаровым предшественникам (вторая пшеница после пара и овес в четвертом поле севооборота) мульчирующие минимальные системы обработки обеспечили снижение коэффициентов водопотребления соответственно на 9,2 и 15,2 % и повышение урожайности культур на 1,8 и 2,2 ц/га.

Ретроспективный анализ уровней урожайности яровой пшеницы, полученных в опытах центральной лесостепной зоны в разных условиях увлажнения за многолетний период, свидетельствует, что при возделывании по нормальной технологии (мульчирующая минимальная система обработки,

дозы минерального питания N30–40, P15–20) коэффициенты водопотребления могут снижаться до 8,8–9,0 мм/ц по паровым и до 11,2–11,5 по непаровым предшественникам [4].

Таким образом, выщелоченные среднесуглинистые малогумусные черноземы центральной лесостепной зоны Зауралья отличаются сравнительно высокой оструктуренностью пахотного слоя и благоприятными для роста и развития культурных растений водными свойствами. Формирование водного режима почвы и степень использования летних осадков происходит под влиянием гидротермических условий и управляемых агротехнических приемов.

Решающее значение для получения высоких урожаев яровой пшеницы и зернофуражных культур имеют осадки вегетационного периода. Особенно тесная корреляционная связь наблюдается между июньско-июльскими осадками и урожайностью зерновых культур (коэффициенты 0,68–0,90 и 0,48–0,96). В годы с недостаточной влагообеспеченностью более благоприятный водный режим выщелоченных черноземов складывается на вариантах мульчирующих минимальных обработок. По сравнению с отвальной системой коэффициенты водопотребления в зависимости от предшественника снижаются на 9,2–15,2 %, что позволяет получить урожайность яровой пшеницы по паровым предшественникам на уровне 18,0 ц/га, по непаровым – 15,0 ц/га, овса – до 20,0 ц/га.

#### Литература

1. Попов А. П. Способы основной обработки почвы на среднесуглинистом выщелоченном черноземе центральной части Курганской области // Земля и рациональное ее использование. Курган, 1971. С. 129–137.
2. Бахарева А. Ф. Почвы Курганской области // Изд-во газеты «Красный Курган», 1959. 152 с.
3. Растениеводство / Под ред. П. П. Вавилова. М.: Агропромиздат. 1986. 509 с.
4. Система адаптивно-ландшафтного земледелия Курганской области / Под ред. А. Л. Иванова. Куртамыш, 2012. 493 с.

#### References

1. Popov A. P. Ways of the main processing of the soil on the srednesuglinisty lixivious chernozem of the central part of the Kurgan region / Earth and its rational use. Barrow, 1971. P. 129–137.
2. Bakhareva A. F. Soils of the Kurgan region. Publishing house of the Red Kurgan newspaper, 1959. 152 p.
3. Plant growing / under the editorship of P. P. Vavilov. M.: Agropromizdat. 1986. 509 p.
4. System it is adaptive – landscape agriculture of the Kurgan region / under A. L. Ivanov's edition. Kurtamysh, 2012. 493 p.