

УДК 631.43:633.11

АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ В АГРОЦЕНОЗЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И ЕЁ ОБРАБОТКИ

М.И. Подсевалов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, тел: 8(8422)55-95-75 e-mail: zemledelugsha@yandex.ru

А.Л. Тойгильдин, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, тел: 8(8422)55-95-75 e-mail: zemledelugsha@yandex.ru

Д.Э. Аюпов, аспирант, тел: 8(8422)55-95-75, e-mail: zemledelugsha@yandex.ru

В.Н. Остин, аспирант, тел: 8(8422)55-95-75, e-mail: zemledelugsha@yandex.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: озимая пшеница, предшественники, обработка почвы, структура, водопрочность, строение пахотного слоя, пористость, урожайность.

В статье рассмотрено влияние предшественников и обработки почвы на агрофизические показатели плодородия чернозема выщелоченного и урожайность озимой пшеницы. Установлено, что структурно - агрегатный состав и строение пахотного горизонта под озимой пшеницей находилось в пределах оптимальных значений для возделывания культуры. Количество агрономически ценных агрегатов в слое 0 – 30 см составляет в зависимости от вариантов опыта 63,2 – 66,4 % с водопрочностью их 60,9 – 69,1 %. Общая пористость колеблется в пределах 55,7 – 58,5 % весной и 52,1 – 53,3 в уборку.

Введение. Актуальная проблема современного земледелия – сохранение и воспроизводство плодородия почв [1,2,3]. Агрофизические свойства почв и их направленное изменение имеют важное значение в повышении плодородия почвы и создании оптимальных условий для растений [4,5].

Материалы и методы исследований. Исследования по выявлению роли предшественника и основной обработки почвы в формировании оптимальных агрофизических показателей плодородия почвы проводились в зоне неустойчивого увлажнения Ульяновской области, на многолетнем стационарном полевом опыте кафедры «Земледелия и растениеводства» Ульяновского ГАУ. Озимая пшеница размещается в

4-х севооборотах: 1) по чистому пару, 2) после гороха, 3) после люпина, 4) после гороха с люпином. В каждом севообороте по две технологии основной обработки почвы: 1) комбинированная и 2) минимизированная. Две системы удобрения: 1) средний фон – солома в сочетании с расчетными дозами минеральных удобрений на планируемую урожайность 3,5 т/га, и повышенный фон 4,5 т/га. Метеорологические условия за 2013 - 2015 гг. отличались от среднепогодных, самый благоприятный по влагообеспеченности был 2013 год (ГТК май-июнь=0,88), более засушливый 2015 год (ГТК май-июнь=0,46).

Результаты исследований. К числу важнейших факторов, определяющих плодородие почвы, относится ее структурный состав. Он служит характерным генетическим признаком почвы, так как является функцией факторов, определяющих почвенный тип, механический, химический состав, а так же наличие и качество органического вещества.

Не менее велика в формировании агрономически ценной структуры роль сельскохозяйственных растений, корневая система которых проникает в уплотнившуюся почву, расчленяет и дробит ее. В результате разложения отмирающих частей растений в почве возрастает количество новообразованных гуминовых кислот, заметным образом повышающих водопрочность структуры почвы.

Результаты наших исследований свидетельствуют (таблица 1), что длительное применение различных способов основной обработки почвы в системе севооборотов приводит к некоторому изменению структурно-агрегатного состояния почвы. Необходимо отметить, что дифференцированная в севообороте система основной обработки почвы обеспечивала более благоприятное состояние слоя 0 – 30 см. Содержание агрономически ценных агрегатов (0,25 – 10 мм), после чистого пара весной составляла 65 %, после гороха 66,7 %, после люпина 66,5 %, после горохо-люпиновой смеси 66,8 %, при коэффициенте структурности (1,86; 2,00; 1,98; 2,01 %) соответственно. На варианте минимальной основной обработки почвы в системе севооборотов прослеживается ухудшение структурно-агрегатного состояния верхнего слоя почвы, за счет увеличения содержания в нем пылевидных частиц (менее 0,25 мм). Содержание агрономически ценных агрегатов после чистого пара составляло 63,2 %, после гороха 66,4 %, после люпина 66,1 %, после горохо-люпиновой смеси 66,3 %; с коэффициентом структурности (1,72; 1,98; 1,95; 1,97 %) соответственно.

Большее содержание пылевой фракции отмечено в варианте по чистому пару, вероятнее всего это связано с проведением культива-

Таблица 1 - Структурно-агрегатный состав почвы под посевами озимой пшеницы в севооборотах за 2013-2015 годы

Фактор		Фракции, мм	Возобновление вегетации		Уборка	
Предшественник А	Обработка почвы В		Содержание агрегатов в слое 0-30 см, %	Коэффициент структурности	Содержание агрегатов в слое 0-30 см, %	Коэффициент структурности
Чистый пар	В ₁	0,25 - 10	65,0	1,86	68,8	2,20
		> 10	26,0		24,2	
		< 0,25	9,0		7,0	
	В ₂	0,25 - 10	63,2	1,72	67,8	2,11
		> 10	27,7		25,2	
		< 0,25	9,1		7,0	
Горох	В ₁	0,25 - 10	66,7	2,00	68,4	2,16
		> 10	26,3		25,4	
		< 0,25	7,0		6,2	
	В ₂	0,25 - 10	66,4	1,98	67,9	2,12
		> 10	26,3		26,0	
		< 0,25	7,3		6,1	
Люпин	В ₁	0,25 - 10	66,5	1,98	68,5	2,17
		> 10	26,6		25,5	
		< 0,25	6,9		6,0	
	В ₂	0,25 - 10	66,1	1,95	68,0	2,12
		> 10	26,7		25,6	
		< 0,25	7,2		6,4	
Горох + люпин	В ₁	0,25 - 10	66,8	2,01	68,3	2,15
		> 10	26,3		25,6	
		< 0,25	6,9		6,1	
	В ₂	0,25 - 10	66,3	1,97	68,2	2,14
		> 10	26,5		25,8	
		< 0,25	7,2		6,0	

ции в период парования, что приводит к более сильному распылению обрабатываемого слоя.

В момент уборки озимой пшеницы по всем вариантам опыта на всех полях отмечено улучшение структурного состояния почвы. За пе-

риод возобновление вегетации – уборка содержание агрономически ценных агрегатов в слое 0 – 30 см увеличилось после чистого пара по комбинированной обработке на 3,8 % по минимизированной на 4,6 % при коэффициенте структурности 2,20 и 2,11, с уменьшением доли пылеватых частиц. После гороха, люпина, горохо-люпиновой смеси увеличение агрономически ценных агрегатов составило соответственно 1,7 - 1,5 ; 2,0 - 1,9 ; 1,5 - 1,8 %, при более высоком коэффициенте структурности чем весной 2,11 – 2,17.

Таким образом, применение комбинированной основной обработки почвы в севообороте улучшает ее структурное состояние по сравнению с минимизированной. Оптимизация структурно – агрегатного состояния почвы при этом происходит за счет развития более мощной корневой системы возделываемых культур и повышения биологической активности почвы на вариантах с дифференцированной обработкой (таблица 1).

Важным показателем структурного состояния является водопрочность агрономически ценных агрегатов, то есть способность их противостоять размывающему действию воды.

На черноземах, принято считать структурными почвы, содержащие более 60 % водопрочных агрегатов, мало структурными 60 – 40 %, и без структурными менее 40 % от образца. Улучшение и поддержание структурного состояния почвы является одним из важнейших путей управления ее плодородием. Под воздействием механических, химических и биологических факторов, структура почвы изменяется по сезонам года и в течении ротации севооборота. Влияние посевов, предшественников проявляется в зависимости от приемов обработки почвы, характера размещения культур, ветвления корней, сроков их отмирания и других факторов [6].

О влиянии севооборотов предшественников и систем основной обработки почвы на изменение структурного состава почвы можно судить по данным в таблице 2. В посевах озимой пшеницы по чистому пару на варианте комбинированной обработки с весны до уборки наблюдалось увеличение водопрочных агрегатов в слое 0 – 10 см на 8,6 %, 10 – 20 см на 5,4 %, и 20 – 30 см на 6,1 %. После гороха на 8,9; 5,0; 4,7 %, люпина на 8,7; 6,4; 4,7 %, после горохо-люпиновой смеси на 9,1; 5,1; 4,2 % соответственно анализируемым горизонтам. В среднем по слою (0 – 30 см) количество водопрочных агрегатов увеличилось на 6,7 %; 6,3 %; 6,2 % и 6,1 % соответственно после чистого пара, гороха, люпина и горохо-люпиновой смеси. К этому периоду на вариантах с минимальной

Таблица 2 - Содержание водопрочных агрегатов чернозема выщелоченного под посевами озимой пшеницы за 2013 -2015 годы.

Фактор		Количество, %							
Предшественник А	Обработка почвы В	7-0,25 мм				< 0,25			
		0-10	10-20	20-30	0-30	0-10	10-20	20-30	0-30
Чистый пар		Возобновление вегетации							
	V ₁	57,4	64,8	65,0	62,4	42,6	35,2	35,0	37,6
	V ₂	56,3	63,4	63,1	60,9	43,7	36,6	36,9	39,1
		Уборка							
	V ₁	66,0	70,2	71,1	69,1	34,0	29,8	28,9	30,9
	V ₂	65,8	68,4	68,6	67,6	34,2	31,6	31,4	32,4
Горох		Возобновление вегетации							
	V ₁	56,8	64,6	65,3	62,2	43,2	35,4	34,7	37,8
	V ₂	55,9	63,9	64,2	61,3	44,1	36,1	35,8	38,7
		Уборка							
	V ₁	65,7	69,9	70,0	68,5	34,3	30,1	30,0	31,5
	V ₂	64,4	66,8	67,3	66,2	35,6	33,2	32,7	33,8
Люпин		Возобновление вегетации							
	V ₁	56,0	63,5	64,3	61,3	44,0	36,5	35,7	38,7
	V ₂	55,2	63,2	63,1	60,5	44,8	36,8	36,4	39,3
		Уборка							
	V ₁	64,7	68,9	69,0	67,5	35,3	31,1	31,0	32,5
	V ₂	63,8	65,6	66,8	65,4	36,2	34,4	33,2	34,6
Горох + люпин		Возобновление вегетации							
	V ₁	56,2	64,7	65,1	62,0	43,8	35,3	34,9	38,0
	V ₂	56,6	63,8	64,1	61,5	43,4	36,2	35,9	38,5
		Уборка							
	V ₁	65,3	69,8	69,3	68,1	34,7	30,2	30,7	31,9
	V ₂	64,3	67,3	66,9	66,2	35,7	32,7	33,1	33,8

обработкой в посевах культуры после чистого пара содержание водопрочных агрегатов по сравнению с весной возрастало в слое 0 – 10 см на 9,5 %, 10 – 20 см на 5,0 % и 20 – 30 см на 5,5 %, в среднем по слою 0 – 30 см на 6,7 %. После парозанимающих культур, содержание агрономически ценных водопрочных агрегатов возрастало соответственно по слоям после гороха 8,5 %, 2,9 %, 3,1 % и 4,9 %; люпин 8,6 %, 2,4%, 3,7

% и 4,7 %.; горох + люпина на 7,7 %, 3,5 %, 2,8 % и 4,7 %.

Следовательно, минимальная обработка в системе севооборотов приводит к распылению почвы и уменьшению водопрочных агрегатов по всем изучаемым слоям почвы.

Изучение водопрочности, структурно агрегатного состава в период возобновления вегетации показало, что по вариантам опыта в слое 0 – 30 см их количество находилось на уровне 61,3 – 62,4 % по комбинированной в севообороте системе основной обработки почвы и 60,7 – 61,5 % по минимальной обработке. Следует отметить, что их распределение по профилю слоя 0 – 30 см было весьма неравномерным, в верхнем 0 – 10 см слое почвы содержание таких агрегатов было на 6,8 – 8,9 % меньше чем в слоях 10 – 20 и 20 – 30 см.

К концу вегетации озимой пшеницы (уборка) содержание водопрочных структурных агрегатов в 0 – 30 см слое было выше по сравнению с весенними показателями и составляло в посевах данной культуры по чистому пару после минимальной обработки 67,6 % после комбинированной 69,1 %. Тогда как после гороха 66,2 – 68,5 %, после люпина 65,4 – 67,5 % и после горохо-люпиновой смеси 66,2 – 68,1 %. Большее содержание данных агрегатов отмечалось в нижних слоях (10 – 20, 20 – 30 см) их количество было на 2,4 – 5,1 % больше по сравнению с верхним слоем (0 – 10 см).

Таким образом, исследования показали, что почва по водопрочности считается хорошей, имея в своем составе 60 – 70 % агрегатов устойчивых к размыванию.

Для получения высоких и стабильных урожаев в каждой почвенно-климатической зоне определена своя оптимальная величина пористости – капиллярной и некапиллярной. Во влажных районах на тяжелых почвах с высоким содержанием гумуса она выше, в засушливых районах на легких малогумусных почвах ниже. На обыкновенном и выщелоченном черноземах лесостепи Среднего Заволжья оптимальная общая пористость составляет – 50 – 60 %.

Под посевами озимой пшеницы весной после чистого пара общая пористость, за счет снижения количества пор аэрации (некапиллярная пористость), была наименьшей (рисунок 1). В 0 – 10 см слое почвы она составляла 58,0 – 58,3 %, в 10 – 20 см – 55,1 – 57,9 %, в слое 20 – 30 см – 54,1 – 56,2 %. На полях после занятых паров порозность колебалась над семенным слоем (0 – 10 см) от 58,8 до 60,1 %, а под семенным (10 – 20 см) слоем от 56,7 до 58,3 %, 20 – 30 см от 55,0 до 56,8 %. Приемы основной обработки почвы так же оказали некоторое влияние на скважность почвы.

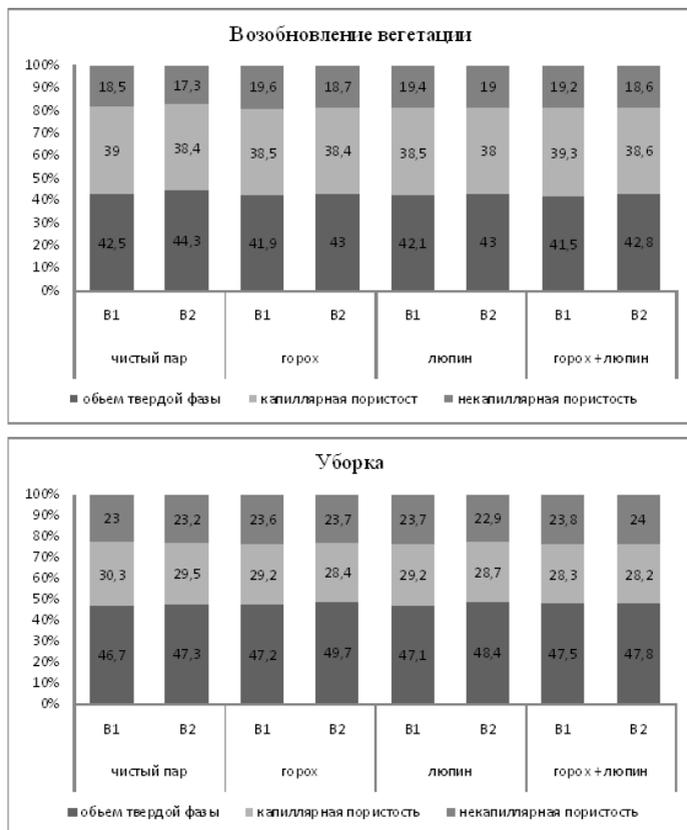


Рисунок 1 - Строение пахотного (0 – 30 см) слоя почвы под посевами озимой пшеницы в зависимости от предшественников, обработки почвы

Например, в вариантах с комбинированной обработкой она была на 1–2 % выше, особенно в слоях 10–20 и 20–30 см в сравнение с минимальной, за счет повышения пористости аэрации (некапиллярной скважности).

Ко времени уборки происходило дальнейшее уплотнение пахотного слоя (0–30 см) до 1,29–1,32 г/см³, а общая пористость снижалась до 51,8–53,3 %, однако, пористость аэрации не снижалась ниже 17 % весной и 23 % перед уборкой, что свидетельствует об оптимальном воздушном режиме для агроценоза озимой пшеницы.

Таблица 3 - Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников, обработки почвы и удобрений, т/га.

Предшественник фактор А	Обработка почвы фактор В	Удобрения фактор С	Годы			В среднем	В среднем по факторам		
			2013	2014	2015		А	В	С
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	3,55	5,55	4,05	4,38	4,46 100	3,82 100	3,65 100
		С ₂	3,82	6,01	4,23	4,69			
	В ₂	С ₁	3,51	5,33	3,92	4,25			
		С ₂	3,78	5,7	4,06	4,51			
Горох А ₂	В ₁	С ₁	3,14	5,08	2,66	3,63	3,66 82,0	3,82 100	3,65 100
		С ₂	3,44	5,26	2,75	3,82			
	В ₂	С ₁	3,09	4,79	2,55	3,48			
		С ₂	3,38	5,02	2,69	3,70			
Люпин А ₃	В ₁	С ₁	3,27	4,91	2,16	3,45	3,48 78,0	3,70 96,8	3,87 106,0
		С ₂	3,50	5,12	2,23	3,62			
	В ₂	С ₁	3,25	4,73	2,01	3,33			
		С ₂	3,45	4,91	2,15	3,50			
Горох + люпин А ₄	В ₁	С ₁	3,16	4,89	2,14	3,40	3,45 77,4	3,70 96,8	3,87 106,0
		С ₂	3,45	5,04	2,30	3,60			
	В ₂	С ₁	3,14	4,66	2,03	3,28			
		С ₂	3,42	4,90	2,20	3,51			
Среднее			3,40	5,12	2,76	3,76	-		
НСР <small>05 для частных средних</small>			0,20	0,17	0,16	-			
НСР ₀₅ А В, С			0,10	0,08	0,08				
0,07 0,06			0,06						

В условиях земледелия лесостепи Среднего Заволжья наибольшую урожайность озимая пшеница формирует в зернопаровых севооборотах за счет лучшей обеспеченности посевов влагой и элементами минерального питания. Однако очевидны экологические и энергетические издержки парования в связи с невосполнимыми потерями органического вещества почвы [7,8,9].

В случае размещения озимой пшеницы по непаровым (колосовым) предшественникам, что обусловлено сложившейся структурой посевных площадей факторами, ограничивающими урожайность, вы-

ступает фитосанитарная напряженность и почвоутомление. В итоге продуктивный потенциал сортов озимой пшеницы реализуется не в полной мере при значительном варьировании урожайности и валовых сборов зерна по годам.

Исследования показали, что изменения урожайности озимой пшеницы в зависимости от фона минеральных удобрений и применения соломы были достоверными (таблица 3). В среднем в варианте **солома** + $N_{30}P_{30}K_{30}$ урожайность составила 3,65 т/га, а по фону солома + $N_{60}P_{45}K_{45}$ – 3,87 т/га, разница 0,23 т/га в пользу повышенного фона питания. Комбинированная обработка обеспечила урожайность 3,82 т/га или на 3,2 % больше по сравнению с минимизированной.

На черноземных почвах лесостепи Поволжья выявлено преимущество чистого пара как предшественника озимой пшеницы. Наиболее высокая урожайность озимой пшеницы сформировано в зернопаровом севообороте 4,46 т/га это на 0,80 т/га или 18,0 % больше чем после гороха, на 0,98 т/га – 22 % больше чем после люпина и 1,01 т/га – 22,6 % больше чем после горохо – люпиновой смеси.

Закключение. Обобщая результаты исследований агрофизических свойств плодородия чернозема выщелоченного следует отметить, что параметры агрофизических показателей плодородия почвы в пахотном (0-30) слое, в зависимости от вида пара, обработки почвы и сроков определения существенно не отличалась, находясь в пределах оптимальной для возделывания озимой пшеницы значениях.

Библиографический список

1. Качинский, Н.А. Физика почв. / Н.А. Качинский // М.: Высшая школа, 1965. Ч. 1. 324 с.
2. Дедов А.В., Драчев Н.А. Биологизация земледелия ЦЧР. – Воронеж, 2010 – 171 с.
3. Кирюшин В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. – М.: КолосС, 2011. – 443 с.
4. Бахтин П.У. Исследование физико-механических и технологических свойств основных типов почв СССР // Научные труды ВАСХНИЛ. М.: Колос. 1969. 271 с.
5. Долгов, С.И. Агрофизические методы исследований почв / С.И. Долгов, П.У. Бахтин // М.: Наука, 1966. – С. 56-68.
6. Сафонов, А.Ф. Воспроизводство плодородия почв агроландшафтов: Учебное пособие / А.Ф. Сафонов. М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. - 309 с.
7. Морозов, В.И. Вклад агротехнических факторов в изменение засоренности и формирование урожайности яровой пшеницы при биологизации ее техно-

- логии в условиях Среднего Поволжья / В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, И.К. Милодорин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2014. – №1(25). – С. 19-23.
8. Морозов, В.И. Качество зерна озимой пшеницы при биологизации севооборотов лесостепи Поволжья / В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, Д.Э. Аюпов// Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016. – №1(33). – С. 33-39.
9. Тойгильдин А.Л. Оптимизация подбора предшественников озимой пшеницы в севооборотах лесостепи Поволжья / А.Л. Тойгильдин, М.И. Подсевалов, И.А. Тойгильдина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016. – №2(34). – С. 49-56.

AGROPHYSICAL PROPERTIES OF SOIL IN WINTER WHEAT AGROCENOSIS ON LEACHED CHERNOZEM DEPENDING ON ITS PREDECESSORS AND ITS PROCESSING

Podsevalov M.I., Toigildin A.L., Ayupov D.E., Austin V.N.

Key words: *winter wheat, predecessors, soil treatment, structure, water resistance, structure of arable layer, porosity, productivity.*

The article considers the influence of predecessors and tillage on agrophysical indices of leached Chernozem fertility and winter wheat yield.