Изменение агрофизических свойств почвы и урожайности яровой пшеницы в зависимости от систем обработки почвы и удобрений в Волго-Вятском регионе

Ю.А. Богомолова, А.П. Саков, А.В. Ивенин

Нижегородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», п. Селекционной станции, Нижегородская область, Российская Федерация

Исследования проводили в Нижегородской области в 2016–2017 гг. на серой лесной почве в звене севооборота «соя – яровая пшеница». Схема полевого опыта включала 5 систем обработки почвы: 1. Традиционная отвальная обработка на основе зяблевой вспашки ПН-3-35 на 20–22 см (контроль). 2. Безотвальная «глубокая» обработка – зяблевая вспашка ПН-3-35 (без отвало) на 20–22 см. 3. Безотвальная «мелкая» обработка стерневым культиватором Pottinger на глубину 14–16 см. 4. Минимальная обработка дисковой бороной ХМ 44660 NOTHAD на глубину 10–12 см. 5. Нулевая обработка (No-till) сеялкой Sunflower 9421-20. По каждой системе обработки почвы изучали эффективность действия минеральных удобрений (N60P60K60) и соломы в комплексе с биопрепаратом Стимикс-Нива (2 л/га) и минеральным азотом (10 кг д.в. на 1 т соломы). Оптимальная плотность пахотного слоя серой лесной почвы для роста и развития яровой пшеницы формировалась после проведения зяблевых обработок за все годы исследования (2014–2017 гг.). К моменту сева объемный вес почвы по всем изучаемым технологиям обработки под яровую пшеницу в ротации севооборота увеличивался до 1,41–1,50 г/см³ в пахотном (0–20 см) слое почвы. При этом обработки почвы регулировали условия для прорастания семян в слое почвы 0–10 см до оптимальных значений плотности (1,29–1,34 г/см³). Технология no-till приводила к уплотнению серой лесной почвы как в начальный период вегетации яровой пшеницы (1,43 г/см³), так и в конце вегетации (1,48 г/см³). Это отрицательно сказывалось на росте и развитии яровой пшеницы и в конечном итоге на ее урожайности. Более высокое содержание влаги в пахотном слое почвы (0–20 см) к началу сева яровой пшеницы накапливалось в варианте с нулевой обработкой (19,9%). Варианты с мелким лемешным лушением и минимальной обработкой дисковой бороной по содержанию влаги в почве занимали промежуточное положение между глубокими вспашками и «прямым» севом. Наибольшая урожайность яровой пшеницы сорта Эстер (3,99 т/га) получена на фоне безотвальной «мелкой» обработки почвы при совместном использовании минеральных удобрений (N60P60K60) и аммиачной селитры (N10), вносимой для разложения послеуборочных растительных остатков.

Ключевые слова: звено севооборота, серая лесная почва, биопрепарат, минеральные удобрения, плодородие, полевой опыт, плотность сложения, влажность почвы, почвообрабатывающая техника

В настоящее время перед агропромышленным комплексом России стоит задача по оптимизации сельскохозяйственного производства. Необходимо получать качественную и стабильную по годам растениеводческую продукцию (в том числе и продовольственную пшеницу), конкурентоспособную по качеству и ее стоимости как на мировом продовольственном рынке, так и на рынке страны. Это особо актуально сейчас, когда Россия вышла на мировой рынок продовольственной пшеницы, став одним из основных ее поставщиков. А это возможно при условии выращивания сельскохозяйственных культур по новым ресурсосберегающим технологиям с применением современной техники. При этом необходимо разрабатывать системы земледелия для конкретного товаропроизводителя с учетом местных почвенно-климатических условий, внедрять научно обоснованные севообороты с применением расчетных доз минеральных и органических удобрений, интегрированной системы защиты растений на основе более дешевых биологических препаратов [1, 2, 3, 4,

5, 6, 7, 8]. Система обработки почвы с использованием современной почвообрабатывающей техники так же должна быть оптимизирована под условия местности и культуры севооборота. Изучение эффективности приемов обработки почвы в системе ротации севооборота, а также применение различных доз минеральных удобрений, измельченной соломы в совокупности с биопрепаратами приобретает в настоящее время все большее значение [9].

Цель исследований – изучить влияние различных ресурсосберегающих систем обработки и удобрения на агрофизические свойства серой лесной почвы и урожайность яровой пшеницы в зерновом севообороте.

Материал и методы. Исследования проводили в 2016–2017 гг. в полевом опыте Нижегородского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока по изучению ресурсосберегающих систем обработки почвы под посевы сельскохозяйственных культур. Почва опытного участка серая лесная, среднесуглинистая по гранулометрическому составу, с высоким содержанием подвижного фосфора (253 мг/кг) и

повышенной обеспеченностью обменным калием (140 мг/кг), низким содержанием гумуса (1,5%), pH_{KCl} 5,6. Гидролитическая кислотность и сумма обменных оснований составляли 2,8 и 11,5 мг-экв/100 г почвы соответственно. Повторность – четырехкратная, общая площадь деланки – 192 м², учетная – 132 м². Расположение вариантов в полевом опыте систематическое.

Исследования проводили в зерновом севообороте: 1. Горчица на зерно. 2. Озимая пшеница. 3. Соя на зерно. 4. Яровая пшеница. 5. Горох на зерно. 6. Овёс. В статье приведены результаты исследований в звене севооборота «соя – яровая пшеница». Возделывали сорт сои Светлая и сорт яровой пшеницы Эстер.

Схема опыта включала 5 систем обработки серой лесной почвы (*фактор А*). I. Традиционная отвальная обработка (контроль): 1. Зяблевая вспашка ПН-3-35 на 20-22 см. 2. Ранневесеннее боронование сцепом борон БЗСС-1. 3. Культивация КБМ-4,2 НУС на глубину 10-12 см. 4. Предпосевная обработка КМБ 4,2 НУС на глубину заделки семян. 5. Сев. II. Безотвальная «глубокая» обработка: 1. Зяблевая вспашка ПН-3-35 (без отвалов) на 20-22 см. 2. Ранневесеннее боронование. 3. Культивация на глубину 10-12 см. 4. Предпосевная обработка на глубину заделки семян. 5. Сев. III. Безотвальная «мелкая» обработка: 1. Обработка стерневым культиватором Pottinger (аналог Mixer 113T) на глубину 14-16 см. 2. Ранневесеннее боронование. 3. Культивация на глубину 10-12 см. 4. Предпосевная обработка на глубину заделки семян. 5. Сев. IV. Минимальная обработка: 1. Послеуборочная обработка почвы дисковой бороной ХМ 44660 NOTHAD на глубину 10-12 см. 2. Ранневесеннее боронование. 3. Предпосевная обработка на глубину заделки семян. 4. Сев. V. Нулевая обработка (No-till): 1. Сев с прикатыванием односекционной сеялкой Sunflower 9421-20.

По каждой системе обработки почвы изучали влияние минеральных удобрений на разложение растительных остатков (*фактор В*) по следующей схеме: 1. Солома без удобрений (контроль). 2. Солома + N 10 кг д.в. на 1 т соломы (N10). 3. Солома + биопрепарат Стимикс®Нива (БП). 4. Солома + фон N60P60K60 (фон). 5. Солома + фон + N 10 кг на 1 т соломы (фон + N10). 6. Солома + фон + биопрепарат Стимикс®Нива (фон + БП).

Микробиологический препарат серии Стимикс®Нива содержит в своем составе высокоактивные штаммы молочнокислых, азотфик-

сирующих, фосфатмобилизирующих, фотосинтезирующих и целлюлозолитических и лигнолитических микробов, антагонисты патогенных грибов и бактерий в оптимальных соотношениях, что способствует обогащению почвы агрономически ценными микроорганизмами¹.

Минеральные удобрения применяли общим фоном под предпосевную культивацию в дозе N60P60K60 кг/га д.в. Все растительные остатки после уборки сельскохозяйственных культур оставляли в поле. Уборку проводили сплошным способом комбайном с измельчителем соломы Сампо-1500. Внесение аммиачной селитры (10 кг. д.в. на 1 т соломы) и биопрепарата (2 л/га) осуществляли поверхностно сразу после уборки возделываемых культур.

Методики проводимых исследований: определение полевой влажности почвы весовым методом в слое 0-50, плотности почвы в образцах с ненарушенным сложением в слое 0-10 и 10-20 см [10]; учет урожая яровой пшеницы – сплошной, поделочный с пересчетом на 100% чистоту и 14% влажность; математическая обработка результатов исследований и расчет влияния вклада факторов – по Б.А. Доспехову [11] с использованием компьютерной программы статистической обработки Statist.

Результаты и их обсуждение. Одним из основных показателей агрофизических свойств почвы является плотность (объемная масса). Это весьма динамичный показатель, зависящий от типа почвы, ее гранулометрического состава, влажности, способа и глубины обработки возделываемой культуры [12, 13].

При изучении данного показателя плодородия почвы установлено, что к осени 2016 года после уборки сои, предшественника яровой пшеницы, почва значительно уплотнилась (до 1,45-1,50 г/см³) по всем изучаемым технологиям (табл. 1). Следует отметить, что безотвальная «мелкая» и минимальная обработки к осеннему периоду обеспечивали наименьшую плотность сложения слоя 0-10 см (1,36 и 1,38 г/см³ соответственно), тогда как вспашка достоверно увеличивала данный показатель на 0,03-0,06 г/см³ ($HCp_{05} = 0,02$ г/см³). Более низкие показатели плотности почвы при мелких обработках обусловлены сосредоточением максимального количества полуразложившегося органического вещества в верхнем слое почвы, плотность которого меньше, чем минеральной части. При этом плотность почвы в слое 10-20 см была выше в вариантах с поверхностными обработками.

¹[Stimix.ru/produktciy/132-stimiksniva.html] (дата обращения 23.05.2018)

Таблица 1

Изменение плотности почвы в звене севооборота «соя – яровая пшеница» в зависимости от систем обработки почвы, г/см³ (2016-2017 гг.)

Система обработки	Слой почвы, см	Осень 2016 г.	Весна 2017 г.	Осень 2017 г.
Традиционная (контроль)	0-10	1,41	1,34	1,46
	10-20	1,54	1,55	1,54
	0-20	1,48	1,45	1,50
Безотвальная «глубокая»	0-10	1,39	1,39	1,43
	10-20	1,51	1,52	1,52
	0-20	1,45	1,46	1,48
Безотвальная «мелкая»	0-10	1,36	1,31	1,46
	10-20	1,55	1,50	1,54
	0-20	1,46	1,41	1,50
Минимальная	0-10	1,38	1,29	1,45
	10-20	1,56	1,56	1,53
	0-20	1,47	1,43	1,49
Нулевая	0-10	1,46	1,43	1,48
	10-20	1,53	1,50	1,54
	0-20	1,50	1,47	1,51
НСП ₀₅	0-10	0,02	0,03	0,03
	10-20	0,02	0,03	0,03

Определение плотности серой лесной почвы в весенний период 2017 года после проведения предпосевной культивации и посева яровой пшеницы показало, что верхний слой почвы 0-10 см стал более рыхлым, а величина объемной массы исследуемого слоя почвы снизилась на 0,03-0,09 г/см³ и варьировала от 1,29 до 1,43 г/см³. Исключением являлся лишь вариант с безотвальной «глубокой» обработкой, где значение плотности почвы не изменилось в сравнении с осенью 2016 г. (1,39 г/см³). Учитывая, что наиболее оптимальной для роста и развития растений яровой пшеницы считается плотность почвы в пределах 1,15-1,25 г/см³, можно отметить, что только в варианте с минимальной обработкой величина объемной массы почвы (1,29 г/см³) наиболее близка к оптимальным значениям для растений яровой пшеницы.

Плотность сложения слоя почвы 10-20 см к весне 2017 года практически не изменилась в вариантах с использованием традиционной, безотвальной «глубокой» и минимальной систем обработки почвы и составила 1,52-1,56 г/см³. При безотвальной «мелкой» обработке величина объемной массы снизилась на 3% (1,50 г/см³) в сравнении с осенним учетом, и почва стала более рыхлой. Это может быть обусловлено аккумуляцией полуразложившегося органического вещества в данном

слое почвы при обработке почвы стерневым культиватором Pottinger на глубину 14-16 см. К уборке яровой пшеницы верхний слой почвы (0-10 см) значительно уплотнился на 3-11%. Стоит отметить, что наибольшую величину объемной массы имела почва при системе обработки no-till (1,48 г/см³).

Таким образом, под яровую пшеницу предпочтительно проводить в качестве приема основной обработки серой лесной почвы безотвальную «мелкую» вспашку, которая обеспечивает наиболее близкую к оптимальным значениям плотность пахотного слоя. Применение технологии no-till приводит к значительному увеличению плотности почвы, что ухудшает рост и развитие растений пшеницы и негативно сказывается на ее урожайности. Необходимо отметить, что с момента закладки полевого опыта в 2014 году происходит постепенное уплотнение пахотного слоя почвы во всех изучаемых вариантах обработки почвы.

На серых лесных почвах Нечерноземной зоны России одним из факторов, ограничивающих получение устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, является влага. Неудовлетворительное структурное состояние, преобладание капиллярных пор обуславливает низкую водопроницаемость серых лесных почв и уменьшает их водо-

удерживающую способность. Влажность почвы после предшественника оказывает огромное влияние на качество как основной, так и предпосевной обработки почвы. Вследствие этого действие предшественников на влажность серой лесной почвы в условиях Волго-Вятского региона может быть существенным, но непродолжительным [4]. Анализируя влажность серой лесной почвы в осенний период 2016 года, после уборки сои –

предшественника яровой пшеницы, стоит подчеркнуть динамичность данного показателя. Так, если в пахотном слое почвы (0-10 см и 10-20 см) содержание влаги колебалось от 21,1 до 24,2%, то с глубиной (40-50 см) показатель снижался до 18,1%. Более значительными потерями влаги как в верхних, так и в нижних слоях отличалась почва при безотвальной «мелкой» обработке (табл. 2).

Таблица 2

Изменение влажности в слое почвы 0-50 см в звене севооборота «соя – яровая пшеница» в зависимости от системы обработки почвы, % (2016- 2017 гг.)

Система обработки	Период наблюдений	Слой почвы, см					Среднее в слое, см	
		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-20	0-50
Традиционная	Осень 2016 г.	23,0	21,4	19,9	19,9	19,4	22,2	20,7
	Весна 2017 г.	17,3	17,9	16,6	16,9	17,2	17,6	17,2
	Осень 2017 г.	19,5	18,4	16,4	15,1	14,0	19,0	16,7
Безотвальная «глубокая»	Осень 2016 г.	23,2	21,7	20,3	19,4	18,1	22,5	20,6
	Весна 2017 г.	18,0	17,4	17,4	17,1	18,0	17,7	17,6
	Осень 2017 г.	19,6	17,6	15,3	14,4	13,9	18,6	16,2
Безотвальная «мелкая»	Осень 2016 г.	23,6	21,1	20,4	19,9	18,4	22,8	20,8
	Весна 2017 г.	18,0	17,9	17,2	17,2	17,9	18,0	17,7
	Осень 2017 г.	19,7	18,4	16,6	14,4	13,7	19,0	16,6
Минимальная	Осень 2016 г.	24,2	22,1	20,2	20,1	20,2	23,1	21,3
	Весна 2017 г.	17,9	17,6	16,9	18,0	18,1	17,7	17,7
	Осень 2017 г.	19,0	17,4	14,8	13,2	13,9	18,2	15,7
Нулевая	Осень 2016 г.	24,2	22,0	20,6	20,9	20,7	23,1	21,7
	Весна 2017 г.	20,8	18,9	19,0	18,3	18,8	19,9	19,2
	Осень 2017 г.	19,7	18,6	17,3	15,7	15,7	19,1	17,4
НСР ₀₅	Осень 2016 г.	0,8	0,4	0,6	0,7	0,9	0,5	0,4
	Весна 2017 г.	0,9	0,7	0,9	0,9	1,0	0,9	0,4
	Осень 2017 г.	0,6	0,8	1,1	0,9	1,0	0,8	0,9

Оценивая режим влажности пахотного слоя почвы после посева яровой пшеницы весной 2017 года, можно отметить, что содержание влаги снижается в среднем на 3-6%, однако в целом по слоям показатель более стабилен в сравнении с данными осеннего обследования. Стоит подчеркнуть, что максимальным накоплением влаги как в слое 0-20 см, так и в слое 0-50 см отличался вариант с обработкой по системе no-till (19,85 и 19,16% соответственно), а наименьшее содержание влаги наблюдалось в контрольном варианте – 17,6 и 17,2%.

Вегетационный период 2017 г. характеризовался избыточным количеством атмосферных осадков и был достаточно сложным по влажностному режиму. К моменту уборки

урожа яровой пшеницы количество влаги в верхнем слое почвы (0-10 см) возросло на 1,2-2,3% во всех вариантах опыта, за исключением последнего. Однако несмотря на то, что содержание влаги в почве при нулевой системе обработки снизилось до 19,7% относительно весеннего учета, достоверные различия между значениями анализируемого показателя по большинству вариантов опыта отсутствуют (НСР₀₅ = 0,6). Та же тенденция характерна и для всего пахотного слоя почвы 0-20 см (табл. 2).

Плотность сложения пахотного слоя почвы, ее влажность – важные агрофизические показатели, регулируя которые можно создать оптимальные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур с целью полу-

чения их высоких, а главное стабильных урожаев в ротации севооборота.

Урожайность сельскохозяйственной культуры – один из важных показателей эффективности производства, который определяет ценность той или иной технологии возделывания. Традиционная обработка почвы с оборотом пласта и безотвальная «глубокая» позволили в 2017 году получить урожайность зерна яровой пшеницы в контрольном варианте 1,78-1,87 т/га. Внесение минеральных удобрений достоверно увеличило показатель в 1,3-1,9 раза, при этом максимальная прибавка (по отношению к абсолютному контролю) наблюдалась на фоне N60P60K60 – 1,54 т/га, а урожайность пшеницы составила

3,41 т/га. Минимальная и нулевая системы обработки почвы на естественном агрофоне привели к снижению урожайности культуры на 0,18-0,64 т/га в сравнении с традиционной обработкой почвы. Использование технологии no-till, даже при внесении удобрений, дало самую низкую прибавку урожая зерна – 1,41 т/га (по сравнению с аналогичными вариантами на фоне остальных обработок почвы), зяблевая послеуборочная обработка почвы дисковой бороной ХМ 44660 NOTHAD на глубину 10-12 см на фоне минеральных удобрений позволила получить 3,68 т/га зерна пшеницы, что на 0,27 т/га выше в сравнении с таковым на фоне безотвальной «глубокой» и традиционной обработок почвы (табл. 3).

Таблица 3

Влияние систем обработки почвы и удобрения на урожайность яровой пшеницы, т/га (2017 г.)

Система обработки (фактор А)	Удобрения (фактор В)	Урожайность	± κ	
			абс. контролю	контролю
Традиционная	Контроль	1,87	-	-
	N10	2,45	+0,58	+0,58
	N60P60K60 - фон	3,41	+1,54	+1,54
	Фон + N10	3,13	+1,26	+1,26
	Фон + БП	3,02	+1,15	+1,15
	БП	2,06	+0,19	+0,19
Безотвальная «глубокая»	Контроль	1,78	-0,09	-
	N10	2,27	+0,40	+0,49
	Фон	3,41	+1,54	+1,63
	Фон + N10	3,32	+1,45	+1,54
	Фон + БП	3,28	+1,41	+1,50
	БП	1,93	+0,06	+0,15
Безотвальная «мелкая»	Контроль	1,87	0,00	-
	N10	2,26	+0,39	+0,39
	Фон	3,73	+1,86	+1,86
	Фон + N10	3,99	+2,12	+2,12
	Фон + БП	3,37	+1,50	+1,50
	БП	1,84	-0,03	-0,03
Минимальная	Контроль	1,69	-0,18	-
	N ₁₀	2,32	+0,45	+0,63
	Фон	3,68	+1,81	+1,99
	Фон + N10	3,44	+1,57	+1,75
	Фон + БП	3,52	+1,65	+1,83
	БП	1,89	+0,02	+0,20
Нулевая	Контроль	1,23	-0,64	-
	N10	1,48	-0,39	+0,25
	Фон	3,28	+1,41	+2,05
	Фон + N10	2,99	+1,12	+1,12
	Фон + БП	2,69	+0,82	+1,46
	БП	1,17	-0,70	-0,06
НСР ₀₅	Фактор А	0,24		
	Фактор В	0,22		
	Факторов АВ	0,28		

Отдельно стоит отметить влияние обработки почвы стерневым культиватором Pottinger на изучаемый показатель, которое в контрольных вариантах (фактор В) сравнимо с эффектом от традиционной обработки почвы (урожайность культуры – 1,87 т/га). Однако при внесении фоновых удобрений и при их сочетании с азотом, вносимым для разложения соломы (N10), урожайность зерна достигла 3,73 и 3,99 т/га соответственно.

Применение N10 и биопрепарата Стимикс®Нива для разложения соломы имело одинаковую эффективность при традиционной системе обработки почвы, безотвально «глубокой» и минимальной. Применение биопрепарата в системе безотвальной «мелкой» обработки почвы и системе выращивания яровой пшеницы по no-till привело к снижению урожайности изучаемой культуры по сравнению с внесением N10.

Выводы. В качестве способа основной обработки серой лесной почвы применять безотвальную «мелкую» вспашку: плотность пахотного слоя почвы наиболее близка к оптимальному значению для яровой пшеницы в звене зернового севооборота. Применение технологии no-till приводит к значительному увеличению плотности почвы, что ухудшает рост и развитие яровой пшеницы и отрицательно сказывается на ее урожайности. С момента закладки полевого опыта в 2014 году происходит постепенное уплотнение пахотного слоя почвы по всем изучаемым вариантам обработки почвы в ротации зернового севооборота. Наибольшее накопление продуктивной влаги почвы обеспечивает обработка ее по технологии no-till. Самая высокая урожайность яровой пшеницы в звене севооборота (3,99 т/га) получена на фоне безотвальной «мелкой» обработки почвы при совместном использовании минеральных удобрений (N60P60K60) и аммиачной селитры (N10), вносимой для разложения послеуборочных растительных остатков.

Список литературы

1. Бровкин В.И., Акимов А.Ю. Обработка почвы в первой ротации севооборота // Земледелие. 2002. № 3. С. 14-15.

2. Заикин В. П. Влияние сельскохозяйственных культур и их чередования на структуру почвы // Генезис и регулирование плодородия почв: сб. научных тр. Горький, 1984. С. 24-29.

3. Ивенин В.В., Михалев Е.В., Ивенин А.В., Голубев С.М. Влияние минимизации обработки почв на урожайность яровых зерновых культур и зараженность их корневыми гнилями // Земледелие. 2009. №1. С. 28-29.

4. Мельцаев И.Г., Шрамко Н.В. Экологизация земледелия в Верхневолжье. Иваново, 2006. 291 с.

5. Никульников И.М., Боронтов О.К. Повышение плодородия черноземов // Земледелие. 2003. № 5. С. 30-31.

6. Пилипенко Н.Г., Днепровская В.Н. Эффективность ресурсосберегающих технологий предпосевной обработки почвы в полевом севообороте // Земледелие. 2012. № 4. С. 29-30.

7. Сайфиева Г.С., Миникаев Р.В., Салихов А.С., Хасамова Г., Сахапов И. Изучение ресурсосберегающих технологий возделывания яровой пшеницы с минимальной обработкой почвы в условиях Предкамья Республики Татарстан на вариантах ТТ, ТТ+ДД, Мо+ДД // Достижение научно-исследовательской работы студентов в области агропромышленного комплекса: материалы 66-й научной конференции агрономического факультета. Казань, 2008. С. 185-189.

8. Скипин Л.Н., Перфильев Н.В., Захарова Е.В., Гаева Е.В. Состояние почвы и урожайность культур при разных системах основной обработки // Плодородие. 2014. № 4 (79). С. 24-26.

9. Ивенин В.В., Борисов Н.А., Ивенин А.В. Система минимизации обработки клеверного пласта под озимую пшеницу на светло-серых лесных почвах Волго-Вятского региона // Вестник Ульяновской государственной академии. 2018. № 2. С. 61-66.

10. Сафонов А.Ф., Стратонович М.В. Практикум по земледелию с почвоведением: учебное пособие. М.: Агропромиздат, 1990. 207 с.

11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

12. Князев А.А. Физико-механические и технологические свойства почвы в процессе обработки зяби в условиях Среднего Поволжья. Куйбышев: Кн. изд-во, 1975. 166 с.

13. Модина С.А., Долгов С.И., Польский М.Н. Сложение и структурное состояние почвы // Агрофизические методы исследования почв. М.: Наука, 1966. С. 42-71.

Сведения об авторах:

Богомолова Юлия Александровна, кандидат с.-х. наук, ст. научный сотрудник,
 Саков Александр Петрович, кандидат с.-х. наук, директор,
 Ивенин Алексей Валентинович, кандидат с.-х. наук, доцент, ст. научный сотрудник,
 e-mail: a.v.ivenin@mail.ru

Нижегородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства - филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», с.п. Селекционной Станции, д.38, Кстовский район, Нижегородская область, Российская Федерация, 607686, e-mail: nnovniish@rambler.ru

Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka, 2018. Vol. 66, no. 5, pp. 90-97.

doi: 10.30766/2072-9081.2018.66.5.90-97

Effect of Soil Tillage Systems and Fertilizers on Agrophysical Properties of Soil and the Yield of Spring Wheat in the Volga-Vyatka Region

Yu.A. Bogomolova, A.P. Sakov, A.V. Ivenin

Nizhny Novgorod Research Institute of Agriculture - branch of the Federal Agrarian Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky, the settlement of Breeding station, Nizhny Novgorod region, Russian Federation

Studies were conducted in 2016-2017 in Nizhny Novgorod region on gray forest soil in a link of "soybeans - spring wheat" crop rotation. The scheme of field experiment included 5 soil tillage systems: 1. Traditional moldboard tilling based on autumn plowing with PN-3-35 at 20-22 cm (control); 2. Non-moldboard "deep" cultivation – autumn plowing with PN-3-35 (without moldboard) at 20-22 cm; 3. Non-moldboard "shallow" cultivation with the Pottinger stubble cultivator to a depth of 14-16 cm; 4. Minimal tillage with the disc harrow XM 44660 NOTHAD to a depth of 10-12 cm; 5. Zero tilling (No-till) with the Sunflower 9421-20 drill. For each soil tillage system, the effectiveness of the action of mineral fertilizers (N60P60K60) and straw in combination with StMiX®Niva biological preparation (2 l/ha) and mineral nitrogen (10 kg of active matter per 1 ton of straw) was studied. Optimal density of the arable layer of gray forest soil for the growth and development of spring wheat was formed after autumn plowing for all years of the study (2014-2017). By the time of sowing, the bulk weight of the soil in all the studied cultivation technologies under spring wheat in crop rotation increased to 1.41-1.50 g/cm³ in the arable (0-20 cm) soil layer. Soil cultivation regulated the conditions for seeds germination in 0-10 cm soil layer to optimal values (1.29-1.34 g / cm³). No-till technology led to the compaction of gray forest soil both in the initial period of spring wheat vegetation (1.43 g/cm³) and at the end of vegetation (1.48 g/cm³). It negatively affected the growth and development of spring wheat and, as a result, its yield. A higher moisture content in the arable layer of the soil (0-20 cm) at the beginning of spring wheat sowing accumulated in the zero-tilling variant (19.9%). Variants with shallow plowing and minimum tillage with a disc harrow occupied an intermediate position between deep plowing and "direct" sowing as to the content of moisture in the soil. The highest yield of spring wheat of the Ester variety (3.99 t / ha) was obtained against the background of non-moldboard "shallow" tillage by the combined use of mineral fertilizers (N60P60K60) and ammonium nitrate (N10) applied for the decomposition of post-harvest plant residues.

Key words: *crop rotation link, gray forest soil, biological preparation, mineral fertilizers, fertility, field experience, density of aggregation, soil moisture, tillage tool*

References

1. Brovkin V.I., Akimov A.Yu. *Obrabotka pochvy v pervoy rotatsii sevooborota*. [Soil cultivation in the first crop rotation]. *Zemledelie*. 2002. no. 3. pp. 14-15.
2. Zaikin V. P. *Vliyanie sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i ikh cheredovaniya na strukturu pochvy*. [The effect of agricultural crops and their alternation on soil structure]. *Genezis i regulirovanie plodorodiya pochv: sb. nauchnykh tr.* [Genesis and regulation of soil fertility: collection of scientific works.]. Gor'kiy, 1984. pp. 24-29.
3. Ivenin V.V., Mikhalev E.V., Ivenin A.V., Golubev S.M. *Vliyanie minimizatsii obrabotki pochv*

na urozhaynost' yarovykh zernovykh kul'tur i zarazhennost' ikh kornevymi gnilyami. [Influence of minimization of soil treatment on the yield of spring crops and their contamination by root rot]. *Zemledelie*. 2009. no. 1. pp. 28-29.

4. Mel'tsaev I.G., Shramko N.V. *Ekologizatsiya zemledeliya v Verkhnevolzh'e*. [Ecologization of agriculture in the Upper Volga Region]. Ivanovo, 2006. 291 p.

5. Nikul'nikov I.M., Borontov O.K. *Povyshenie plodorodiya chernozemov*. [Increase of chernozem fertility]. *Zemledelie*. 2003. no. 5. pp. 30-31.

6. Pilipenko N.G., Dneprovskaya V.N. *Effektivnost' resursoberegayushchikh tekhnologiy predpo-*

sevnoy obrabotki pochvy v polevom sevooborote. [Efficiency of resource-saving technologies of pre-sowing tillage in field crop rotation]. *Zemledelie*. 2012. no. 4. pp. 29-30.

7. Sayfieva G.S., Minikaev R.V., Salikhov A.S., Khasamova G., Sakhapov I. *Izuchenie resursosberegayushchikh tekhnologiy vozdel'yvaniya yarovoy pshe-nitsy s minimal'noy obrabotkoy pochvy v usloviyakh Predkam'ya Respubliki Tatarstan na variantakh TT, TT+DD, Mo+DD*. [Study of resource-saving technologies of spring wheat cultivation with the minimum soil cultivation in the conditions of the Precamel of the Republic of Tatarstan on the TT, TT + DD, Mo + DD]. *Dostizhenie nauchno-issledovatel'skoy raboty studentov v oblasti agropromyshlennogo kompleksa: materialy 66-y nauchnoy konferentsii agronomicheskogo fakul'teta*. [Achievement of research work of students in the field of agro-industrial complex: materials of the 66th scientific conference of the agronomical faculty]. Kazan', 2008. pp. 185-189.

8. Skipin L.N., Perfil'ev N.V., Zakharova E.V., Gaevaya E.V. *Sostoyanie pochvy i urozhaynost' kul'tur pri raznykh sistemakh osnovnoy obrabotki*. [Soil condition and crop yield under different primary processing systems]. *Plodorodie*. 2014. no. 4 (79). pp. 24-26.

9. Ivenin V.V., Borisov N.A., Ivenin A.V. *Sistema minimalizatsii obrabotki klevrnogo plasta pod*

ozimuyu pshenitsu na svetlo-serykh lesnykh pochvakh Volgo-Vyatskogo regiona. [A system for minimizing clover formation treatment for winter wheat on light gray forest soils of the Volga-Vyatka region]. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy akademii*. 2018. no. 2. pp. 61-66.

10. Safonov A.F., Stratonovich M.V. *Praktikum po zemledeliyu s pochvovedeniem: uchebnoe posobie*. [Manual on farming and soil science: textbook]. Moscow: Agropromizdat, 1990. 207 p.

11. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)*. [Technique of field experience (with bases of statistical processing of results of researches)]. 5-e izd., dop. i pererab. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.

12. Knyazev A.A. *Fiziko-mekhanicheskie i tekhnologicheskie svoystva pochvy v protsesse obrabotki zhyabi v usloviyakh Srednego Povolzh'ya*. [Physical, mechanical and technological properties of the soil in the process of autumn plowing in the Middle Volga region]. Kuybyshev: Kn. izd-vo, 1975. 166 p.

13. Modina S.A., Dolgov S.I., Pol'skiy M.N. *Slozhenie i strukturnoe sostoyanie pochvy*. [Addition and structural state of the soil]. *Agrofizicheskie metody issledovaniya pochv*. [Agrophysical methods of soil investigation]. Moscow: Nauka, 1966. pp. 42-71.

Information about the authors:

Y.A. Bogomolova, PhD in Agriculture, senior researcher,
A.P. Sakov, PhD in Agriculture, Director of Nizhny Novgorod Research Institute,
A.V. Ivenin, PhD in Agriculture, associate professor, senior researcher

Nizhny Novgorod Research Institute of Agriculture - branch of the Federal Agrarian Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky, the settlement of Breeding station, 38, Kstovo district, Nizhny Novgorod region, Russian Federation, 607686, e-mail: nnovniish@rambler.ru