

## Влияние технологии возделывания полевых культур на водно-физические свойства чернозёма обыкновенного в первой ротации полевого севооборота зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края

*В.К. Дриггер, д.с.-х.н., профессор, В.В. Кулинец, д.с.-х.н., Р.С. Стукалов, к.с.-х.н., Р.Г. Гаджимаров, аспирант, ФГБНУ Ставропольский НИИСХ*

В различных регионах России установлено влияние технологий возделывания сельскохозяйственных культур с применением различных способов основной обработки почвы на водные и физические свойства почв [1, 2]. Вместе с тем в последнее время всё большее распространение получают технологии возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы — технология No-till [3–5]. При этом научных данных по влиянию таких технологий на водно-физические свойства почв в различных почвенно-климатических зонах страны пока явно недостаточно.

**Целью** нашего исследования является изучение влияния традиционной технологии и технологии возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы на содержание продуктивной влаги и плотность почвы в первой ротации полевого плодосменного четырёхпольного севооборота.

**Материал и методы исследования.** Исследование проводили в стационарном опыте на опытном поле Ставропольского НИИ сельского хозяйства, расположенного в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Годовая сумма эффективных температур здесь составляет 3000–3200°C. Продолжительность безморозного периода — 180 дн. Годовое количество осадков колеблется от 540 до 570 мм, за вегетационный период выпадает 350–400 мм, ГТК = 0,9–1,1 [6].

Почва опытного участка — чернозём обыкновенный мощный тяжелосуглинистый, со средней обеспеченностью фосфором, калием и низким содержанием гумуса. Годы проведения исследования различались по количеству осадков. В 2013 и 2014 гг. выпало 652 и 626 мм осадков, что было на 98 и 72 мм больше, а в 2015 и 2016 гг. на 26 и 53 мм меньше средних многолетних значений.

В пространстве полей были развёрнуты севообороты по традиционной технологии возделывания культур (контрольный) и с возделыванием культур без обработки почвы, которые включали следующие звенья: соя — озимая пшеница — подсолнечник — кукуруза.

Перед закладкой опыта в 2011 г. была проведена вспашка опытного участка на глубину 22–24 см с последующим выравниванием поверхности почвы и уравнивательным посевом всех культур обоих севооборотов в 2012 г. В 2013 г. (начало исследования) в первом поле обоих севооборотов была размещена

озимая пшеница, во втором поле — подсолнечник, в третьем — кукуруза, в четвёртом — соя. В течение четырёх лет исследования (2013–2016) на всех полях обоих севооборотов поочередно возделывали все культуры — прошла первая ротация севооборотов.

Основная обработка почвы в контрольном севообороте под яровые культуры включала лущение стерни в два следа и зяблевую вспашку на глубину 20–22 см. Под озимую пшеницу проводили двукратную обработку дисковой бороной (8–10 см) и предпосевную культивацию. В варианте возделывания культур без обработки почвы ни основную, ни какие-либо другие обработки не проводили, но за 5–7 дн. до посева яровых культур деланки опрыскивали гербицидом сплошного действия из группы глифосатов. Перед посевом озимой пшеницы (после сои) гербициды не применяли.

Под все культуры вносили рекомендованные научными учреждениями дозы минеральных удобрений. Доза удобрений под сою составляла  $N_{35}P_{45}K_{30}$ , которую вносили частями: 25 кг/га аммофоса — разбросным способом перед посевом и 187 кг/га нитроаммофоски — в рядки при посеве. Под озимую пшеницу вносили  $N_{90}P_{60}K_{60}$ : взброс перед посевом 250 кг/га нитроаммофоски, при посеве сеялкой — 125 кг/га нитроаммофоски и весной подкормка аммиачной селитрой в дозе 88 кг/га. Под подсолнечник при посеве вносили 200 кг/га нитроаммофоски ( $N_{32}P_{32}K_{32}$ ), столько же нитроаммофоски вносили при посеве кукурузы с дополнительным опрыскиванием растений через четыре недели после появления всходов растворённой в воде, 70 кг/га, мочевиной ( $N_{64}P_{32}K_{32}$ ).

Посев озимой пшеницы и сои по традиционной технологии проводили рядовой дисковой сеялкой СЗ-3,6, подсолнечника и кукурузы — пропашной сеялкой «Оптима», по необработанной почве все культуры сеяли сеялкой Gimetal (производство Аргентины), оборудованной гофрированными дисками (турбодисками) и двухдисковыми сошниками для посева семян и удобрений.

Агрофизические показатели почвы определяли по методике Б.А. Доспехова, И.П. Васильева, А.М. Туликова [7]. Повторность опыта трёхкратная, площадь деланки 300 м<sup>2</sup>, учётная — 90 м<sup>2</sup>.

**Результаты исследования.** Во время уборки растительные остатки всех изучаемых культур измельчались комбайном и равномерно распределялись по деланкам. В течение ротации севооборотов в среднем за год в пересчёте на 1 га севооборотной площади по традиционной

технологии поступало 5,62, по технологии без обработки почвы – 6,36 т растительных остатков возделываемых культур. Больше всего растительных остатков оставалось после уборки кукурузы – от 7,5 до 8,9 т/га и озимой пшеницы – 6,3–7,3 т/га, по сое и подсолнечнику их было существенно меньше. На контрольном севообороте при основной обработке растительные остатки заделывались в почву, в исследуемом севообороте все они оставались на поверхности нетронутыми и сохранялись на поверхности делянки в течение двух – трёх лет, что способствовало постепенному формированию на поверхности поля слоя органического вещества, который оказывает влияние на накопление, сохранение влаги и другие агрофизические свойства почвы.

Так, плотность традиционно обрабатываемой почвы перед уходом в зиму в слое 0–10 см в среднем за ротацию по полям севооборота колебалась от 0,81 до 0,88 г/см<sup>3</sup>, что указывает на её чрезмерную вспушенность. В севообороте, где почва не обрабатывалась, её плотность перед уходом в зиму была существенно выше и более равномерной по годам исследования и полям севооборота, чем обработанной почвы, и в среднем за ротацию севооборота колебалась от 1,08 до 1,11 г/см<sup>3</sup> (табл. 1).

Аналогичная ситуация наблюдалась в слое 10–20 см, где плотность обработанной почвы по удобренному и неудобренному фонам в 1-й ротации севооборота составляла 0,93–0,97 г/см<sup>3</sup>, необработанной почвы – 1,13–1,18 г/см<sup>3</sup>. В слое почвы 20–30 см плотность почвы по обеим технологиям была выше – 1,08–1,14 г/см<sup>3</sup> по традиционной технологии и 1,18–1,23 г/см<sup>3</sup> по технологии No-till.

К посеву яровых культур плотность почвы на всех изучаемых вариантах возросла. В среднем за 1-ю ротацию по традиционной технологии в верхнем слое почвы она составляла 0,99–1,01 г/см<sup>3</sup>, в слое почвы 10–20 см – 1,02–1,09, в слое 20–30 см – 1,17–1,20 г/см<sup>3</sup>, по технологии без

обработки почвы – соответственно 1,09–1,13; 1,16–1,19 и 1,19–1,20 г/см<sup>3</sup>.

Во время цветения всех культур различия в плотности почвы сгладились и по обеим технологиям в слое почвы 0–10 см показатели находились в пределах ошибки опыта от 1,18 до 1,24 г/см<sup>3</sup> (табл. 2).

Плотность слоя почвы 10–20 см по традиционной технологии составила 1,28–1,33, без обработки почвы – 1,27–1,31 г/см<sup>3</sup>, плотность слоя почвы 20–30 см по обеим технологиям и фонам внесения удобрений была одинаковая – 1,28–1,34 г/см<sup>3</sup>.

Следует отметить, что в годы исследования плотность почвы несколько отличалась по культурам. Во время цветения под посевами сои и подсолнечника со стержневой корневой системой верхние горизонты почвы были плотнее, чем под пшеницей и кукурузой, с мочковатой корневой системой. По-видимому, это связано не столько с системой обработки почвы, сколько с особенностями развития корневой системы разных растений. Тем не менее, по мнению Ю.А. Кузыченко и В.В. Кулинцева [8], под всеми культурами плотность почвы находилась в пределах оптимальных значений для чернозёмных почв.

К фазе полной спелости наблюдалось небольшое разуплотнение верхних горизонтов почвы по обеим технологиям и всем возделываемым культурам. По обеим технологиям в слое почвы 0–10 см она в среднем по полям севооборота составляла 1,13 г/см<sup>3</sup> с колебаниями от 1,09 до 1,16 г/см<sup>3</sup>, в слое почвы 10–20 см – 1,20 г/см<sup>3</sup> с интервалом от 1,18 до 1,23 г/см<sup>3</sup>.

В фазе полной спелости существенных различий по плотности почвы между возделываемыми культурами также не наблюдалось. В это время на этот показатель большое влияние оказывают выпадающие осадки – чем больше осадков, тем плотность почвы ниже. В 2013 г., когда во время созревания пшеницы в июле выпало 134 мм, в период полной спелости сои, подсолнечника

1. Влияние технологии возделывания на плотность слоя почвы 0–10 см перед уходом в зиму в 1-й ротации севооборота, г/см<sup>3</sup>

Технология	Номер поля	Год				Среднее
		2013	2014	2015	2016	
Традиционная	1	0,99	0,69	0,72	0,85	0,81
	2	1,06	0,75	0,74	1,04	0,87
	3	0,98	0,68	1,03	0,82	0,88
	4	0,94	0,91	0,71	0,83	0,84
Без обработки почвы	1	1,09	1,03	1,17	1,15	1,11
	2	1,15	1,03	1,08	1,04	1,09
	3	1,17	1,02	1,04	1,10	1,08
	4	1,14	1,02	1,17	1,12	1,11
НСР <sub>0,05</sub>		0,07	0,09	0,08	0,06	0,06

Примечание (здесь и далее): в 1-м поле в 2013 г. была озимая пшеница, в 2014 г. – подсолнечник, в 2015 г. – кукуруза, в 2016 г. – соя; во 2-м поле соответственно подсолнечник – кукуруза – соя – озимая пшеница; в 3-м поле – кукуруза – соя – озимая пшеница – подсолнечник, в 4-м – соя – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза

и кукурузы в сентябре – 111 мм осадков, плотность верхнего слоя по обеим технологиям и под всеми культурами составила 1,00–1,04, слоя почвы 10–20 см – 1,08–1,10 г/см<sup>3</sup>. В 2015 г., когда за это время выпало 35 и 15 мм осадков, плотность почвы составила соответственно 1,24–1,28 и 1,33–1,37 г/см<sup>3</sup>. По этой же причине наблюдалось снижение плотности почвы в среднем по всем полям обоих севооборотов.

Таким образом, на обыкновенном чернозёме возделывание сельскохозяйственных культур без обработки почвы не приводит к её уплотнению в 1-й ротации полевого четырёхпольного севооборота. Во время вегетации большее влияние на этот показатель оказывает корневая система возделываемых растений, а во время полной спелости она существенно зависит от количества выпадающих в это время осадков. При этом все изменения плотности почвы по технологии без её обработки находятся в пределах оптимальных значений для произрастания возделываемых культур, в то время как плотность обработанной почвы перед уходом в зиму и перед посевом яровых культур становится ниже оптимальной, что оказывает отрицательное влияние на накопление и сохранение влаги в почве, особенно в верхнем 30-сантиметровом слое.

Так, перед уходом в зиму на вариантах опыта с отвальной обработкой почвы в слое 0–30 см в среднем за ротацию севооборота содержалось 18–20 мм продуктивной влаги, тогда как в необработанной – 38–40 мм, или в 2 раза больше. Такие различия по содержанию продуктивной влаги в верхнем слое почвы перед уходом в зиму объясняются чрезмерной вспущённостью вспаханной почвы на глубину её обработки, что приводит к потерям влаги от физического испарения, тогда как в более плотной почве складываются оптимальные условия для накопления и сохранения влаги [9].

После двукратной обработки дисковой бороной на глубину 8–10 см и предпосевной культивации после сои под озимой пшеницей в это время содержалось 31–32 мм доступной влаги, в необработанной почве – 37–38 мм, разница

составляла всего 6 мм, или 18,7–19,3%. Такая разница была получена за счёт меньшего содержания влаги в слое 0–10 см, который обрабатывался дисковыми орудиями. Аналогичные результаты при сравнении различных способов обработки почвы с необработанной получены и другими исследователями [10].

Как показали многочисленные исследования, в засушливых и малоснежных регионах растительные остатки оказывают существенное влияние на накопление снега в зимнее время. Наши наблюдения в течение четырёх зим показали, что на обработанной почве в среднем по всем культурам севооборота слой снега составлял 15,6 см с колебаниями от 14,8 до 17,0 см, тогда как по необработанной почве его было 31,2 см (от 20,8 до 40,0 см), или в 2 раза больше (табл. 3).

Расчёты показали, что толщина снежного покрова связана не только с количеством растительных остатков ( $r=0,444$ ), но и их высотой над поверхностью почвы ( $r=0,611$ ). Поэтому больше всего снега накапливали растительные остатки подсолнечника, скошенные на высоте 83 см, и меньше всего сои, которую убирают на низком срезе.

От количества и высоты стерни зависит также скорость схода снежного покрова весной. В наших опытах на необработанной почве снег таял на 8–12 дн. дольше, чем на фоне различных обработок. Поэтому весной продуктивной влаги в метровом слое необработанной почвы в среднем по всем культурам за 1-ю ротацию севооборота содержалось 161 мм (с колебаниями от 159 до 167 мм), тогда как по обработанной почве она составляла 137 мм (от 132 до 141 мм), что при НСР<sub>0,05</sub> по культурам за годы исследования от 8,5 до 11,5 мм достоверно на 24 мм, или на 17,5% меньше.

В течение вегетации содержание влаги снижалось под всеми культурами. Однако в фазе колошения озимой пшеницы и цветения яровых культур разница в содержании продуктивной влаги в почве увеличилась в среднем по севообороту на 23,3% в пользу посевов без обработки почвы. Под озимой пшеницей она в среднем за годы исследования составила 32,9% (табл. 4).

## 2. Влияние технологии на плотность слоя почвы 0–10 см во время вегетации культур в 1-й ротации севооборота, г/см<sup>3</sup>

Технология	Номер поля	Год				Среднее
		2013	2014	2015	2016	
Традиционная	1	1,06	1,37	1,15	1,13	1,18
	2	1,25	1,17	1,18	1,18	1,20
	3	1,22	1,37	1,17	1,21	1,24
	4	1,28	1,04	1,24	1,20	1,19
Без обработки почвы	1	1,13	1,26	1,20	1,31	1,22
	2	1,22	1,14	1,31	1,15	1,20
	3	1,18	1,22	1,19	1,20	1,20
	4	1,28	1,23	1,25	1,19	1,24
НСР <sub>0,05</sub>		0,08	0,07	0,09	0,08	0,07

3. Влияние технологии возделывания сельскохозяйственных культур на накопление снега в зимний период, см (среднее за 2012–2016 гг.)

Растительные остатки	Технология		Прибавка	
	традиционная	без обработки почвы	см	%
Кукуруза	14,8	27,8	13,0	57,8
Соя	16,0	20,8	3,2	37,8
Пшеница	14,8	36,2	21,4	144,6
Подсолнечник	17,0	40,0	23,0	135,3
Среднее	15,6	31,2	15,6	100,0

4. Влияние технологии на содержание продуктивной влаги во время вегетации возделываемых культур в слое почвы 0–100 см, мм (среднее за 2013–2016 гг.)

Технология	Культура				Среднее
	soя	пшеница	подсолнечник	кукуруза	
Традиционная	64	70	64	92	73
Без обработки почвы	78	93	78	110	90
Прибавка: мм	14	23	14	18	17
%	21,9	32,9	21,9	19,6	23,3
НСР <sub>0,95</sub>	5,1	5,8	4,8	6,5	-

5. Влияние технологии возделывания на содержание продуктивной влаги под яровыми культурами, мм (среднее за 2015–2016 гг.)

Технология	Время учёта	Слой почвы, см		Влага в слое 100–150 см	
		0–100	0–150	мм	%
		Традиционная	посев	108	195
	цветение	79	124	45	57,0
Без обработки почвы	посев	118	220	102	86,4
	цветение	85	147	62	72,9

Значительно большее содержание продуктивной влаги на вариантах без обработки почвы в это время обусловлено также наличием растительных остатков, которые снижают скорость ветра у поверхности, что влияет на испарение влаги с поверхности почвы. Наши наблюдения показали, что при наличии растительных остатков скорость ветра на высоте от 10 до 25 см снижается в 1,5–1,6 раза, а в приземном слое – в 1,9–2,0 раза больше, чем на поверхности почвы, не имеющей растительных остатков. Поэтому при традиционной технологии, где отсутствуют растительные остатки, производительные потери влаги за счёт физического испарения с поверхности поля возрастают. При этом по обеим технологиям влага проникает в почву глубже метра. По нашим наблюдениям, в среднем за 2015–2016 гг. перед посевом яровых культур в слое почвы 100–150 см по традиционной технологии содержалось 87 мм, или 80,6% от общих её запасов, по технологии без обработки почвы – 102 мм, или 86,4% (табл. 5).

Во время цветения яровых культур в этом же слое почвы по традиционной технологии содержалось 45 мм, или 57,0%, без обработки почвы – 62 мм (72,9%). Т.е. по содержанию продуктивной влаги в третьем полуметре преимущество также имеет

технология возделывания без обработки почвы, и во время вегетации яровых культур оно возрастает.

**Вывод.** При возделывании сельскохозяйственных культур без обработки в почве лучше, чем при посеве по традиционной технологии с основной и предпосевной обработками почвы, накапливается и сохраняется влага, которую растения используют для формирования урожая. Этому способствуют остающиеся на поверхности поля растительные остатки предшествующих культур. При этом плотность обработанной и необработанной почвы находится в пределах оптимальных значений для роста растений на чернозёмной почве.

**Литература**

1. Бялый А.М. Водный режим в севообороте на чернозёмных почвах Юго-Востока. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1971. 232 с.
2. Медведев В.В. Оптимизация агрофизических свойств чернозёмов. М.: Агропромиздат, 1988. 160 с.
3. Дридигер В.К. Урожайность и экономическая эффективность сельскохозяйственных культур в севообороте в зависимости от технологии возделывания / В.К. Дридигер, Е.А. Кашаев, Р.С. Стукалов, Ю.И. Паньков // Бюллетень Ставропольского НИИСХ. 2015. № 7. С. 66–75.
4. Степных Н.В., Копыла С.А. Повышение эффективности растениеводства за счёт минимальных и нулевых технологий // Защита и карантин растений. 2015. № 6. С. 8–10.
5. Дридигер В.К., Шаповалова Н.Н. Климатические, почвенные и экономические предпосылки внедрения системы земледелия без обработки почвы в Ставропольском крае // Бюллетень Ставропольского НИИСХ. 2014. № 6. С. 58–68.

6. Бадахова Г.Х., Кнутас А.В.. Ставропольский край: современные климатические условия. Ставрополь: ГУП СК «Краевые сети связи», 2007. 272 с.
7. Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М.. Практикум по земледелию. М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.
8. Кузыченко Ю.А., Кулинцев В.В. Оптимизация систем основной обработки почвы в полевых севооборотах на различных типах почв Центрального и Восточного Предкавказья: монография. Ставрополь, 2012. 168 с.
9. Тарасенко, Б.И. Повышение плодородия почв Кубани: некоторые вопросы физики почв Краснодарского края в связи с их сельскохозяйственным использованием. 2-е доп. и испр. изд. Краснодар: Краснодарское кн. изд-во, 1981. 188 с.
10. Рыков, В.Б. Динамика влагопереноса в почве в зависимости от технологий её обработки и возделываемых культур / В.Б. Рыков, С.И. Камбулов И.А. Камбулов, Е.Б. Дёмина // Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий: сб. науч. докладов Междунар. науч.-технич. конф. (17–18 сентября 2014 г., Москва). М.: ФГБНУ ВИМ, 2014. С. 205–208.