

## Динамика изменения агрофизических свойств почвы при возделывании полевых культур по технологии No-till

*В.К. Дридигер, д.с.-х.н., профессор, В.В. Кулинцев, д.с.-х.н., Р.С. Стукалов, к.с.-х.н., Р.Г. Гаджиумаров, аспирант, ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ*

В технологии возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы (технология No-till) очень важно, чтобы физические свойства почвы не ухудшались, а были в оптимальных значениях для роста и развития возделываемых растений в течение длительного времени [1, 2]. Одним из важнейших показателей агрофизических свойств почвы является её плотность, от которой зависят водно-воздушные, тепловые и биологические свойства, а также водопроницаемость почвы, водоудерживающая способность, распространение корней и создание условий для произрастания возделываемых растений и их урожайности [3].

В связи с этим **целью** нашего исследования является определение динамики плотности почвы в течение шести лет при возделывании сельскохозяйственных культур без обработки почвы в

севообороте на чернозёме обыкновенном зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

**Материал и методы исследования.** Исследование проводили в стационарном опыте на опытном поле Северо-Кавказского ФНАЦ, расположенном в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Годовая сумма эффективных температур здесь составляет 3000–3200°С. Продолжительность безморозного периода 180 дней. Годовое количество осадков колеблется от 540 до 570 мм, за вегетационный период выпадает 350–400 мм, ГТК=0,9–1,1 [4].

Почва опытного участка – чернозём обыкновенный среднемощный слабогумусированный тяжёлоуглинистый, со средней обеспеченностью фосфором, калием и низким содержанием гумуса. Годы исследования различались по количеству осадков. В 2013–2014 и 2016–2017 гг. при климатической норме 554 мм выпадало от 626 до 652 мм осадков, наиболее засушливым был 2015 г. – 528 мм. При этом годовая среднесуточная температура воздуха

составляла 10,0–10,6°C, что на 1,6–2,2°C больше средних многолетних значений, что происходило из-за повышения температуры воздуха в зимние месяцы и во второй половине лета – в июле и августе. Особенностью всех лет исследования было выпадение обильных осадков в мае, когда при обычных 64 мм выпадало от 103 мм в 2015 и 2016 гг., до 135 и 174 мм – в 2014 и 2017 гг., тогда как в августе наблюдались атмосферная и почвенная засухи – 12–28 мм при месячной норме 48 мм.

Опыты проводили в двух севооборотах: 1) соя – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза, где все культуры возделываются по рекомендованной научными учреждениями технологии (контрольный); 2) аналогичный первому, но с возделыванием культур без обработки почвы.

Перед закладкой опыта в 2011 г. проводили вспашку опытного участка на глубину 22–24 см с последующим выравниванием поверхности почвы и уравнивательным посевом всех культур обоих севооборотов в 2012 г. В течение шести лет исследования (2013–2018) на всех полях обоих севооборотов поочередно возделывали все культуры.

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 дней 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  $N_{90}P_{60}K_{60}$  – в разброс 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 4 недели после появления всходов растворённой в воде мочевины, 70 кг/га ( $N_{64}P_{32}K_{32}$ ).

Озимую пшеницу и сою сеяли по рекомендованной технологии рядовой дисковой сеялкой СЗ-3,6, подсолнечник и кукурузу – пропашной сеялкой Оптима, по необработанной почве все культуры сеяли сеялкой Gimetal (производство – Аргентина), оборудованной гофрированными дисками (турбодисками) и двухдисковыми сошниками для посева семян и удобрений.

Плотность почвы перед уходом в зиму, весной при наступлении физической спелости почвы (до весеннего боронования), перед посевом изучаемых культур, в фазе колошения озимой пшеницы, цветения яровых культур и в период полной спелости определяли по методике Б.А. Доспехова, И.П. Васильева, А.М. Туликова [5]. Повторность опыта трёхкратная, площадь деланки – 300 м<sup>2</sup>, учётная – 90 м<sup>2</sup>.

**Результаты исследования.** В результате зяблевой отвальной обработки почвы по рекомендованной технологии её плотность перед уходом в зиму и рано весной в слое почвы 0–10 см в среднем за годы исследования составляла 0,85–0,86, в слое 10–20 см – 0,91–0,93 г/см<sup>3</sup>, что указывает на её чрезмерную вспушенность [6] и приводит к непроизводительным потерям влаги из почвы за счёт физического испарения с её поверхности [7]. В севообороте, где почва не обрабатывалась, её плотность в это время составляла соответственно 1,07–1,08 и 1,13 г/см<sup>3</sup>.

К посеву яровых культур в результате весеннего боронования, промежуточной и предпосевной культивации и прикатывания, проводимых по рекомендованной технологии, верхний слой почвы уплотнился до 1,00–1,05 г/см<sup>3</sup>, что является оптимальным сложением почвы для прорастания семян и получения всходов (табл. 1).

Плотность необработанной почвы во все годы исследования и под всеми культурами была достоверно больше, чем по рекомендованной технологии, и составляла 1,13–1,15 г/см<sup>3</sup>, что также находилось в пределах оптимальных значений для получения всходов и первоначального роста растений. Увеличение плотности почвы до 1,25–1,28 г/см<sup>3</sup> перед посевом сои в 2015 и 2018 гг. было обусловлено не технологией возделывания, а засухой, наблюдавшейся перед посевом культуры в эти годы.

Слой почвы 10–20 см к моменту посева яровых культур по рекомендованной технологии уплотнился в среднем за 6 лет исследования до 1,05–1,09 г/см<sup>3</sup>, тогда как плотность этого слоя почвы при посеве озимой пшеницы по этой технологии составила 1,20 г/см<sup>3</sup>, что обусловлено обработкой почвы перед посевом озимой пшеницы на глубину 8–10 см (табл. 2). Плотность данного слоя необработанной почвы под яровыми культурами, так же как и верхнего слоя, была достоверно больше и в пределах оптимальных значений и составляла в среднем за годы исследования 1,16–1,21 г/см<sup>3</sup>.

Плотность слоя почвы 10–20 см при посеве озимой пшеницы по обеим технологиям во все годы исследования была одинаковой, имеющиеся небольшие различия находились в пределах ошибки опыта. Но по рекомендованной технологии этот слой почвы в севообороте не обрабатывался только перед посевом озимой пшеницы. Три года подряд под кукурузу, подсолнечник и сою в результате вспашки он перемещался ближе к поверхности

1. Влияние технологии возделывания полевых культур на плотность слоя почвы 0–10 см перед посевом, г/см<sup>3</sup>

Технология	Культура	Год						Среднее
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Рекомендованная	соя	0,91	0,95	1,00	1,03	1,03	1,06	1,00
	пшеница	1,04	0,92	0,99	1,15	0,99	1,18	1,05
	подсолнечник	1,03	1,08	0,96	1,06	1,05	1,11	1,05
	кукуруза	0,93	1,10	1,08	1,01	1,01	1,06	1,03
Без обработки почвы	соя	1,07	1,01	1,25	1,16	1,10	1,28	1,15
	пшеница	1,11	1,13	1,13	1,18	1,05	1,27	1,14
	подсолнечник	1,21	1,08	1,09	1,23	1,00	1,18	1,13
	кукуруза	1,24	1,10	1,16	1,20	1,10	1,07	1,15
НСР <sub>0,05</sub>		0,06	0,07	0,07	0,08	0,06	0,08	0,07

2. Влияние технологии возделывания полевых культур на плотность слоя почвы 10–20 см перед посевом, г/см<sup>3</sup>

Технология	Культура	Год						Среднее
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Рекомендованная	соя	0,90	1,05	1,06	1,09	1,06	1,20	1,06
	пшеница	1,22	1,05	1,14	1,32	1,17	1,28	1,20
	подсолнечник	0,96	1,16	0,99	1,09	1,06	1,02	1,05
	кукуруза	1,02	1,15	1,10	0,98	1,02	1,10	1,09
Без обработки почвы	соя	1,19	1,15	1,19	1,18	1,23	1,29	1,21
	пшеница	1,22	1,06	1,16	1,32	1,23	1,28	1,21
	подсолнечник	1,24	1,21	1,11	1,22	1,05	1,12	1,16
	кукуруза	1,11	1,16	1,21	1,13	1,15	1,17	1,16
НСР <sub>0,05</sub>		0,07	0,07	0,08	0,08	0,07	0,06	0,07

почвы, и таким образом происходило его крошение и рыхление. В технологии No-till этот слой почвы не подвергался обработке семь лет подряд (включая уравнильный посев в 2012 г.), и по одинаковой с рекомендованной технологией его плотности можно заключить, что чрезмерного уплотнения чернозёма обыкновенного в течение всех лет исследования не происходило.

Во время колошения озимой пшеницы и цветения яровых культур плотность верхнего слоя почвы увеличилась под всеми культурами и по обеим технологиям, что обусловлено наступлением засухи, особенно во время цветения сои, подсолнечника и кукурузы. При этом между технологиями различия по этому показателю во все годы исследования были математически не доказуемы, но проявилась явная тенденция незначительного роста плотности почвы по технологии без её обработки (табл. 3).

Тем не менее и при этом плотность десятисантиметрового слоя почвы была оптимальной для произрастания озимой пшеницы, подсолнечника и кукурузы [8]. Исключение составляла соя, где плотность этого слоя почвы в среднем за годы исследования была равна 1,30 г/см<sup>3</sup>, с колебаниями по годам от 1,20 до 1,35 г/см<sup>3</sup>. Такое уплотнение наблюдалось по обеим технологиям и во все годы исследования, что, по-видимому, обусловлено особенностями строения корневой системы, не способной оказать сопротивление подсыхающей почве и разрыхлить её. Всё это приводит к умень-

шению вегетативной массы растений и снижению урожайности культуры [9].

Аналогичное наблюдалось и в слое почвы 10–20 см, плотность которого в это время составляла 1,35 г/см<sup>3</sup> по рекомендованной технологии и 1,32 г/см<sup>3</sup> – по технологии без обработки почвы с колебаниями по годам исследования от 1,25 до 1,42 г/см<sup>3</sup>. Различия между технологиями во все годы были математически не доказуемы, но прослеживалась тенденция к увеличению плотности в рекомендуемой технологии (табл. 4).

Под остальными культурами севооборота плотность слоя 10–20 см в среднем за годы исследования между технологиями отличалась несущественно и находилась в интервале 1,22–1,28 г/см<sup>3</sup>. Не наблюдалось существенных различий по годам исследования и между этими культурами.

К полной спелости происходило небольшое разуплотнение верхних горизонтов почвы по обеим технологиям и всем возделываемым культурам, что было обусловлено выпадающими в это время осадками, способствующими разуплотнению почвы. По обеим технологиям в слое почвы 0–10 см она в среднем за годы исследования по полям севооборота составляла 1,16–1,17 г/см<sup>3</sup>, в слое почвы 10–20 см – 1,21–1,22 г/см<sup>3</sup>.

Плотность нижележащего слоя почвы 20–30 см подвергалась сезонным колебаниям во все годы исследования. Весной при наступлении физической спелости почвы она в среднем составляла 1,19–1,20 г/см<sup>3</sup>, к посеву уплотнялась до 1,20–1,22,

3. Влияние технологии возделывания полевых культур на плотность слоя почвы 0–10 см во время вегетации растений, г/см<sup>3</sup>

Технология	Культура	Год					Среднее
		2013	2014	2015	2016	2017	
Рекомендованная	соя	1,29	1,34	1,31	1,20	1,35	1,30
	пшеница	1,09	1,14	1,19	1,11	1,26	1,16
	подсолнечник	1,22	1,40	1,06	1,07	1,03	1,16
	кукуруза	1,23	1,19	1,19	1,11	1,15	1,17
Без обработки почвы	соя	1,25	1,30	1,33	1,26	1,35	1,30
	пшеница	1,13	1,20	1,20	1,16	1,27	1,19
	подсолнечник	1,15	1,31	1,22	1,21	1,18	1,19
	кукуруза	1,21	1,17	1,18	1,21	1,29	1,21
НСР <sub>0,05</sub>		0,07	0,07	0,07	0,05	0,06	0,06

4. Влияние технологии возделывания полевых культур на плотность слоя почвы 10–20 см во время вегетации растений, г/см<sup>3</sup>

Технология	Культура	Год					Среднее
		2013	2014	2015	2016	2017	
Рекомендованная	соя	1,36	1,42	1,37	1,27	1,33	1,35
	пшеница	1,20	1,29	1,30	1,25	1,29	1,25
	подсолнечник	1,26	1,37	1,28	1,22	1,08	1,22
	кукуруза	1,27	1,22	1,25	1,21	1,19	1,23
Без обработки почвы	соя	1,30	1,34	1,38	1,32	1,25	1,32
	пшеница	1,25	1,24	1,22	1,20	1,33	1,24
	подсолнечник	1,26	1,28	1,28	1,25	1,22	1,26
	кукуруза	1,26	1,27	1,29	1,26	1,31	1,28
НСР <sub>0,05</sub>		0,07	0,08	0,08	0,06	0,07	0,08

достигая максимальных значений во время вегетации растений – 1,30–1,31 и снижаясь к полной спелости до 1,25–1,26 г/см<sup>3</sup>. При этом математически доказуемые различия между технологиями и возделываемыми культурами во все годы отсутствовали.

**Выводы.** Возделывание сельскохозяйственных культур без обработки почвы (технология No-till) на обыкновенном чернозёме зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края в течение шести лет не привело к её уплотнению. Все изменения плотности почвы по технологии без обработки находились в пределах оптимальных значений для произрастания возделываемых культур, в то время как плотность обработанной почвы перед уходом в зиму и при наступлении физической спелости весной была ниже оптимальной.

### Литература

1. Дорожко Г.Р. Влияние длительного применения прямого посева на основные агрофизические факторы плодородия почвы и урожайность озимой пшеницы в условиях засушливой зоны / Г.Р. Дорожко, О.И. Власова, О.Г. Шабалдас [и др.] // Земледелие. 2017. № 7. С. 7–10.
2. Белоусова Е.Н., Белоусов А.А. Агрофизические свойства чернозёма выщелоченного в условиях нулевой технологии // Агрофизика. 2017. № 1. С. 1–9.
3. Дриггер В.К., Стукалов Р.С., Матвеев А.Г. Влияние типа почвы и её плотности на урожайность озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Земледелие. 2017. № 2. С. 19–22.
4. Бадахова Г.Х., Кнутас А.В. Ставропольский край: современные климатические условия. Ставрополь: ГУП СК «Краевые сети связи», 2007. 272 с.
5. Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.
6. Перфильев Н.В. Исследование «оптимальной плотности» почвы с урожайностью зерновых культур / Н.В. Перфильев, О.А. Вьюшина, А.А. Конишев [и др.] // Агрофизика. 2017. № 4. С. 16–24.
7. Дриггер В.К. Влияние технологии возделывания на водно-физические свойства чернозёма обыкновенного и урожайность полевых культур в первой ротации полевого севооборота / В.К. Дриггер, Е.И. Годунова, Е.А. Кашаев [и др.] // Бюллетень Ставропольского НИИСХ. 2017. № 9. С. 79–85.
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: Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2012. 168 с.
9. Дриггер В.К., Гаджиумаров Р.Г. Влияние технологии возделывания сои на водно-физические свойства чернозёма обыкновенного Центрального Предкавказья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 5 (17). С. 65–66.