

- Tuchkova Lyudmila Evgenievna* – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Soil Science and Applied Biology, Orel State University named after I.S. Turgenev, *lutuchka@ya.ru* Oryol, st. Komsomolskaya 95, contact phone 89192008004
- Ivanekha Taras Leonidovich* – Deputy Director, Federal State Budgetary Institution "Center for Chemicalization and Agricultural Radiology" Orlovsky "(Federal State Budgetary Institution) Oryolagrokhimradiologiya", Oryol District, village Streletsky (ZBK), Molodezhnaya st., 7, office phone 8- (4862) -403 -642
- Chuvashcheva Elena Sergeevna* – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Soil Science and Applied Biology, Oryol State University named after I.S. Turgenev, Oryol, st. Komsomolskaya 95, contact phone 89536149769
- Verkhovets Irina Alekseevna* – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of the Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Krasnoarmeyskaya str., 17, contact phone 89103007073
- Tikhoykina Irina Mikhailovna* – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Commodity Science, Trade, Examination of Goods and Tourism, Oryol State University of Economics and Trade, Orel, Oktyabrskaya str. 12, contact phone 89536178575
- Fandeeva Yulia Nikolaevna* – 1st year Master's student, I.S. Turgenev Oryol State University, 95 Komsomolskaya str., Orel, contact phone 89606786231

Intensive use of arable land often leads to negative consequences: reduction of nutrients in the soil cover and, accordingly, soil fertility, the development of degradation processes in the soil and, as a consequence, a reduction in crop yields.

Keywords: soil fertility, nutrition elements, soil fertility coefficient, soil-ecological index, heavy metals, radionuclides.

УДК 631.582: 631.51: 631.432.2

DOI: 10.25680/S19948603.2022.127.15

ТВЕРДОСТЬ И ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОЧВЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ ОСНОВНОЙ ЕЕ ОБРАБОТКИ

В.П. Савенков, д.с.-х.н., Липецкий НИИ рпса

398037, г. Липецк, ул. Боевой проезд, 26.

Тел.: 8 903 643 6975, e-mail: lena-kuzmina07@mail.ru

Представлены результаты исследований по изучению влияния различных приемов и систем основной обработки почвы на ее твердость и влагообеспеченность на посевах полевых культур (соя, озимая пшеница, яровой рапс и ячмень) в первой ротации севооборота. Установлено, что в среднем за 2015-2018 г. твердость верхних слоев почвы (0-5 и 5-10 см) в вариантах опыта практически не изменялась и была оптимальной (не более 14,0 кг/см²). В последующих слоях почвы (0-20 и 20-30 см) она возрастала до 14,1-21,0 кг/см², где анализируемый показатель физико-механических свойств почвы был более высоким при отвально-поверхностной с мелким рыхлением и минимальной системах основной обработки почвы. В начале интенсивного роста и развития полевых культур севооборота наибольшее накопление доступной влаги в слоях почвы 0-30 и 0-100 см обеспечивали отвально-поверхностная и отвально-поверхностная с глубоким рыхлением системы зяблевой обработки почвы.

Ключевые слова: основная обработка почвы, севооборот, полевые культуры, твердость и влагообеспеченность почвы.

Для цитирования: Савенков В.П. Твердость и влагообеспеченность почвы при различных системах основной ее обработки // Плодородие. – 2022. – №4. – С. 55-58. DOI: 10.25680/S19948603.2022.127.15.

Основная обработка почвы оказывает значительное влияние на ее агрофизические свойства, водно-воздушный и пищевой режимы, микробиологические процессы, фитосанитарное состояние посевов, водную и ветровую эрозию. Исследованиями установлено, что в севообороте постоянное использование некоторых приемов зяблевой обработки почвы может вызывать переуплотнение определенных ее слоев в корнеобитаемом профиле, что снижает продуктивность сельскохозяйственных культур. Так, бессменное поверхностное или мелкие безотвальные рыхления почвы увеличивают плотность и твердость низлежащих необрабатываемых слоев. Систематическая отвальная вспашка на одинаковую глубину создает уплотненную плужную подошву на границе пахотного и подпахотного горизонтов. Кроме того, при агротехнических мероприятиях на полях по месту прохода колес тяжелых сельскохозяйственных машин образуется переуплотнение почвы [1, 2, 5].

При оценке степени уплотнения различных слоев почвы исследовали плотность и твердость, из которых последний показатель более изменчив. Однако плотность почвы – весовой и массовый показатель, а ее

твердость – силовая и прочностная характеристика, т.е. мера механической проницаемости почвы. Поэтому твердость почвы более точно характеризует условия роста и развития корневой системы сельскохозяйственных культур [2, 3, 6].

В земледелии механическое воздействие различных сельскохозяйственных машин и почвообрабатывающей техники сказывается на агрофизических свойствах и состоянии соответствующих слоев почвы, что в значительной мере определяет интенсивность поступления и перераспределения влаги атмосферных осадков в корнеобитаемом профиле и эффективность их использования полевыми культурами. В условиях лесостепи ЦФО России, где отмечается неустойчивое увлажнение, влагообеспеченность почвы зачастую является фактором лимитирующим урожайность возделываемых культур [1, 4, 5]. В связи с отмеченным, в данном регионе исследования по определению агрофизических свойств и водного режима корнеобитаемого профиля почвы при оптимизации основной ее обработки представляют большой научный и практический интерес.

Цель исследований – изучить особенности влияния различных приемов и систем зяблевой обработки почвы на ее твердость и влагообеспеченность при возделывании полевых культур в плодосменном севообороте.

Методика. Исследования проводили в 2015-2018 г. на опытном поле Липецкого НИИ рапса – филиала ФГБНУ ФНЦ «ВНИИМК им. В.С. Пустовойта». В плодосменном севообороте (соя, озимая пшеница, яровой рапс и ячмень) дана оценка влияния различных систем основной обработки почвы на ее твердость и влагообеспеченность. Название изучаемых систем было условным: отвально-поверхностная (вспашка под сою, рапс и поверхностная обработка почвы под озимую пшеницу и ячмень), отвально-поверхностная с глубоким рыхлением (глубокое безотвальное рыхление под сою, поверхностная обработка почвы под озимую пшеницу, ячмень и вспашка под рапс), отвально-поверхностная с мелким рыхлением (мелкая обработка почвы под сою, вспашка под рапс, поверхностная обработка под озимую пшеницу и ячмень) и минимальная (чизелевание под рапс и поверхностная обработка почвы под сою, озимую пшеницу и ячмень). Основная обработка почвы в севообороте осуществлялась согласно общепринятым агротехническим требованиям (ГОСТ 16265-89).

Повторность опыта трехкратная. Размещение делянок в опыте систематическое (последовательное). Общая площадь делянки – 264 м² (24 м × 11 м).

При возделывании сои, озимой пшеницы, ярового рапса и ячменя, использовались общепринятые для ЦФО РФ технологии их возделывания, за исключением изучаемых факторов.

Твердость почвы определяли на посевах: сои в фазе первого тройчатого листа, озимой пшеницы в фазе весеннего кущения, ярового рапса в фазе розетки 3-5 настоящих листьев и ячменя в фазе кущения. При этом использовали пенетромтр Willi с конусным наконечником диаметром 1,91 см. Согласно шкале используемого пенетромметра (плунжер-конус), условия для роста и развития корневой системы полевых культур при твердости почвы от 0 до 14,0 кг/см² характеризуются как благоприятные (оптимальные), от 14,1 до 21,0 кг/см² – приемлемые и более 21,0 кг/см² – неблагоприятные.

Содержание доступной влаги в слоях почвы 0-30 и 0-100 см определяли перед периодом интенсивного роста и развития полевых культур: соя – первый тройчатый лист, озимая пшеница – выход в трубку, яровой рапс – 3-5 настоящих листьев и ячмень – кущение.

Исследования проводились в лесостепи ЦФО России (Липецкий район, Липецкая область), где климат умеренно континентальный. По среднегодовому данным за вегетационный период (май-август) здесь при среднесуточной температуре воздуха 17,4 °С и сумме осадков 236 мм, ГТК по Селянину составляет 1,11. В 2015, 2016 и 2017 г. гитротермические условия в течение вегетации полевых культур были близкими к среднегодовой норме, а в 2018 г. они оказались очень жаркими и засушливыми (ГТК 0,41).

Полевые опыты размещались на выщелоченном среднесиловом тяжелосуглинистом черноземе.

Результаты и их обсуждение. Для формирования высокой урожайности сельскохозяйственных культур в условиях черноземов лесостепи ЦФО России важное значение имеют твердость и влагообеспеченность кор-

необитаемого профиля почвы, на которые значительное влияние могут оказывать приемы и системы основной ее обработки. В годы первой ротации севооборота, закономерности изменений твердости и влагообеспеченности почвы на посевах сои, озимой пшеницы, ярового рапса и ячменя в вариантах опыта были близкими, что определило целесообразность проведения анализа результатов исследований, полученных в среднем за 2015-2018 г.

Из данных таблицы видно, что на посевах сои в вариантах опыта твердость слоев почвы 0-5; 5-10; 10-20 и 20-30 см варьировала и была в основном оптимальной. При этом изучаемые приемы и системы основной обработки почвы не оказывали существенного влияния на ее значения в верхних слоях 0-5 и 5-10 см. Однако, данный показатель физико-механических свойств слоев почвы 10-20 и 20-30 см при отвально-поверхностной и отвально-поверхностной с глубоким рыхлением системах зяблевой обработки почвы был значительно меньше, чем в вариантах опыта с применением отвально-поверхностной с мелким рыхлением и минимальной системы.

Определение твердости верхних слоев почвы 0-5 и 5-10 см в фазе кущения озимой пшеницы и ячменя, под которые во всех вариантах опыта осенью проводились поверхностная обработка почвы и соответствующие ее системы, показало, что в вариантах опыта она практически не изменялась и в целом была оптимальной для роста и развития корневой системы этих зерновых культур. Анализируемый показатель физико-механических свойств почвы в последующих ее слоях во всех вариантах опыта существенно увеличивался и преимущественно изменялся в пределах приемлемых значений. На посевах озимой пшеницы более низкая твердость слоя 20-30 см отмечалась при отвально-поверхностной с глубоким рыхлением системе основной обработки почвы, а на посевах ячменя в этом слое почвы в вариантах опыта она оказалась достаточно близкой.

Влияние различных систем основной обработки почвы на ее твердость (в среднем за 2015-2018 г.), кг/см²

Система основной обработки почвы	Слой почвы, см	Соя	Озимая пшеница	Яровой рапс	Ячмень
Отвально-поверхностная	0-5	3,35	3,25	4,66	4,86
	5-10	5,44	7,91	7,89	9,52
	10-20	7,56	11,94	11,06	14,18
	20-30	9,57	14,42	13,16	18,37
Отвально-поверхностная с глубоким рыхлением	0-5	3,52	3,22	4,65	4,57
	5-10	5,48	7,51	7,80	9,45
	10-20	7,51	11,45	10,67	14,05
	20-30	9,37	13,38	12,92	17,11
Отвально-поверхностная с мелким рыхлением	0-5	3,75	4,12	5,08	5,34
	5-10	7,06	8,65	8,49	10,38
	10-20	10,92	14,11	11,88	14,67
	20-30	13,29	16,86	14,02	18,69
Минимальная	0-5	3,68	3,93	5,29	4,75
	5-10	8,75	8,70	8,93	9,84
	10-20	12,37	12,93	13,04	15,32
	20-30	14,52	15,91	15,83	19,51
НСР ₀₅ , кг/см ²	0-5	0,812	2,286	0,699	1,635
	5-10	2,046	1,574	0,984	1,500
	10-20	1,712	2,640	2,255	3,418
	20-30	1,878	2,871	2,254	4,938

При возделывании ярового рапса твердость анализируемых слоев почвы в вариантах опыта с отвальной вспашкой при соответствующих системах зяблевой обработки почвы была оптимальной. Чизелевание под эту масличную культуру при минимальной системе

зяблевой обработки почвы несколько увеличивало твердость слоев почвы 10-20 и 20-30 см, хотя это не достоверно.

В годы первой ротации севооборота погодные условия в начале вегетационного периода изменялись, что отразилось на влагообеспеченности почвы. Известно, что для формирования урожайности полевых культур особо важное значение имеют запасы доступной влаги в почве перед периодом их интенсивного роста и развития. В это время в среднем за 2015-2018 г. в вариантах опыта на посевах сои, озимой пшеницы, ярового рапса и ячменя в слоях почвы 0-30 и 0-100 см они изменялись от 26-39 до 120-160 мм соответственно (рис.).

Исследования показали, что на посевах сои наибольшее и достаточно близкое содержание доступной влаги в слоях почвы 0-30 и 0-100 см отмечалось при использовании отвально-поверхностной и отвально-поверхностной с глубоким рыхлением систем основной обработки почвы, при которых непосредственно под эту культуру осенью проводились вспашка с оборотом пласта и глубокое безотвальное рыхление соответственно. В вариантах опыта с мелкой и поверхностной зяблевыми обработками почвы под сою, при соответствующих ее системах, накопление доступной влаги в анализируемых слоях почвы снижалось. Однако отмеченные изменения влагообеспеченности слоев почвы 0-30 и 0-100 см при сравнении этих вариантов опыта не всегда были достоверны. Так, от применения при возделывании сои минимальной (безотвальной) системы основной обработки почвы содержание доступной вла-

ги в анализируемых слоях существенно уменьшалось относительно отвально-поверхностной и отвально-поверхностной с глубоким рыхлением ее систем. Однако отрицательное влияние отвально-поверхностной с мелким рыхлением системы зяблевой обработки почвы на ее влагообеспеченность было значительным только относительно второго варианта опыта.

Перед периодом интенсивного роста и развития озимой пшеницы, содержание доступной влаги в слое почвы 0-30 см по изучаемым вариантам опыта практически не изменялось. В то же время в слое 0-100 см оно было более высоким при проведении отвально-поверхностной с глубоким рыхлением системы основной обработки почвы. Хотя преимущество этого варианта опыта по обеспеченности влагой почвы было достоверным только относительно агротехнологий, где под предшественник (сою) осенью проводились мелкая и поверхностная обработки почвы.

Выявлено, что в фазе 3-5 настоящих листьев ярового рапса в вариантах опыта, где при его возделывании использовали отвальную вспашку и соответствующие системы основной обработки почвы, накопление в ней доступной влаги оказалось сравнительно близким. Чизелевание под эту масличную культуру при минимальной системе зяблевой обработки почвы существенно снижало ее влагообеспеченность относительно варианта опыта, где проводилась отвально-поверхностная с глубоким рыхлением система основной обработки почвы.

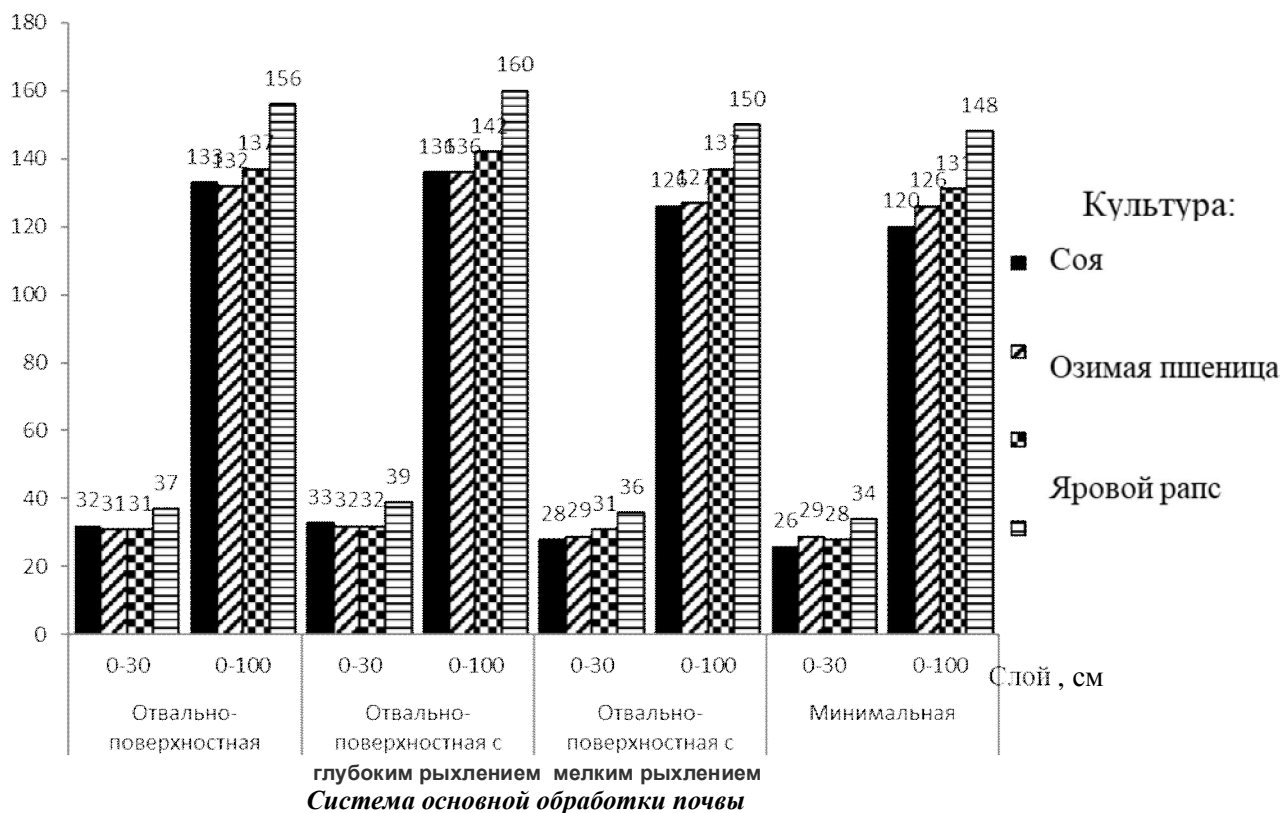


Рис. Запасы доступной влаги в почве в зависимости от систем основной ее обработки в севообороте (в среднем за 2015-2018 г.)

При возделывании ячменя, который размещался в севообороте после ярового рапса, влагообеспеченность анализируемых слоев почвы при изучаемых системах основной обработки почвы несколько изменялась, что

обусловлено, очевидно, последствием соответствующих ее приемов, которые в севообороте использовались под сою и яровой рапс. Следует отметить, что на посевах этой зерновой культуры варианты опыта по

содержанию доступной влаги в слое почвы 0-30 см существенно не различались, но по влагообеспеченности слоя 0-100 см достоверное преимущество имели отвально-поверхностная и отвально-поверхностная с глубоким рыхлением системы зяблевой обработки почвы.

В последующие фазы роста и развития полевых культур севооборота и перед уборкой их урожая запасы продуктивной влаги в почве зависели от складывающихся гидротермических условий по годам исследований, но в целом в этот период при изучаемых приемах и системах основной обработки почвы они существенно не различались.

Заключение. Исследования показали, что в среднем за годы первой ротации плодосменного севооборота на посевах сои, озимой пшеницы, ярового рапса и ячменя твердость верхних слоев 0-5 и 5-10 см выщелоченного тяжелосуглинистого чернозема при изучаемых приемах и системах его основной обработки существенно не изменялась и была благоприятной для развития полевых культур. Во всех вариантах опыта этот физико-механический показатель в слоях почвы 10-20 и 20-30 см увеличивался в несколько раз и на посевах масличных культур он был наибольшим при минимальной (безотвальной) системе зяблевой обработки почвы. Пе-

ред периодом интенсивного роста и развития полевых культур севооборота в среднем за 2015-2018 гг. более высокое и практически равноценное накопление доступной влаги в слоях почвы 0-30 и 0-100 см обеспечивало применение отвально-поверхностной и отвально-поверхностной с глубоким рыхлением систем основной обработки почвы.

Литература

1. Гармашов, В.М. Влияние основной обработки почвы на агрофизические свойства миграционно-мицелярных агрочерноземов / В.М. Гармашов, Ю.И. Чевердин, В.А. Беспалов, В.П. Белобров, А.М. Гребенников, В.А. Исаев // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 3. – С. 26-29.
2. Кильдюшкин, В.М. Совершенствование систем основной обработки почвы / В.М. Кильдюшкин, В.К. Бугаевский // Земледелие. – 2007. – № 2. – С. 24-25.
3. Медведев, В.В. Твердость почвы / В.В. Медведев. – Харьков: Изд. КГ1 Городская типография, 2009. – 152 с.
4. Савенков, В.П. Научно-практические основы управления агротехнологиями производства ярового рапса / В.П. Савенков, В.В. Карпачев. – Липецк: Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2017. 461 с.
5. Сдобников, С.С. Пахать или не пахать / С.С. Сдобников. – Москва: Россельхозакадемия, 2000. – 296 с.
6. Смирнов, Б.А. Технология поверхностно-отвальной обработки дерново-подзолистых почв / Б.А. Смирнов // Земледелие. – 2009. – № 5. – С. 25-27.

UDK: 631.582: 631.51: 631.432.2

SOIL DENSITY AND MOISTURE LEVEL WITH DIFFERENT BASIC TILLAGE SYSTEMS

V.P. Savenkov – Head of the Department of Cultivation Technologies and Technical supplies for rapeseed and the other crops production, Doctor of Agricultural Sciences, Lipetsk Rapeseed Research Institute o,
398037, Lipetsk, st. Boyevoy proezd, 26.
Tel.: 8 903 643 6975

The article presents the results of the studies exploring the effect of various basic soil tillage methods and systems on soil density and moisture in various field crops during the first crop rotation (soybeans, winter wheat, spring rapeseed and barley). It has been determined that on average for the period from 2015 to 2018 in the experimental variants the soil density of the upper layers (0-5 and 5-10 cm) practically did not change and was optimal (no more than 14.0 kg / cm²).

In the lower soil layers (0-20 and 20-30 cm) the soil density index increased to acceptable values (14.1-21.0 kg / cm²), where the analyzed indicator of the physical-mechanical properties of the soil was higher with conventional moldboard-surface soil tillage with surface loosening and minimal primary tillage systems. At the beginning of field crops intensive growth and development within crop rotation, the highest accumulation of available moisture in soil layers 0-30 and 0-100 cm was provided by the following basic soil tillage systems: conventional moldboard-surface tillage and moldboard-surface tillage with deep loosening or subsurface tillage used as the autumn tillage system.

Key words: basic soil tillage methods, crop rotation, field crops, soil density and moisture supply.