

ВЛИЯНИЕ ТРАДИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И ПРЯМОГО ПОСЕВА ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО В ЗОНЕ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ

И. А. Вольтерс, О. И. Власова, Л. В. Трубачева, В. М. Передериева, Г. Р. Дорошко

Ставропольский государственный аграрный университет

355000, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12

E-mail: volters06@rambler.ru

Поступила в редакцию 13 февраля 2018 г., принята к печати 26 ноября 2018 г

В статье обсуждаются вопросы влияния различных технологий возделывания полевых культур на основные агрофизические факторы плодородия почв. Рассмотрены две технологии возделывания: прямой посев и традиционная технология возделывания полевых культур (озимого рапса, кукурузы на зерно и озимой пшеницы). Исследования проводились в течение всех фаз роста и развития полевых культур. В результате исследований установлено, что запасы продуктивной влаги достигают максимума в фазу весеннего кущения озимой пшеницы и стеблевания кукурузы. При прямом посеве данный показатель несколько выше, чем при традиционной технологии. Структурно-агрегатный состав также изучался в течение всех фаз роста и развития полевых культур. Наибольшее количество агрономически ценных агрегатов отмечено в фазы кущения и стеблевания. Показатели водопрочности и коэффициент структурности также были выше при прямом посеве. Значения плотности сложения почвы под озимым рапсом, кукурузой на зерно и озимой пшеницей при традиционной технологии свидетельствуют о том, что интенсивное механическое воздействие на почву при возделывании указанных культур приводит к образованию определенного количества пылевидной фракции, что обуславливает повышение плотности сложения почвы. В условиях зоны неустойчивого увлажнения почва более оструктурена в результате поступления в неё при возделывании полевых культур большого количества органического вещества в виде растительных остатков.

Ключевые слова: технология возделывания, прямой посев, плотность, запасы продуктивной влаги, структурно-агрегатный состав, водопрочность.

IMPACT OF CROP MANAGEMENT ON AGROPHYSICAL FACTORS OF SOIL FERTILITY OF ORDINARY CHERNOZEM IN UNSTABLE MOISTENING ZONE

I. A. Walters, O. I. Vlasova, L. V. Trubacheva, V. M. Perederieva, G. R. Dorozhko

Stavropol State Agrarian University

12, Zootekhnicheskyy lane, Stavropol, 355000

E-mail: volters06@rambler.ru

The paper presents the results of the experiment where the impact of direct sowing and traditional crop production (winter rape, maize for grain and winter wheat) on the main agrophysical factors of soil fertility was studied. The measurements were carried out throughout all phases of growth and development of the field crops. It was established that the productive moisture reserves reached a maximum in the phase of spring tillering of winter wheat and in the phase of stem elongation of maize. At the direct sowing this indicator was slightly higher than at the traditional technology. Soil structural and aggregate composition was also studied throughout all phases of growth and development of the field crops. The highest amount of agronomically valuable aggregates in the soil was also found at the tillering and stem elongation phases. The soil water resistance and structural factor were also higher at the direct seeding. Soil bulk density values of the soil under winter rape, maize for grain and winter wheat at the traditional technology indicate that the intensive mechanical impact on the soil during the cultivation of these crops leads to the formation of a certain amount of dust fraction, which causes an increase in the soil bulk density.

Under the conditions of the unstable moistening zone, the soil is more structured as a result of organic matter application to the soil in the form of plant residues when the field crops are grown.

Key words: tillage, direct sowing, soil bulk density, productive moisture reserves, structural and aggregate composition, water resistance.

ВВЕДЕНИЕ

С плодородием почвы связаны ее пригодность для возделывания культурных растений и

обеспечение их факторами жизни. Удовлетворение потребностей растений в воде, воздухе и питательных веществах осуществляется через почву, а степень их

обеспечения зависит от почвенных свойств и режимов (Плескачев, Гурова, 2006).

Одними из составляющих почвенного плодородия являются агрофизические факторы плодородия, такие как структурно-агрегатный состав, плотность, водные, воздушные и тепловые свойства и режимы почвы (Власова и др., 2015; Ильинская и др., 2012; Денисов и др., 2014; Głab et al., 2016). Изучение влияния различных технологий на агрофизические факторы плодородия представляет определенный научный и практический интерес.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследований являлся чернозем обыкновенный под посевами различных культур в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

Черноземы обыкновенные отличаются рядом ценных агропроизводственных признаков: большой мощностью гумусового горизонта (A + AB) – 90–120 см, глубокой гумусированностью, рыхлым сложением и благоприятным водно-воздушным режимом. Кроме того, они способны к накоплению и удержанию большого количества влаги, доступной для растений (Полуэктов, Цылев, 2016, *Lei et al.*, 2017).

В рамках исследования изучено влияние традиционной технологии и прямого посева на агрофизические факторы плодородия почв под посевами полевых культур. В настоящее время в аграрном производстве одной из первоочередных задач является внедрение ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, к которым в том числе относятся технологии с минимальной, так называемой нулевой, обработкой почвы (Дрепа и др., 2014; Горянин и др., 2017; Рыков и др., 2016).

При изучении влияния технологий возделывания полевых культур на структурно-

агрегатный состав чернозема обыкновенного использовался метод Н. И. Саввинова, водопрочность определялась по методу П. И. Андрианова, влажность – весовым методом в метровом слое почвы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Почвенная вода является основой жизни растений, почвенной фауны и микрофлоры, поскольку они получают воду главным образом из почвы (Вольтерс, Журавлева, 2005; Хитров и др., 2013).

В рамках настоящего исследования определено влияние различных технологий на сохранение и накопление продуктивной влаги в черноземе обыкновенном в зоне неустойчивого увлажнения (табл. 1). Перед прямым посевом кукурузы весной количество продуктивной влаги в пахотном слое составляло 13,6 мм, перед посевом по общепринятой технологии – 10,7 мм. Перед прямым посевом озимого рапса и озимой пшеницы (в конце лета и в начале осени) запасы продуктивной влаги в пахотном слое были несколько выше, чем перед посевом по традиционной технологии, и составляли 15,2 и 17,0 мм соответственно, что имеет существенное значение для появления всходов озимой пшеницы и особенно озимого рапса.

Перед прямым посевом озимого рапса количество влаги в метровом слое было больше, чем перед посевом по традиционной технологии, хотя его также было недостаточно.

При прямом посеве в фазу весеннего кущения озимой пшеницы и стеблевания кукурузы запасы продуктивной влаги увеличились. В пахотном слое под озимой пшеницей и кукурузой они составили 24,0 мм и 23,5 мм, а в метровом – 152,0 мм и 150,0 мм соответственно. В почве под озимым рапсом наблюдалась аналогичная тенденция, разница была незначительной (табл. 1).

Таблица 1. Влияние технологий возделывания полевых культур на запасы продуктивной влаги в почве (2012–2017 гг.), мм

Технологии	Перед севом		Весеннее кущение, стеблевание		Полная спелость	
	0–0,20	0–1,0	0–0,20	0–1,0	0–0,20	0–1,0
озимый рапс						
Прямой посев	15,2	84,2	27,8	160,0	10,5	72,3
Традиционная технология	12,1	79,0	24,9	152,2	9,6	67,9
НСР _{0,5}	1,55	2,6	1,45	3,9	0,45	2,2
кукуруза на зерно						
Прямой посев	13,6	68,9	23,5	150,0	9,8	68,4
Традиционная технология	10,7	63,1	21,1	128,8	6,4	54,8
НСР _{0,5}	1,45	2,9	1,2	10,6	1,7	6,8
озимая пшеница						
Прямой посев	17,0	82,8	24,0	152,0	10,8	71,4
Традиционная технология	13,9	78,5	20,7	148,6	7,5	64,9
НСР _{0,5}	1,55	2,15	1,65	1,7	1,65	3,25

При посеве по традиционной технологии запасы влаги были ниже, однако в фазы стеблевания

кукурузы и весеннего кущения озимой пшеницы они также увеличились.

В фазу полной спелости запасы продуктивной влаги в верхнем слое почвы (0–20 см) были крайне недостаточными. Что касается метрового слоя, то в нем влага была сохранена в минимальном количестве, хотя при прямом посеве было отмечено незначительное увеличение ее запасов.

Анализ структурно-агрегатного состава почвы показал, что наиболее существенные различия появляются в фазу полной спелости культур, когда в результате механического воздействия на почву формируется значительное количество пылевидной фракции.

Перед прямым посевом полевых культур наибольшее количество агрономически ценных агрегатов было отмечено в почве под озимой пшеницей – 78,8%, в почве под кукурузой на зерно и озимым рапсом данный показатель составил 70,2 и 74,8% соответственно. Количество глыбистой фракции было максимальным в почве под кукурузой на зерно и составило 28,0%, в почве под озимым рапсом и озимой пшеницей – 24,0 и 19,8% соответственно (табл. 2).

Таблица 2. Влияние технологий возделывания полевых культур на структурно-агрегатный состав почвы (2012–2017 гг.), %

Фазы роста и развития	Технология	Размеры агрегатов, мм		
		10 и >	10-0,25	<0,25
Перед севом	озимый рапс			
	Прямой посев	24,0	74,8	1,2
	Традиционная технология	26,4	72,0	1,6
	НСР _{0,5}	1,2	1,4	0,2
	кукуруза на зерно			
	Прямой посев	28,0	70,2	1,8
	Традиционная технология	29,9	68,0	2,1
	НСР _{0,5}	0,5	1,1	0,2
	озимая пшеница			
	Прямой посев	19,8	78,8	1,4
	Традиционная технология	23,8	74,4	1,8
	НСР _{0,5}	2,0	2,2	0,2
Весеннее кущение и стеблевание	озимый рапс			
	Прямой посев	19,1	80,1	0,8
	Традиционная технология	22,5	76,5	1,0
	НСР _{0,5}	1,7	1,8	0,1
	кукуруза на зерно			
	Прямой посев	20,2	78,6	1,2
	Традиционная технология	23,3	76,7	1,4
	НСР _{0,5}	1,6	1,0	0,1
	озимая пшеница			
	Прямой посев	12,9	86,1	1,0
	Традиционная технология	19,6	79,2	1,2
	НСР _{0,5}	3,4	3,5	0,1
Полная спелость	озимый рапс			
	Прямой посев	31,8	68,2	1,2
	Традиционная технология	33,6	64,1	2,3
	НСР _{0,5}	0,9	2,2	0,6
	кукуруза на зерно			
	Прямой посев	35,1	62,5	2,4
	Традиционная технология	37,0	60,2	2,8
	НСР _{0,5}	0,9	1,2	0,2
	озимая пшеница			
	Прямой посев	31,3	70,4	2,0
	Традиционная технология	30,3	66,1	2,6
	НСР _{0,5}	0,5	2,15	0,3

При традиционной технологии количество агрономически ценных агрегатов было несколько ниже (68,0–74,4%). Наибольшее количество пылевидной фракции было отмечено в почве под кукурузой на зерно и составило 2,1%. Это обусловлено тем, что данная почва подвергалась интенсивному механическому воздействию, что привело к образованию пылевидной фракции. Количество глыбистой фракции также было больше при традиционной технологии возделывания культур (23,8–29,9%).

В фазу весеннего кущения и стеблевания полевых культур количество агрономически ценных агрегатов увеличилось как при прямом посеве, так и при традиционной технологии. При прямом посеве наибольшее количество агрономически ценных агрегатов было отмечено в почве под озимой пшеницей и составило 86,1%, что больше на 6% больше по сравнению с почвой под озимым рапсом и на 13,5% больше, чем в почве под кукурузой на зерно.

Наибольшее количество глыбистой фракции было отмечено в почве под кукурузой на зерно (20,2%), количество пылевидной фракции было несколько меньше (0,8–1,2%).

При традиционной технологии количество агрономически ценных агрегатов также увеличилось,

однако было меньше, чем при прямом посеве. Наибольшее количество было отмечено в почве под озимой пшеницей (79,2%). Количество пылевидной фракции варьировалось в пределах 2,0–2,4%.

К фазе полной спелости количество агрономически ценных агрегатов уменьшилось: при прямом посеве оно находилось в пределах 62,5–70,4%, а при традиционной технологии — 60,2–66,15 %. Наиболее высокие показатели были отмечены в почве под озимой пшеницей. Количество пылевидной фракции увеличилось по сравнению с фазой весеннего кущения и стеблевания. При традиционной технологии в указанный период данные показатели были почти в два раза выше.

Количество глыбистой фракции увеличилось к фазе полной спелости.

Водопрочность приобретает почвенными агрегатами в результате скрепления механических частиц органическими и коллоидными веществами, что позволяет агрегатам не распыляться под воздействием воды.

Водопрочность почвенных агрегатов перед прямым посевом составляла 62,7–69,8%, перед посевом по традиционной технологии – 64,8–68,9%. В обоих случаях это соответствует хорошей водопрочности структуры (рис. 1).

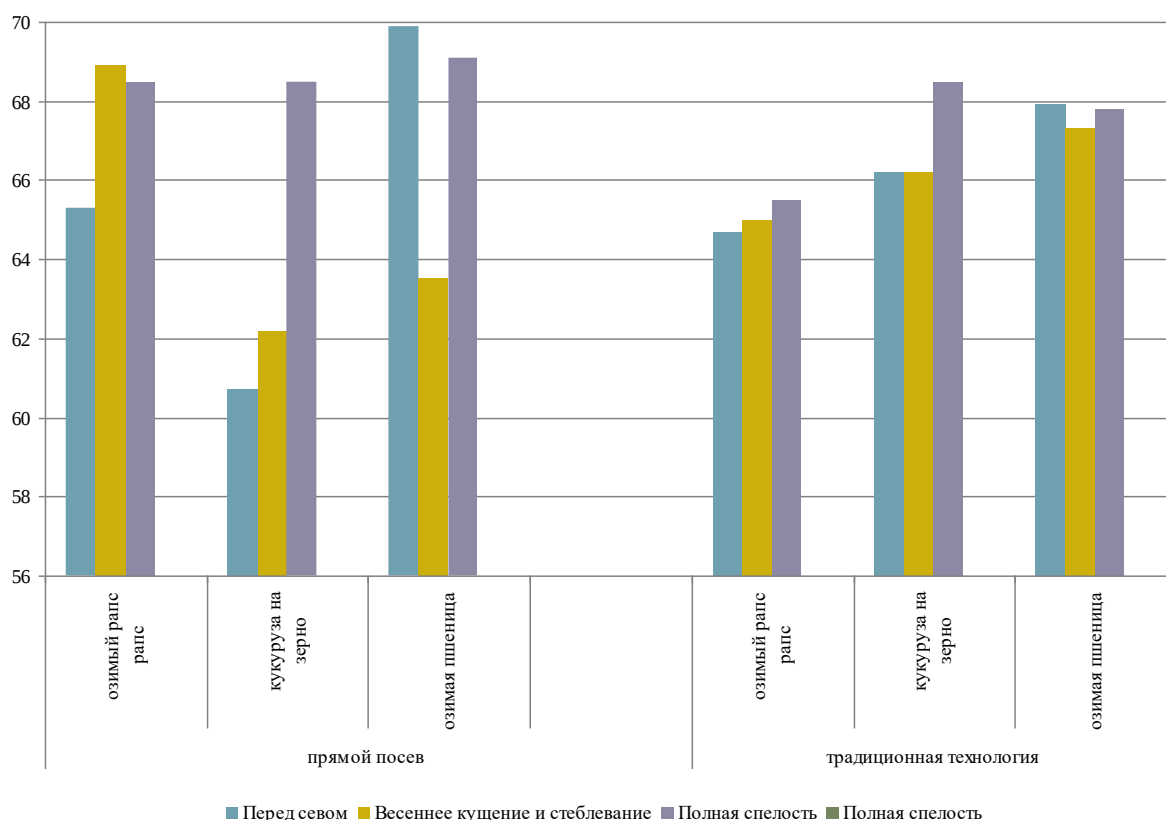


Рис. 1. Водопрочность почвенных агрегатов в зависимости от технологии возделывания полевых культур в различные фазы роста и развития, %

Водопрочность почвенных агрегатов в фазу кущения озимой пшеницы и озимого рапса увеличивалась и достигла 68–72% при прямом посеве и 66–70,1% при посеве по традиционной технологии. Существенной разницы между показателями не наблюдалось. Из этого следует, что технология возделывания полевых культур не оказывает значительного влияния на водопрочность почвенных агрегатов.

К фазе полной спелости водопрочность почвенных агрегатов уменьшилась и до 62,1–68,3% при прямом посеве и до 66,0–64,2% при традиционной технологии.

Перед прямым посевом полевых культур коэффициент структурности составлял 2,3–3,7, перед

посевом по традиционной технологии данный показатель был несколько ниже и находился в пределах 2,1–2,9 (рис. 2). К фазе стеблевания и весеннего кущения коэффициент структурности увеличился и при прямом посеве составил 3,6–6,1, а при традиционной технологии – 3,1–3,8. К фазе полной спелости коэффициент структурности уменьшился как при прямом посеве, так и при традиционной технологии, однако при традиционной технологии он был несколько меньше и находился в пределах 1,5–1,8. Наибольшие высокие значения коэффициента структурности были отмечены в фазу весеннего кущения и стеблевания полевых культур, причем при прямом посеве они были больше, чем при традиционной технологии.

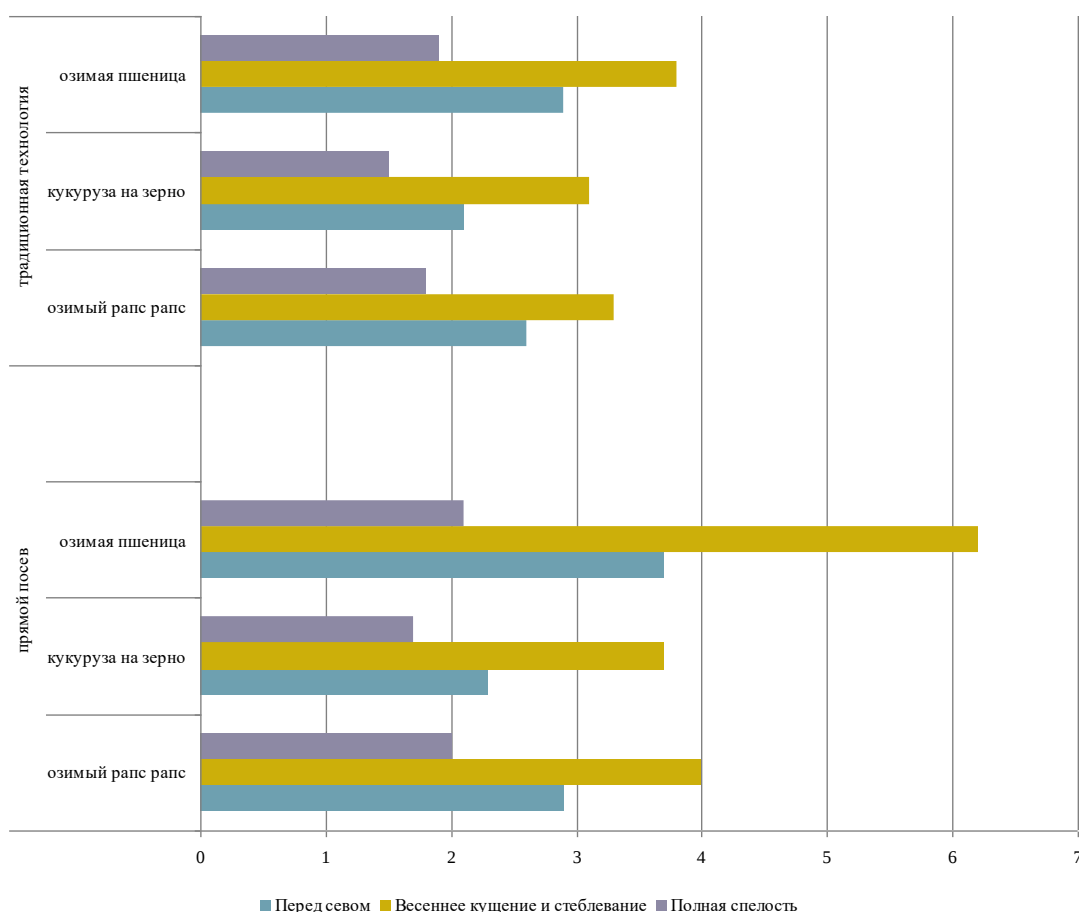


Рис. 2. Коэффициент структурности в зависимости от технологии возделывания полевых культур в различные фазы роста и развития

Возделываемые культуры оказывают существенное влияние на плотность почвы.

Культуры с мощной корневой системой, особенно стержнекорневые растения, в большей степени способствуют разрыхлению почвы, чем культуры с мочковатой корневой системой, что положительно сказывается на водо- и воздухопроницаемости, водоудерживаемости, аэрации почвы, жизнедеятельности почвенной биоты и т.д. Всё это в комплексе оказывает положительное влияние на потенциальное и эффективное плодородие почвы.

Перед прямым посевом плотность почвы под озимым рапсом в слое 0–10 см составляла 0,96 г см⁻³.

По мере углубления она увеличивалась и в слоях 10–20 и 20–30 см составила 1,18 и 1,25 г см⁻³ соответственно (табл. 3). В фазу стеблевания озимого рапса плотность почвы существенно повысилась в слое 0–10 см и составила 1,18 г см⁻³, в слоях 10–20 и 20–30 см она увеличилась незначительно. В фазу полной спелости озимого рапса плотность в верхнем 10-сантиметровом слое почвы достигла 1,22 г см⁻³, а в слоях 10–20 и 20–30 см – 1,25 и 1,31 г см⁻³ соответственно. Данные показатели свидетельствуют о том, что при прямом посеве озимого рапса не наблюдалось чрезмерного уплотнения почвы и что плотность находилась в пределах оптимальных значений.

Таблица 3. Влияние технологий возделывания полевых культур на плотность почвы (2012-2017 гг.), г см⁻³

Фазы роста и развития	Технология	Слой почвы, см		
		0,0–0,10	0,10–0,20	0,20–0,3
Перед севом	озимый рапс			
	Прямой посев	0,96	1,17	1,25
	Традиционная технология	1,11	1,23	1,20
	кукуруза на зерно			
	Прямой посев	1,0	1,17	1,26
	Традиционная технология	1,1	1,18	1,28
	озимая пшеница			
	Прямой посев	1,0	1,18	1,27
	Традиционная технология	1,11	1,21	1,23
Весеннее кущение и стебление	озимый рапс			
	Прямой посев	1,18	1,21	1,26
	Традиционная технология	1,23	1,26	1,31
	кукуруза на зерно			
	Прямой посев	1,18	1,2	1,28
	Традиционная технология	1,20	1,25	1,31
	озимая пшеница			
	Прямой посев	1,18	1,25	1,28
	Традиционная технология	1,21	1,28	1,30
Полная спелость	озимый рапс			
	Прямой посев	1,22	1,25	1,31
	Традиционная технология	1,20	1,23	1,32
	кукуруза на зерно			
	Прямой посев	1,20	1,25	1,30
	Традиционная технология	1,23	1,20	1,23
	озимая пшеница			
	Прямой посев	1,21	1,27	1,30
	Традиционная технология	1,23	1,29	1,32

Кукуруза относится к культурам с мочковатой корневой системой, однако её корневая система настолько развита, что она оказывает более сильное разрыхляющее воздействие на почву, чем любая культура со стержневой корневой системой. Сопоставление значений плотности почвы под озимым рапсом и кукурузой подтверждает, что при прямом посеве плотность почвы под кукурузой была более оптимальной, чем почвы под озимым рапсом. Озимая пшеница по степени влияния на плотность почвы занимает промежуточное положение между озимым рапсом и кукурузой на зерно.

Что касается общепринятой технологии, то значения плотности почвы под озимым рапсом, кукурузой на зерно и озимой пшеницей свидетельствуют о том, что интенсивное механическое воздействие на почву при возделывании указанных культур приводит к образованию определенного количества пылевидной фракции, что обуславливает повышение плотности почвы. Однако данное увеличение плотности практически не оказывает влияния на плодородие, поскольку ее показатели, как и при прямом посеве, находятся в пределах оптимальных значений.

Результаты исследования показали, что значения плотности почвы в зоне неустойчивого увлажнения несколько ниже, чем в засушливых условиях. Следовательно, в условиях зоны неустойчивого увлажнения почва более оструктурена в результате поступления в неё при возделывании полевых культур большого количества органического вещества в виде растительных остатков.

ВЫВОДЫ

1. Во все фазы развития культур при прямом посеве отмечены более высокие показатели запаса продуктивной влаги по сравнению с традиционной технологией. Запасы продуктивной влаги достигли максимального значения в фазу кущения и стеблевания, как при прямом посеве, так и при традиционной технологии. В почве под озимой пшеницей при прямом посеве данный показатель составил 24,0 мм в пахотном слое и 152,0 мм в метровом слое, а при традиционной технологии – 20,7 мм и 148,6 мм соответственно, разница оказалась несущественной.

2. При общепринятой технологии наблюдались те же закономерности, что и при прямом посеве: уменьшение количества агрономически ценных агрегатов и увеличение количества глыбистой фракции.

Особо следует отметить формирование значительно большего количества пылевидной фракции. В зоне неустойчивого увлажнения ее наличие может привести к таким негативным явлениям, как эрозия и дефляция.

3. Водопрочность почвенных агрегатов увеличилась в фазу кущения озимой пшеницы и озимого рапса и составила 68–72% при прямом посеве и 66–70,1% при традиционной технологии, что свидетельствует о том, что технология возделывания не оказывает существенного влияния на водопрочность почвенных агрегатов.

4. Значения плотности почвы под озимым рапсом, кукурузой на зерно и озимой пшеницей при общепринятой технологии свидетельствуют о том, что интенсивное механическое воздействие на почву при возделывании указанных культур приводит к образованию определенного количества пылевидной фракции, что обуславливает повышение плотности почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Власова О. И., Дорожко Г. Р., Передериева В. М. Основы адаптивно-дифференцированной обработки почвы // Вестник АПК Ставрополя. 2015. № 52. С. 45–52.
- Вольтерс И. А., Журавлева Е. Н. Биологическая активность почвы в зависимости от предшествующих культур и основной обработки почвы в зоне достаточного увлажнения // Актуальные вопросы экологии и природопользования Международная научно-практическая конференция. 2005. С. 160–162.
- Горянин О.И., Щербина Е. В., Медведев И.Ф. Влияние технологических систем на водный режим почвы в степном Заволжье // Аграрный научный журнал. 2017. № 4. С. 16–20.
- Денисов Е. П., Солодовников А. С., Линьков А. С., Четвериков Ф. П. Агрофизические процессы формирования запасов продуктивной влаги // Аграрный научный журнал. 2014. № 8. С. 10–15.
- Дрепа Е. Б., Хитров Е. В., Экзиков М. Б. Эффективность применения прямого посева в зоне неустойчивого увлажнения // Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе. 78-я научно-практическая конференция. 2014. С. 83–85.
- Ильинская И. Н., Сафонова И. В., Батищев В. И. Сравнительная оценка агрофизических свойств почв Центральной орошаемой зоны Ростовской области // Агрофизика. 2012. № 2(6). С. 50–59.
- Плескачев Ю. Н., Гурова О. Н. Системы сухого земледелия необходимо совершенствовать // Земледелие. 2006. № 1. С. 3–4.
- Полужтков Е.В., Цвылев Е.М. Почвенно-земельные ресурсы Ростовской области: монография // Новочеркасск: УПЦ «НАБЛА» ЮРГТУ (НПИ), 2008. 355 с.
- Рыков В. Б., Камбулов С. И., Камбулов И. А. Изменение плотности почвы при различных технологиях обработки почвы // Вестник АПК Ставрополя. 2016. № 1 (21). С. 38–43.
- Хитров Е., Экзиков М., Захаров А., Кацевич Э., Перевертайло А., Дрепа Е. Б. Влияние технологии возделывания на основные физические свойства почв // Образование. Наука. Производство. 77-я научно-практическая конференция. 2013. С. 208–209.
- Głąb T., Pużyńska K., Pużyński S., Palmowska J., Kowalik K. Effect of organic farming on a Stagnic Luvisol soil physical quality // Geoderma, 2016, v. 282, pp. 16–25.
- Lei M., Sun M., Gao Z., Xue L., Yang Z. Effects of subsoiling during the fallow period and timely sowing on water storage and wheat yield of dryland // Scientia Agricultura Sinica, 2017, v. 50(15), pp. 2904–2915.

REFERENCES

- Vlasova O. I., Dorozhko G. R., Perederieva V. M. Osnovy adaptivno-differencirovannoj obrabotki pochvy [Basics of adaptive-differentiated tillage] // Vestnik APK Stavropol'ya, 2015, no. 52, pp. 45–52.
- Vol'ters I. A., Zuravleva E. N. Biologicheskaya aktivnost' pochvy v zavisimosti ot predshestvuyushchih kul'tur i osnovnoj obrabotki pochvy v zone dostatochnogo uvlazhneniya [Biological activity of the soil depending on the previous crops and the main tillage in the zone of sufficient moisture]. Aktual'nye voprosy ehkologii i prirodoopol'zovaniya Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya, 2005, pp. 160–162.
- Drepa E. B., Hitrov E. V., Ekzekov M. B. Effektivnost' primeneniya pryamogo poseva v zone neustojchivogo uvlazhneniya [The effectiveness of direct sowing in the zone of unstable moisture]. Sovremennye resursosberegayushchie innovacionnye tekhnologii vozdel'yvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur v Severo-Kavkazskom federal'nom okruge. 78-ya nauchno-prakticheskaya konferenciya. 2014, pp. 83–85.
- Il'inskaya I. N., Safonova I. V., Batishchev V. I. Sravnitel'naya ocenka agrofizicheskikh svoystv pochv Central'noj oroshaemoj zony Rostovskoj oblasti [Comparative assessment of agrophysical properties of soils in the Central irrigated zone of Rostov region] // Agrofizika, 2012, no. 2 (6), pp. 50–59.
- Pleskachev Yu. N., Gurova O. N. Sistemy suhogo zemledeliya neobhodimo sovershenstvovat' [Dry farming systems need to be improved] // Zemledelie, 2006, no. 1, pp. 3–4.
- Poluehktov E.V., Cyulev E.M. Pochvenno-zemel'nye resursy Rostovskoj oblasti: monografiya [Soil and land resources of the Rostov region: monograph]. Novocherkassk: UPC «NABLA» YURGTU (NPI), 2008. 355 p.
- Hitrov E., EHkzekov M., Zaharov A., Kacevich EH., Perevertajlo A., Drepa E. B. Vliyanie tekhnologii vozdel'yvaniya na osnovnye fizicheskie svoystva pochv [Influence of cultivation technology on the basic physical properties of soils]. Obrazovanie. Nauka. Proizvodstvo. 77-ya nauchno-prakticheskaya konferenciya, 2013, pp. 208–209.