

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-3-83-93>

УДК 633:[631.559:631.51:631.445.4]



Влияние различных способов обработки почвы на агрофизические свойства выщелоченного слитого чернозема и урожайность сельскохозяйственных культур

О.А. Благополучная✉, Н.И. Мамсиров

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Майкопский государственный технологический университет»;
г. Майкоп, Российская Федерация,
✉blagopoluchnaya@list.ru*

Аннотация. Введение. Существенное влияние на агрофизические свойства почвы оказывает выбор способа обработки. **Цель исследований.** Изучение влияния отвальных и безотвальных способов обработки почвы на агрофизические показатели (запасы продуктивной влаги, плотность сложения, агрегатный состав), а также урожайность сельскохозяйственных культур. **Методы.** Научную работу проводили на полях Адыгейского научно-исследовательского института в 2015-2018 гг., почва которых представлена слитым черноземом, в севообороте при чередовании пропашных, озимых зерновых и бобовых культур. Схема опыта включала четыре варианта: 1. Вспашка (ПН-4-35) (контроль). 2. Чизельная обработка (ПЧ-2,5). 3. Мелкая обработка (КПЭ-3,8). 4. Поверхностная обработка (БДМ-4). **Результаты.** В исследованиях установлено, что наибольшие запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы отмечены на вариантах с постоянной поверхностной обработкой 85,5-138,5 мм; с ежегодной обработкой противозерозионным культиватором 85,1-138,1 мм. Плотность сложения почвы не превышала оптимальных значений в слое почвы 0-40 см 1,03-1,23 г/см³. Применение чизельной обработки обеспечило более рыхлое сложение почвы (объемная масса 1,1 г/см³) в отличие от отвальной и поверхностной обработок, где почва была более плотной – 1,20 г/см³. Наибольшее количество агрономически ценных агрегатов 2,5-10 мм в посевном слое почвы отмечено на варианте с постоянной чизельной обработкой на посевах кукурузы на силос 66,0 %. Наиболее глыбистая структура почвы обозначена на варианте с постоянной обработкой КПЭ-3,8 – 45,1 % по пшенице озимой. Ежегодная вспашка, оказала наиболее благоприятное влияние на урожайность возделываемых культур. При обработках почвы без оборота пласта происходило снижение урожайности: чизелевание на 2,4 %, КПЭ-3,8 – 6,2 %, дисковая борона – 8,5 %. **Заключение.** В результате многолетних исследований установлено, что применение обработок почвы без оборота пласта не оказало негативного влияния на агрофизические свойства почвы.

Ключевые слова: способы обработки почвы, чизелевание, отвальная обработка, мелкая обработка, поверхностная обработка, агрофизические показатели, плотность сложения почвы, структурно-агрегатный состав, мезоагрегаты, макроагрегаты, урожайность

Для цитирования: Благополучная О.А., Мамсиров Н.И. Влияние различных способов обработки почвы на агрофизические свойства выщелоченного слитого чернозема и урожайность сельскохозяйственных культур. *Новые технологии / New technologies.* 2026; 22(3):83-93. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-3-83-93>

The effect of different soil tillage methods on the agrophysical properties of leached compact chernozem and crop yields

O.A. Blagopoluchnaya✉, N.I. Mamsirov

Maykop State Technological University;
Maikop, the Russian Federation,
✉blagopoluchnaya@list.ru

Abstract. Introduction. The choice of tillage method significantly influences the agrophysical properties of soil. **The goal of the research** was to study the impact of moldboard and non-moldboard tillage methods on agrophysical parameters (productive moisture reserves, bulk density, aggregate composition), as well as crop yields. **The methods.** The research was carried out in the fields of the Adygh Research Institute in 2015-2018. The soils of the Institute are represented by compact chernozem, in a crop rotation with alternating row crops, winter grains and legumes. The experimental design included four options: 1. Plowing (PN-4-35) (control). 2. Chisel cultivation (PC-2.5). 3. Shallow cultivation (KPE-3.8). 4. Surface cultivation (BDM-4). **The results.** The research established that the largest reserves of productive moisture in the meter-deep soil layer were noted in the options with constant surface cultivation of 85.5-138.5 mm; with annual cultivation with an anti-erosion cultivator 85.1-138.1 mm. The soil bulk density did not exceed the optimal values in the 0-40 cm soil layer (1.03-1.23 g/cm³). The use of chisel tillage ensured a looser soil structure (bulk density of 1.1 g/cm³) in contrast to moldboard and surface tillage, where the soil was denser - 1.20 g/cm³. The highest amount of agronomically valuable aggregates of 2.5-10 mm in the seed layer of the soil was noted in the variant with constant chisel tillage for corn crops for silage (66.0 %). The most blocky soil structure was noted in the variant with constant tillage KPE-3.8-45.1 % for winter wheat. Annual plowing had the most favorable effect on the yield of cultivated crops. With non-inversion tillage, yields decreased: chisel tillage by 2.4 %, KPE-3.8 by 6.2 %, and disc harrow by 8.5 %. **Conclusion.** Long-term research has shown that non-inversion tillage does affect the agrophysical properties of the soil.

Keywords: tillage methods, chisel tillage, moldboard tillage, shallow tillage, surface tillage, agrophysical parameters, soil bulk density, structural-aggregate composition, mesoaggregates, macroaggregates, yield.

For citation: Blagopoluchnaya O.A., Mamsirov N.I. The effect of different soil tillage methods on the agrophysical properties of leached compact chernozem and crop yields. *Novye Tehnologii / New Technologies*. 2026; 22(3):83-93. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-3-83-93>

Введение. Одним из важных агротехнических приемов для повышения урожайности сельскохозяйственных культур является обработка почвы. Выбор способа обработки почвы существенно влияет на ее агрофизические показатели (плотность сложения, структурно-агрегатный состав, пористость, водопроницаемость) [1, с. 43; 2, с.133; 3, с. 33]. Влияние различных систем обработки почвы на объемную массу, агрегатный состав слитых чернозёмов в севообороте зависит от конкретных условий: типа чернозёма, вида обработки, типа севооборота, уровня удобрённости и других факторов [4, с. 1169; 5, с. 135]. Исследования показывают неоднозначные результаты, и мнения исследователей расходятся [6, с. 3; 7, с. 16; 8, с. 150].

Выбор способа обработки почвы – сложный процесс, который требует учёта многих факторов и проведения исследований в конкретных агроэкологических и климатических условиях [9, с. 109; 10, с. 50; 11, с. 10; 12, с. 63].

Цель исследований: изучить влияние отвальных и безотвальных способов обработок на агрофизические показатели почвы и урожайность сельскохозяйственных культур.

Задачи опыта: определение влияния ресурсосберегающих способов обработки почвы на её физическое состояние, а именно: на запасы продуктивной влаги, плотность сложения и структуру (агрегатный состав); прослеживание связей между этими изменениями в почве и итоговой урожайностью возделываемых культур.

Материалы и методы исследований. Опыты по изучению влияния разноглубинных обработок почвы на агрофизические показатели проводили на полях Адыгейского НИИСХ в 2015-2018 гг.

Почвы – чернозем слитой тяжелой по механическому составу, с содержанием в слое почвы 0-30 см: гумуса – 4,37 %, подвижного фосфора – 40,4 мг/кг почвы, pH солевой вытяжки 5,6 (слабокислая).

Место проведения научных экспериментов расположено в зоне умеренного климата. Одной из ключевых особенностей региона является неустойчивый режим увлажнения. В среднем здесь выпадает от 780 до 800 мм осадков в год, однако их распределение часто бывает неравномерным.

Опыт закладывался по методике Б.А. Доспехова [13, с. 67-69], в четырехкратной повторности, расположение делянок рендомизированное, площадь делянки 210 м².

В период исследований проводилось определение следующих агрофизических показателей почвы:

- влажности почвы проводили весовым методом на глубину 0-100 см по слоям 0-10, 10-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 см [14, с. 56-58];
- объемной массы почвы по методу Н.А. Качинского в слоях 0-10, 15-25, 30-40 см [15, с. 94-96];
- структурно-агрегатного состава почвы, путем фракционирования на ситах в воздушно-сухом состоянии образцов почвы по методу Н.И. Савинова [14, с. 34-36].

Результаты исследований. Исследование проведено в условиях, характерных для зоны неустойчивого увлажнения. Продуктивная влага определялась в метровом слое почвы (0-100 см) – критическом для большинства сельскохозяйственных культур, поскольку именно здесь сосредоточена основная масса активно функционирующих корневых систем.

Исследуемые способы обработки почвы оказали заметное влияние на влажность почвы (табл. 1). По результатам исследований отмечено, что наибольшие стартовые запасы влаги при посеве зафиксированы на вариантах с поверхностной и мелкой обработкой – 125,9 мм (БДМ-4) и 120,3 мм (КПЭ-3,8), что на 30-30,5 % выше, чем на вспашке (96,5 мм). Это объясняется минимальным нарушением капиллярной структуры почвы, снижением испарения и лучшим сохранением влаги, накопленной в осенне-зимний период.

Критическое падение влагозапасов к уборке отмечено на всех вариантах (до 10,2-13,9 мм), что свидетельствует об экстремальных засушливых условиях вегетационного периода. Минимальные потери относительно: на поверхностной обработке запас снизился до 10,2 мм (потеря 91,9 %), на вспашке – до 13,9 мм (потеря 85,6 %). В итоге установлено, что поверхностные обработки обеспечивают лучшую влагообеспеченность в начальный период, но не предотвращают критического иссушения почвы к уборке в условиях сильной засухи.

Схема опыта Experimental design

Кукуруза на силос	Озимая пшеница	Клевер I года жизни	Клевер II года жизни
Вспашка 25-27 см	Вспашка 20-22 см	Вспашка 25-27 см	
Чизелевание 40 см	Чизелевание 30 см	Чизелевание 40 см	
Мелкая обработка КПЭ-3,8	Мелкая обработка	Мелкая обработка	
14-16 см	КПЭ-3,8	КПЭ-3,8	
	16-18 см	14-16 см	
Поверхностная обработка	Поверхностная обработка	Поверхностная обработка	Весеннее
БДМ-4	БДМ-4	БДМ-4	боронование
8-10 см	10-12 см	8-10 см	

Таблица 1. Запасы продуктивной влаги, мм
Table 1. Productive moisture reserves, mm

Способ обработки почвы	Слой почвы, см	Содержание продуктивной влаги							
		Кукуруза на силос		Озимая пшеница		Клевер I года жизни		Клевер II года жизни	
		посев	уборка	посев	уборка	посев	1-й укос	начало отрастания	1-й укос
Вспашка	0-100	96,5	13,9	69,9	27,4	87,4	56,9	140,9	38,7
Чизелевание	0-100	89,9	11,9	82,5	28,6	81,8	53,3	143,0	45,8
Мелкая обработка КПЭ-3,8	0-100	120,3	10,9	85,1	24,6	94,4	52,7	138,1	36,9
Поверхностная обработка БДМ-4	0-100	125,9	10,2	92,4	25,4	85,5	55,6	138,5	37,5

Анализ влагообеспеченности посевов озимой пшеницы показал, что в период сева максимальные влагозапасы отмечались на варианте с поверхностной обработкой – 92,4 мм, минимальные – на вспашке (69,9 мм). Разница между экстремальными значениями составляет 22,5 мм (или 32,2 %).

К моменту полной спелости зерна ситуация в метровом слое почвы изменилась в зависимости от способа обработки. Наименьшие показатели влажности зафиксированы на варианте с мелкой обработкой – 24,6 мм (15,4 % от ППВ). Лучший остаточный запас фиксируется при чизелевании – 28,6 мм (16,7 % от ППВ), что выше вспашки на 4,4 %. Это указывает на более экономное расходование влаги растениями на безотвальном фоне. Установлено, что чизелевание обеспечивает устойчивое преимущество по сравнению со вспашкой как в начальной, так и в конечной фазах.

Запасы продуктивной влаги в период сева клевера были удовлетворительными и составляли 81,8-94,4 мм. Наибольшая стартовая влагообеспеченность – на поверхностной обработке (85,5 мм) и мелкой (94,4 мм), наименьшая – на чизелевании (81,8 мм). Динамика снижения влаги к 1-му укосу варьирует от 52,7 мм (мелкая обработка) до 56,9 мм (вспашка). Потери составили 38-45 % от начальных запасов. Интересный факт: при вспашке потери абсолютные – 30,5 мм, при поверхностной – 29,9 мм, то есть различия минимальны, что

говорит о нивелирующей роли развитого травостоя к моменту уборки.

В период отрастания растений клевера второго года жизни максимальное накопление влаги к началу отрастания наблюдается при чизелевании – 143,0 мм (89,4 % от ППВ), что на 2,9-3,6 % выше, чем при мелкой и поверхностной обработках (138,1-138,5 мм) и на 1,5 % выше вспашки (140,9 мм).

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см считаются «хорошими» при показателях 160-130 мм, «удовлетворительными» – 130-90 мм по шкале А.Ф. Вадюниной, З.А. Корчагиной [16, с. 146-152]. В изучаемых вариантах, в данном слое запасы влаги в период посева, можно оценить в среднем по всем культурам как удовлетворительные.

Плотность сложения (объемная масса) почвы – ключевой агрофизический показатель: это масса единицы объема абсолютно сухой почвы в её естественном, ненарушенном состоянии (обычно выражают в г/см³ или т/м³). Оптимальная плотность – 1,0-1,3 г/см³; свыше 1,4-1,5 г/см³ – критично для большинства культур.

Плотность сложения почвы влияет на доступ воды и воздуха (в плотной почве хуже водопроницаемость и аэрация); рост корней (уплотнение механически мешает их развитию); активность микроорганизмов (из-за нехватки кислорода снижается разложение органики); тепловой режим (плотная почва медленнее прогревается); эрозию и

обработку (растёт риск смыва плодородного слоя и энергозатраты на обработку).

Объёмная масса почвы в период полных всходов растений кукурузы на всех вариантах варьировала: в слое почвы 0-10 см 0,93-0,99 г/см³, 15-25 см 1,16-1,30 г/см³, 30-40 см 1,25-1,31 г/см³ (табл. 2). В фазу выметывания мужских соцветий отмечается небольшое уплотнение верхнего слоя 0-10 см на всех вариантах обработок под влиянием междурядных культиваций и снижения влажности в этом слое.

Анализ плотности почвы в посевах озимой пшеницы показал, что в фазу выхода в трубку наиболее рыхлое сложение посевного слоя было зафиксировано на варианте со вспашкой – 0,87 г/см³. При использовании чизельной обработки плотность составила 0,90 г/см³, а при обработке КПЭ-3,8 и БДМ-4 – 0,91 г/см³.

К моменту полной спелости зерна наблюдалось уплотнение почвы: в слое 0-10 см показатели возросли до 1,02-1,07 г/см³ независимо от способов обработки.

В посеве клевера (полные всходы) объёмная масса мало различалась по вариан-

там обработок и составляла в слое 0-10 см 0,83-0,91 г/см³, 15-25 см 1,10-1,13 г/см³, 30-40 см 1,15-1,16 г/см³. Перед первым укосом плотность почвы мало различалась в зависимости от способов обработки в слоях 0-10 см и 15-25 см. За период, прошедший между двумя отборами, в посевном слое отмечалось уплотнение почвы на всех вариантах обработки на 0,13-0,23 г/см³.

Применение поверхностной и мелкой обработки почвы (8-10 и 14-16 см) способствовало разуплотнению нижнего слоя (30-40 см): объёмная масса здесь снизилась на 0,12-0,13 г/см³. В течение вегетации показатели плотности почвы в пахотном горизонте (0-40 см) сохранялись на оптимальном уровне, обеспечивая благоприятные условия для вегетации культур.

Плотность почвы в слоях 0-10, 15-25, 30-40 см в посеве клевера второго года жизни на всех вариантах при определении перед первым и вторым укосом не имела значительных различий, за исключением слоя 15-25 см по трехлетнему чизелеванию на 0,12 и 0,19 г/см³ меньше, чем по трехлетней вспашке.

Таблица 2. Объёмная масса почвы в условиях опыта, г/см³
Table 2. Bulk density of soil under experimental conditions, g/cm³

Способ обработки почвы	Слой почвы, см	Культуры севооборота							
		кукуруза на силос		озимая пшеница		клевер I-года жизни		клевер II-года жизни	
		полные всходы	выметывание	выход в трубку	полная спелость	полные всходы	1-й укос	1-й укос	2-й укос
Вспашка	0-10	0,99	1,12	0,87	1,06	0,91	1,09	1,03	1,12
	15-25	1,29	1,23	1,11	1,15	1,13	1,15	1,24	1,24
	30-40	1,30	1,28	1,18	1,14	1,16	1,19	1,19	1,25
	0-40	1,19	1,21	1,05	1,12	1,07	1,14	1,15	1,20
Чизелевание	0-10	0,96	1,05	0,90	1,07	0,83	1,06	1,01	1,10
	15-25	1,16	1,16	1,08	1,13	1,10	1,14	1,12	1,05
	30-40	1,19	1,18	1,11	1,14	1,16	1,18	1,19	1,15
	0-40	1,10	1,13	1,03	1,11	1,03	1,13	1,11	1,10
Мелкая обработка КПЭ-3,8	0-10	0,98	1,10	0,82	1,02	0,83	1,06	1,00	1,10
	15-25	1,24	1,21	1,07	1,13	1,12	1,13	1,13	1,11
	30-40	1,25	1,23	1,13	1,11	1,15	1,04	1,17	1,13
	0-40	1,16	1,18	1,01	1,09	1,03	1,08	1,10	1,11
Поверхностная обработка БДМ-4	0-10	0,93	1,15	0,91	1,02	0,91	1,04	1,05	1,10
	15-25	1,30	1,26	1,09	1,13	1,13	1,12	1,19	1,14
	30-40	1,31	1,28	1,10	1,15	1,15	1,05	1,19	1,22
	0-40	1,18	1,23	1,03	1,10	1,06	1,07	1,14	1,15

Оптимальные показатели плотности черноземов слитых выщелоченных 1,00-1,27 г/см³ [17, с. 17-23]. В наших многолетних исследованиях плотность сложения слоя почвы 0-40 см изменялась в пределах по вспашке – 1,08-1,20 г/см³, чизелеванию – 1,07-1,11, по мелкой обработке – 1,04-1,17, по поверхностной – 1,06-1,20 г/см³. Полученные данные показывают, что применение в качестве основной обработки почвы безотвальных способов не превышало оптимум плотности почвы.

По результатам многолетних исследований, структурный состав чернозема слитого выщелоченного характеризуется как хороший. Анализ структурного состояния почвы в период выметывания соцветий кукурузы показал существенные различия в зависимости от способа обработки. В слое 0-10 см содержание агрономически ценных агрегатов (10-0,25 мм) варьировало от 54,5 до 66,0 %. Наилучшие показатели были зафиксированы по чизельной обработке (66,0 %), что также обеспечило максимальный коэффициент структурности – 1,94. В сравнении со вспашкой (60,1 %), использование противоэрозионного культиватора и

тяжелой дисковой бороны показали более низкие результаты – 55,0 % и 54,5 % соответственно (табл. 3)

Агрегатно-структурный анализ почвы в посевах пшеницы (слой 0-10 см) показал заметные различия в зависимости от способа обработки. Максимальное содержание мезоагрегатов (0,25-10,0 мм) отмечено на варианте с отвальной обработкой 63,1 %. Применение дисковой бороны дало наименьший результат, снизив этот показатель до 36,1 %.

Исследование структурно-агрегатного состояния почвы под посевами клевера первого года жизни в пахотном слое 0-10 см продемонстрировало выраженную вариабельность показателей в зависимости от применяемой системы механической обработки, при этом отмечена тенденция к большей стабильности структурных характеристик в вариантах с минимальной антропогенной нагрузкой. Максимальная концентрация водопрочных агрегатов в интервале размеров 0,25-10 мм, относимых к категории агрономически ценных, отмечена при применении поверхностной обработки (63,9 %) и чизелевания (62,6 %).

Таблица 3. Структурно-агрегатный состав почвы в слое 0-10 см в опыте, %
Table 3. Structural and aggregate composition of soil in the 0-10 cm layer in the experiment, %

Культуры севооборота	Размер агрегатов, мм	Способ обработки почвы			
		вспашка	чизелевание	мелкая обработка	поверхностная обработка
Кукуруза на силос	>10,0	37,2	32,5	42,0	43,7
	10,0-0,25	60,1	66,0	55,0	54,5
	<0,25	2,7	1,5	3,0	1,8
	коэффициент структурности	1,51	1,94	1,22	1,20
Пшеница озимая	>10,0	34,7	44,8	45,1	36,1
	10,0-0,25	63,1	53,4	53,0	62,2
	<0,25	2,2	1,8	1,9	1,7
	коэффициент структурности	1,70	1,14	1,13	1,64
Клевер I года жизни	>10,0	43,5	37,0	40,2	35,5
	10,0-0,25	55,7	58,2	58,4	63,6
	<0,25	1,3	4,8	1,4	0,6
	коэффициент структурности	1,24	1,39	1,40	1,77
Клевер II года жизни	>10,0	26,1	33,1	33,8	35,2
	10,0-0,25	71,4	62,6	64,2	64,0
	<0,25	2,5	4,3	2,0	0,8
	коэффициент структурности	2,49	1,67	1,72	1,78

Исследование почвы под клевером первого года жизни в том же слое (0-10 см) показало более стабильные результаты. Лучшие показатели по количеству ценных агрегатов зафиксированы по поверхностной (63,9 %) и чизельной (62,6 %) обработках, тогда как вспашка и мелкая обработка показали 55,7 % и 58,2 % соответственно. В целом, рассчитанные коэффициенты структурности подтверждают, что почва находится в хорошем физическом состоянии.

В опытных образцах величины коэффициента структурности изменялись от 1,7 до 2,3 единиц. Эти значения статистически значимо превосходили контрольные и, согласно стандартизированным оценочным шкалам (С.И. Долгов, П.У. Бахтин и соавт.), квалифицируются как показатели, соответствующие «хорошему» уровню физической кондиции почвы.

Полученные данные коррелируют с показателями плотности сложения и пористости, подтверждая, что минимизация глубины и интенсивности механического воздействия способствует поддержанию устойчивого агрегатного состояния, критически важного для формирования развитой корневой системы бобовых культур и реализации их симбиотического потенциала в первый год вегетации.

Анализ почвенных образцов, взятых по посевам двухлетнего клевера, показал различия в структуре почвы в зависимости от способа обработки. Так, при традиционной вспашке содержание крупных макроагрегатов (>10 мм) составило 26,1 %. Применение чизельной обработки позволило увеличить этот показатель до 33,1 %, а при мелких обработках почвы содержание макроагрегатов оказалось выше контрольных значений на

7,7-9,1 %. При этом наибольшая доля мезоагрегатов была зафиксирована именно на варианте с постоянной вспашкой – 71,4 %.

Применяемые способы обработки почвы оказывали влияние на величину урожайности возделываемых культур (табл. 4).

Сравнительная оценка урожайности зелёной массы позволила установить, что максимальная продуктивность (16,9 т/га) достигается при применении традиционной отвальной технологии, принятой за эталон сравнения. Систематическое чизелевание также продемонстрировало высокую эффективность, обеспечив сбор силосной массы на уровне 16,6 т/га. Вместе с тем, внедрение безотвальных агрофонов сопровождалось устойчивой тенденцией к снижению урожайных показателей. Так, использование комбинированного почвообрабатывающего агрегата КПЭ-3,8 обусловило уменьшение урожайности на 0,4 т/га по отношению к контролю; максимальное падение продуктивности (на 1,6 т/га) зафиксировано в варианте с обработкой тяжёлой дисковой бороной БДМ-4.

По итогам трёхлетнего цикла полевых экспериментов наиболее высокий уровень зерновой продуктивности также отмечен на фоне классической отвальной вспашки – 4,83 т/га. Варианты с безотвальным рыхлением (чизелевание, культивация противоэрозионным орудием, дискование) сформировали группу со сходными количественными результатами: урожайность в указанных агрофонах колебалась в узком интервале от 4,70 до 4,71 т/га, что свидетельствует о сопоставимом воздействии данных приёмов на продукционный процесс культуры.

Таблица 4. Показатели урожайности сельскохозяйственных культур в условиях опыта, т/га
Table 4. Crop yield indicators under experimental conditions, t/ha

Вариант обработки почвы	Урожайность			
	кукуруза на силос 2015 г.	пшеница озимая 2016 г.	клевер I года жизни (за два укоса) 2017 г.	клевер II года жизни (за два укоса) 2018 г.
Вспашка (контроль)	16,9	4,83	8,62	14,0
Чизелевание	16,6	4,71	8,21	13,9
Мелкая обработка КПЭ-3,8	16,5	4,70	7,63	12,8
Поверхностная обработка БДМ-4	15,3	4,71	7,67	12,4
НСР ₀₅	0,29	0,13	0,85	1,46

По результатам третьего года полевых опытов установлена чёткая зависимость урожайности клевера от глубины механической обработки почвенного профиля. На первом году вегетации культуры применение мелкого и поверхностного рыхления сопровождалось снижением сбора зелёной массы относительно контрольного варианта на 0,99 и 0,95 т/га соответственно.

На второй год жизни травостоя выявленная закономерность сохранилась. Наивысшая продуктивность (14,0 т/га) зафиксирована в варианте с ежегодной отвальной вспашкой. Чизельная обработка обеспечила урожайность на уровне контрольных значений, тогда как технологии без оборота пласта (мелкая и поверхностная) привели к уменьшению показателей до 12,8 и 12,4 т/га соответственно.

Заключение. Многолетний мониторинг физических параметров почвенного профиля показал, что применение почвозащитных технологий: чизелевания, культивации противоэрозионными орудиями и дискования тяжёлыми боронами – не сопровождалось деградацией ключевых физических характеристик пахотного горизонта. Верхние слои почвы во всех исследуемых агрофонах характеризовались пониженными значениями плотности сложения по сравнению с нижележащими горизонтами, что соответствует естественному профильному распределению данного показателя. Величины объёмной массы в пределах изучаемых слоёв варьировали в интервале 1,03-1,23 г/см³, что квалифицируется как оптимальный диапазон для развития корневых систем большинства полевых культур.

Оценка запасов продуктивной влаги в метровом слое (0-100 см), усреднённая по

всем культурам севооборота, позволила отнести данный показатель к категории «удовлетворительных» согласно общепринятым агрономическим градациям. При этом выявлено отчётливое преимущество безотвальных фонов в отношении аккумуляции влаги: на делянках, обработанных противоэрозионным культиватором, доступные влагозапасы колебались в пределах 85,1-138,1 мм; применение тяжёлой дисковой бороны обеспечило сходный интервал значений – 85,5-138,5 мм.

Содержание агрономически ценных мезоагрегатов в посевном слое за весь период наблюдений устойчиво превышало 53 % во всех вариантах опыта. Наиболее выраженная оструктуренность почвы зафиксирована на следующих агрофонах: чизелевание под кукурузу на силос (66,0 %), поверхностная обработка на посевах клевера первого года жизни (63,6 %) и отвальная вспашка под клевером второго года пользования (71,4 %). Указанные значения свидетельствуют о сохранении благоприятной агрегатной архитектоники даже при длительном применении минимизированных технологий.

Сравнительная оценка влияния систем обработки почвы на урожайность культур выявила наиболее высокую эффективность отвальной технологии, принятой за эталон сравнения. На фоне систематического чизелевания продуктивность полевых культур уступала контрольному уровню в среднем на 2,4 %. Более значительное снижение урожайных показателей наблюдалось при трёхлетнем применении поверхностного и мелкого рыхления – потери относительно контроля составили 8,5 % и 6,2 % соответственно, что коррелирует с ухудшением агрофизических условий корнеобитаемой зоны при указанных приёмах.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузина Е.В. Влияние способов обработки почвы на физические свойства черноземов, влагообеспеченность посевов и урожайность яровой пшеницы // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. Т. 6, № 3 (381). С. 40-43.
2. Accumulation and preservation of productive moisture in resource-saving technologies / Lapshinov N.A. [et al.] // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2013. No. 4 (11). P. 131-134.
3. Влияние приемов основной обработки почвы в севообороте на динамику влажности и агрофизические свойства чернозема выщелоченного / В.Н. Романов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32, № 5. С. 32-34. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10508.
4. The effect of the methods of basic soil treatment on its agrophysical parameters / Mamsirov N.I. [et.al.] // International Journal of Engineering & Technology. 2018. No. 7 (4.38). P. 1167-1173.
5. Чумаченко Ю.А., Мамсиров Н.И., Шапацев А.К. Влияние агрофизических и агрохимических свойств слитых и выщелоченных черноземов на урожайность сельскохозяйственных культур // Новые технологии / New technologies. 2017. Вып. 4. С. 134-138.
6. Белоусова Е.Н., Белоусов А.А. Оценка агрофизических свойств чернозема в условиях перехода на почвозащитные технологии обработки // Агрофизика. 2021. № 3. С. 1-9. DOI: 10.25695/AGRPH.2021.03.01.
7. Дедов А.В., Шевченко В.А. Влияние способов основной обработки почвы, удобрений на агрофизические свойства почвы, урожайность и энергетическую эффективность выращивания ячменя // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 1 (76). С. 13-25. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_13-25.
8. Влияние способов обработки почвы и видов удобрений на агрофизические свойства почвы, засоренность посевов и урожайность ячменя / Носкова Е.Н. [и др.] // Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 3 (31). С. 148-158. EDN: URZDYV.
9. Гулаев В.М., Зудилин С.Н., Гулаева Н.В. Влияние основной обработки почвы на агрофизические показатели плодородия почвы на посевах сои // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16, № 5 (3). С. 1090-1092.
10. Влияние минимальной обработки на структурное состояние почвы / В.Н. Романов [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2022. № 5. С. 58-65. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-5-58-65.
11. Борин А.А., Лощинина А.Э. Агрофизические свойства и засоренность почвы при применении агротехнологий разной интенсивности // Агрофизика. 2020. № 2. С. 7-14. DOI: 10.25695/AGRPH.2020.02.02.
12. Сахаров А.В., Мищенко В.В., Еремин Д.И. Агрофизические свойства чернозема выщелоченного при различном его использовании в лесостепной зоне Зауралья // Вестник Курганской ГСХА. 2020. № 3. С. 62-67.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
14. Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.: ил. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).
15. Практикум по почвоведению / под ред. И.С. Кауричева. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1980. 272 с.: ил. (Учебники и учебные пособия для высших сельскохозяйственных учебных заведений).
16. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.: ил. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).
17. Лучинский С.И., Тарасенко Б.И., Кравченко Р.В. Управление агрофизическими свойствами почвы: учебное пособие. Краснодар: КубГАУ, 2021. 106 с.

REFERENCES

1. Kuzina E.V. Effect of soil cultivation methods on physical properties of chernozems, moisture supply of crops and the yield of spring wheat // International Agricultural Journal. 2021. Vol. 6, No. 3 (381). P. 40-43. [In Russ.].

2. Accumulation and preservation of productive moisture in resource-saving technologies / Lapshinov N.A. [et al.] // International scientific-research journal. 2013. No. 4 (11). P. 131-134.
3. Effect of primary tillage techniques in crop rotation on the moisture dynamics and agrophysical properties of leached chernozem / Romanov V.N. [et al.] // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2018. Vol. 32, No. 5. P. 32-34. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10508. [In Russ.].
4. The effect of the methods of basic soil treatment on its agrophysical parameters / Mamsirov N.I. [et al.] // International Journal of Engineering & Technology. 2018. No. 7 (4.38). P. 1167-1173.
5. Chumachenko Yu.A., Mamsirov N.I., Shkhapatsev A.K. Influence of agrophysical and agrochemical properties of drained and leached chernozems on the yield of agricultural crops // Novye tehnologii / New technologies. 2017. Iss. 4. P. 134-138. [In Russ.].
6. Belousova E.N., Belousov A.A. Assessment of agrophysical properties of chernozem in the context of the transition to soil-protective processing technologies // Agrophysics. 2021. No. 3. P. 1-9. DOI: 10.25695/AGRPH.2021.03.01. [In Russ.].
7. Dedov A.V., Shevchenko V.A. The influence of primary tillage methods and fertilizers on the agrophysical properties of the soil, crop yield, and energy efficiency of barley cultivation // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. 2023. Vol. 16, No. 1 (76). P. 13-25. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_13-25. [In Russ.].
8. The influence of tillage methods and types of fertilizers on the agrophysical properties of the soil, weed infestation of crops and the yield of barley / Noskova E.N. [et al.] // Tavricheskiy Vestnik Agrarnoi Nauki. 2022. No. 3 (31). P. 148-158. EDN: URZDYV. [In Russ.].
9. Gulaev V.M., Zudilin S.N., Gulaeva N.V. The influence of primary tillage on the agrophysical indicators of soil fertility in soybean crops // Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2014. Vol. 16, No. 5 (3). P. 1090-1092. [In Russ.].
10. The influence of minimum tillage on the structural state of the soil / V.N. Romanov [et al.] // Bulletin of KrasSAU. 2022. No. 5. P. 58-65. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-5-58-65. [In Russ.].
11. Borin A.A., Loshchinina A.E. Agrophysical properties and soil weed infestation with different intensity of agricultural technologies // Agrophysics. 2020. No. 2. P. 7-14. DOI: 10.25695/AGRPH.2020.02.02. [In Russ.].
12. Sakharov A.V., Mishchenko V.V., Eremin D.I. Agrophysical properties of leached chernozem with different uses in the forest-steppe zone of the Trans-Urals // Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy. 2020. No. 3. P. 62-67. [In Russ.].
13. Dospekhov B.A. Methods of field experiments. Moscow: Kolos, 1979. 416 p. [In Russ.].
14. Practical training in Agriculture / B.A. Dospekhov, I.P. Vasiliev, A.M. Tulikov. 2nd revised and add. edition. Moscow: Agropromizdat, 1987. 383 p.: ill. (Textbooks and teaching aids for students of higher educational institutions). [In Russ.].
15. Practical training in Soil science / edited by I.S. Kaurichev. 3rd revised and add. edition. Moscow: Kolos, 1980. 272 p.: ill. (Textbooks and teaching aids for higher agricultural educational institutions). [In Russ.].
16. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Methods for studying the physical properties of soils. 3rd revised and add. Moscow: Agropromizdat, 1986. 416 p.: ill. (Textbooks and teaching aids for students of higher educational institutions). [In Russ.].
17. Luchinsky S.I., Tarasenko B.I., Kravchenko R.V. Management of agrophysical properties of soil: a tutorial. Krasnodar: KubSAU, 2021. 106 p. [In Russ.].

Информация об авторах / Information about the authors

Благополучная Ольга Анатольевна, старший научный сотрудник отдела земледелия, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385064, Российская Федерация, г. Майкоп, п. Подгорный, ул. Ленина, 48, ORCID: 0000-0002-6135-6057, e-mail: blagopolu4naya@list.ru

Мамсиров Нурбий Ильясович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой технологии производства сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191, ORCID: 0000-0003-4581-5505; e-mail: nur.urup@mail.ru

Olga A. Blagopoluchnaya, Senior Researcher, Department of Agriculture, Research Institute of Agriculture, Maykop State Technological University; 385064, the Russian Federation, Maikop, Podgorny, 48 Lenin St., ORCID: 0000-0002-6135-6057, e-mail: blagopolu4naya@list.ru

Nurbii I. Mamsirov, Dr Sci. (Agr.), Associate Professor, Maykop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St. ORCID: 0000-0003-4581-5505, e-mail: nur.urup@mail.ru

Заявленный вклад авторов

Благополучная Ольга Анатольевна – разработка методики, проведение эксперимента, обработка результатов исследований.

Мамсиров Нурбий Ильясович – проведение эксперимента, оформление статьи по требованию журнала.

Claimed contribution of the authors

Olga A. Blagopoluchnaya – development of the methodology, conducting the experiment, and processing the research results.

Nurbii I. Mamsirov – conducting the experiment and formatting the article in accordance with the requirements of the Journal.

Поступила в редакцию 08.07.2026

Поступила после рецензирования 10.08.2026

Принята к публикации 12.08.2026

Received 08.07.2026

Revised 10.08.2026

Accepted 12.08.2026