

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НУЛЕВОЙ И ТРАДИЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА НАКОПЛЕНИЕ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ

Е. В. Кузина

Реферат. Исследования проводили с целью сравнительной оценки влияния нулевой и традиционной обработки почвы на накопление продуктивной влаги в лесостепной зоне Среднего Поволжья. Работу выполняли в 2017–2023 годы в Ульяновской области. Схема опыта предполагала изучение следующих вариантов: традиционная технология (вспашка на глубину 20 см под озимую и яровую пшеницу, ячмень, на 25 см под горох); нулевая (ежегодно без обработки). Почва опытного участка – чернозем типичный тяжелосуглинистый среднегумусный среднемощный с мощностью гумусового горизонта 79 см, содержанием гумуса – 6,4%, подвижных фосфора и калия (по Чирикову) – соответственно 265...285 и 85...90 мг/кг, $pH_{\text{сол}}$ – 6,5...6,8 ед. Весной системы обработки почвы не влияли на водный режим корнеобитаемого и метрового слоев почвы под культурами севооборота, различия в запасах продуктивной влаги между вариантами в слоях 0...30 и 0...100 см составляли 0,5 и 0,1 мм соответственно. Сохранение пожнивных остатков при нулевой обработке способствовало большему сохранению влаги до уборки урожая, по сравнению со вспашкой, как в пахотном, так и в метровом слоях, на 7,5% и 8,4% соответственно. Внесение минеральных удобрений значительно снижало потребление воды растениями при обеих исследуемых системах обработки почвы. В варианте со вспашкой при использовании минеральных удобрений расход влаги уменьшился на 11,6%, в то время как в варианте с нулевой обработкой это снижение составило 20,9%, против неудобренного фона. Более значительное сокращение расхода влаги в варианте с нулевой обработкой объясняется большей отзывчивостью культур на внесенные удобрения. Так, на удобренном фоне, в сравнении с неудобренным, по вспашке прирост урожайности зерна составил 0,29 т/га, по нулевой обработке – 0,40 т/га.

Ключевые слова: запасы продуктивной влаги, обработка почвы, коэффициент водопотребления, озимая пшеница (*Triticum aestivum*), яровая пшеница (*Triticum aestivum*), ячмень (*Hordeum vulgare*), горох (*Pisum sativum*), удобрения, урожайность.

Введение. Климат Среднего Поволжья отличается недостаточным и крайне неравномерным распределением осадков. Несмотря на это, местные почвы обладают высоким уровнем плодородия и при адекватном увлажнении могут приносить обильные урожаи сельскохозяйственных культур. В засушливых районах этого региона главной целью обработки почвы становится максимальное накопление, сохранение и рациональное использование почвенной влаги [1].

Существующая ныне интенсивная система обработки почвы с использованием отвальных плугов не всегда способствует эффективному сохранению влаги. При глубокой вспашке в засушливых условиях образуются глыбы, которые за несколько месяцев утрачивают почти всю влагу от осенних осадков из-за испарения, вызванного выветриванием с пахотного слоя [2]. Ежегодная вспашка ускоряет потерю структуры почвы и способствует возникновению ветровой эрозии. Поэтому одной из важнейших задач земледелия Среднего Поволжья выступает совершенствование и внедрение научно обоснованной системы защиты почв от водной и ветровой эрозии, что в совокупности с другими мерами помогает эффективно справляться с засухами [3].

Решение этой задачи требует особого внимания к обработке почвы. Изучение и анализ различных приемов и глубины обработки почвы в засушливых зонах позволит выбрать систему обработки почвы, обеспечивающую более рациональное использование влаги, и будет максимально эффективной в конкретных условиях. При этом отказ от

неэкономичной и малопродуктивной вспашки в пользу технологий минимизации или нулевой обработки почвы значительно сократит затраты, снизит расход горюче-смазочных материалов, повысит производительность труда [4], так как затраты на обработку почвы составляют значительную часть расходов в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур [5].

Вопрос сохранения и накопления влаги в почве был поднят более ста лет назад, и для его решения были предложены различные способы. Несмотря на это, проблема потери влаги сохраняет свою актуальность и продолжает быть в центре внимания ученых. По данным различных исследователей [6, 7], в засушливые годы, когда осадков выпадает мало за осенне-зимние периоды, мелкие и нулевые обработки не уступают глубокой по способности накопления влаги в метровом слое почвы, а в более влажные годы они уменьшают запасы на 25...27 мм.

Некоторые ученые [8, 9, 10] отмечают положительное влияние глубокой отвальной обработки на накопление атмосферной влаги за осенне-зимний период. Они связывают это с интенсивным рыхлением пахотного слоя, что способствует значительному увеличению его водопроницаемости. В то же время, другие авторы [11, 12, 13] считают, что поверхностные, плоскорезные и нулевые обработки имеют равную эффективность в насыщении метрового слоя почвы продуктивной влагой.

Разногласия между авторами подчеркивают противоречивость различных подходов к использованию водных ресурсов. При этом

обработка почвы остается ключевым элементом в комплексе мероприятий по накоплению влаги в засушливых регионах. Этот факт объясняется тем, что правильно проведенная обработка не только создает условия для лучшего проникновения и удержания влаги в почве, но и способствует снижению испарения, тем самым сохраняя запасы влаги для нужд растений. Грамотный выбор и качественное проведение, обработки почвы позволяют не только повысить урожайность сельскохозяйственных культур, но и обеспечить устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях меняющегося климата. Адаптация способов обработки почвы к конкретным условиям служит залогом успешного земледелия и рационального использования водных ресурсов. Различия во взглядах указывают на отсутствие универсального способа, который бы подходил для всех типов почв и климатических условий, что подчеркивает актуальность проблемы и необходимость ее дальнейшего изучения.

Цель исследований – изучение воздействия систем обработки почвы на содержание продуктивной влаги в пахотном и метровом слоях почвы для совершенствования агротехнологий.

Условия, материалы и методы. Работу выполняли с 2017 по 2023 годы в лесостепи Среднего Поволжья (Ульяновская область). Объектом служил – чернозем типичный. Предметом исследований выступали два различных подхода к обработке почвы.

Схема полевого опыта предусматривала изучение следующих вариантов:

- система обработки почвы (фактор А) – традиционная (отвальная вспашка на глубину 20 см под озимую и яровую пшеницу, ячмень, и на 25 см под горох); нулевая (ежегодно без обработки);

- минеральные удобрения (фактор В) – без удобрений (0); припосевное внесение $N_{30}P_{20}K_{15}$.

Делянки в опыте размещали систематически методом наложения. Повторность 4-кратная. Длина делянки – 40 м, ширина – 10 м. Общая площадь делянки 400 м², учетная – 240 м².

Изучение проводили в зернопаровом севообороте с чередованием культур: пар чистый – пшеница озимая – пшеница яровая – горох – пшеница озимая – ячмень яровой.

Подготовка почвы к посеву и уход за посевами при отвальной обработке включали предпосевную культивацию на глубину высева семян (культиватор КПС-4,0) и прикатывание после посева (каток ЗККШ-6А). Посев производили сеялкой СЗ-5,4. При нулевой обработке предпосевная обработка, посев и прикатывание выполняли за один проход сеялкой АУП-18,07.

Посев озимой пшеницы осуществляли преимущественно в первой декаде сентября с нормой высева 5,5- млн. всхожих семян/га. Яровые культуры высевали, как правило, в

первой декаде мая, когда почва достигала физической спелости, с нормой высева 5,0 млн всхожих семян на 1 га для яровой пшеницы, 4,5 млн для ячменя и 1,3 млн всхожих семян на 1 га для гороха на глубину 5...6 см.

Все учеты, наблюдения и исследования в опыте проводили по общепринятым методикам.

Влажность почвы определяли в весенний период, когда озимая пшеница начинала вегетацию, до посева яровых культур и непосредственно перед сбором урожая термостатно-весовым методом с последующим пересчетом содержания влаги (%) в мм продуктивной влаги в слое 0...30 и 0...100 см. Пробы отбирали на двух несмежных повторениях по две скважины послойно через 10 см до глубины 1 м. Взятые образцы помещали в бьюксы, взвешивали, затем высушивали при температуре 105°C в течение 6 часов.

Вегетационные периоды во все годы исследований, за исключением 2017 году, характеризовались превышением температуры относительно среднегодовых значений. В 2018 году превышение составило 2,0°C (при среднегодовой норме 17,1°C), в 2019 году – 1,4°C, в 2020 году – 0,9°C, в 2021 году – 4,4°C, в 2022 году – 0,9°C и в 2023 году – 1,7°C. В 2017 году температура воздуха была на 0,2°C ниже обычной.

Количество осадков по годам в вегетационные периоды отличалось значительной изменчивостью, что типично для лесостепной зоны Среднего Поволжья: от минимальных 104,9 мм в 2023 году до максимальных 319,4 мм в 2017 году. Анализ типизации лет на основе гидротермического коэффициента (ГТК) за период активного развития растений (май-август) показал, что 2018, 2021 и 2023 годы отличались жаркими и засушливыми условиями, с дефицитом осадков 52, 37 и 53% от климатической нормы (226 мм) соответственно. Величина ГТК в эти годы составила 0,5, 0,5 и 0,6, при норме 1,0. В 2019 году уровень увлажнения соответствовал среднегодовым значениям и составил 220,3 мм при норме 226 мм, а значение ГТК – 1,0 (при норме 1,0). Вегетационные периоды 2017, 2020 и 2022 годы отличались влажной погодой, с превышением количества осадков на 41, 27 и 12% относительно нормы (226 мм).

Отмечено чередование периодов с повышенной температурой и дефицитом осадков с периодами, характеризующимися более умеренными температурами и достаточным или даже избыточным увлажнением. Это создает определенные вызовы для сельскохозяйственного производства, требуя адаптации агротехнологий к изменяющимся климатическим условиям.

Результаты и обсуждение. Анализ данных, собранных за ротацию севооборота, показал, что в наших опытах, проведенных на равнинных участках с хорошей естественной водопроницаемостью почвы, способы обработки не оказывали значительного

влияния на изменение водного баланса в корнеобитаемом и метровом слоях почвы (табл. 1). Весной, под посевами озимой пшеницы, которая была посеяна по чистому пару, и ячменя в слое почвы 0...30 см на фоне вспашки, уровень продуктивной влаги составил 27,1 и 32,3 мм. В почве, где использовали нулевую обработку, величина этого показателя составляла 26,0 и 30,9 мм, что на 4,1 и 4,4% ниже. Для посевов озимой пшеницы,

посеянной после гороха по занятому пару, а также под яровой пшеницей, наоборот, продуктивной влаги в пахотном слое оказалась больше в варианте с нулевой обработкой – 39,6 и 38,4 мм соответственно, что превышало показатели на вспаханной почве на 6,2 и 8,4%, где они достигали 37,3 и 35,4 мм. Под горохом исследуемые параметры находились практически на одном уровне – 36,5 и 36,2 мм, с различиями менее 1%.

Таблица 1 – Запасы продуктивной влаги под посевами сельскохозяйственных культур в зависимости от применяемых систем обработки почвы (среднее за 2017–2023 годы), мм

Культура севооборота	Весна (всходы)				Осень (полная спелость)			
	традиционная	нулевая	традиционная	нулевая	традиционная	нулевая	традиционная	нулевая
	0...30 см		0...100 см		0...30 см		0...100 см	
Озимая пшеница	27,1	26,0	93,1	92,9	40,1	40,4	78,7	82,5
Яровая пшеница	35,4	38,4	117,6	131,4	23,8	27,0	51,6	53,4
Горох	36,5	36,2	127,6	116,4	16,5	18,5	40,2	47,3
Озимая пшеница	37,3	39,6	127,4	123,6	12,5	13,1	36,7	44,7
Ячмень	32,3	30,9	111,1	112,3	14,3	15,9	60,1	62,1
Среднее	33,7	34,2	115,4	115,3	21,4	23,0	53,5	58,0
НСР ₀₅	0,4		0,3		0,4		1,0	

За ротацию севооборота нулевая обработка почвы оказалась равноценной вспашке по наполнению весной пахотного и метрового слоя продуктивной влагой (табл. 1). В среднем по севообороту для участка с традиционной вспашкой запасы влаги в пахотном слое составили 33,7 мм, а для участка с нулевой обработкой – 34,2 мм, или разница составила лишь 0,5 мм. При весеннем измерении влаги в метровом слое также достоверных различий между изучаемыми системами обработки почвы не выявлено, они не превышали 0,1 мм при НСР (0,3).

Различия в запасах влаги между двумя системами обработки почвы становились более заметными к уборке урожая. Традиционная отвальная обработка, особенно на начальных фазах роста растений, вызывала более быстрое испарение влаги. Вспашка разрушала капиллярную структуру, что увеличивало ее воздушную проницаемость и, как следствие, водопотери. В отличие от этого, нулевая обработка сохраняла естественное строение почвы, снижала уровень испарения и способствовала накоплению влаги от осадков и конденсации. Это особенно важно в засушливых районах, где нехватка влаги выступает одним из ключевых факторов, ограничивающих урожайность сельскохозяйственных культур.

К уборке, в связи с расходом влаги на испарение и формирование урожая, запасы продуктивной влаги в метровом слое уменьшились в обоих вариантах под всеми культурами. При прямом посеве уровень влаги в метровом слое почвы снизился от 115,3 мм до 58,0 мм, а при вспашке – от 115,4 мм до 53,5 мм. Уменьшение запасов влаги в первом случае

составило 57,3 мм, а во втором – 61,9 мм. То есть расход влаги при нулевой обработке оказался более экономичным. В среднем по севообороту в слоях 0...30 см и 0...100 см влажность почвы при использовании прямого посева оказалась выше по сравнению со вспашкой на 7,5% и 8,4% соответственно, с разницей в 1,6 и 4,5 мм при НСР (0,4 и 1,0 мм).

Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования нулевой обработки почвы в засушливых условиях. Несмотря на то, что весной запасы влаги в почве после нулевой обработки под некоторыми культурами были несколько ниже, в дальнейшем, в течение вегетационного периода, эта система обработки обеспечивала более эффективное сохранение и использование влаги растениями. Вышеуказанное выражалось в большем количестве влаги в пахотном и метровом слоях почвы. Это объясняется тем, что в варианте с нулевой обработкой ненарушенная корневая система предшествующих культур служила своеобразным каналом для проникновения влаги вглубь, а растительные остатки на поверхности почвы уменьшали испарение и защищали почву от эрозии, что крайне значимо в регионах, подверженных засухам и ветровой эрозии.

Одним из действенных способов увеличения урожайности зерновых культур выступает использование минеральных удобрений. Хотя это мероприятие требует значительных затрат, важно повысить его эффективность посредством внедрения инновационных методов обработки почвы, которые помогают улучшить увлажненность и плодородие земель.

Таблица 2 – Влияние удобрений и обработки почвы на коэффициент водопотребления и урожайность культур севооборота

Культура севооборота	Урожайность, т/га						Расход влаги, мм/т			
	N ₀ P ₀ K ₀		N ₃₀ P ₂₀ K ₁₅		среднее		N ₀ P ₀ K ₀		N ₃₀ P ₂₀ K ₁₅	
	вспашка	нулевая	вспашка	нулевая	вспашка	нулевая	вспашка	нулевая	вспашка	нулевая
Озимая пшеница	3,28	3,34	3,46	3,64	3,37	3,49	94,6	91,7	89,7	84,2
Яровая пшеница	2,56	2,59	2,70	2,93	2,63	2,76	142,2	145,2	134,8	128,3
Горох	2,26	2,24	2,41	2,38	2,48	2,31	158,0	151,3	148,2	142,4
Озимая пшеница	2,61	2,39	3,20	2,99	2,90	2,69	111,3	116,6	90,8	93,2
Ячмень	1,71	1,34	2,08	1,95	1,89	1,64	171,9	218,8	141,3	150,3
Среднее	2,48	2,38	2,77	2,78	2,65	2,58	135,6	144,7	121,5	119,7
НСР ₀₅	А – 0,09; В – 0,04; АВ – 0,12				А – 0,20		А – 1,3; В – 0,6; АВ – 1,9			

Аналогичная тенденция отмечена и в варианте с нулевой обработкой почвы, где при внесении удобрений коэффициент водопотребления сократился на 20,9% до 119,7 мм/т, против неудобренного фона, где он составлял 144,7 мм/т.

Удобрения оказывали положительное влияние на рациональное использование влаги, содержащейся в почве, это особенно актуально для условий богарного земледелия, где запасы влаги формируются исключительно вследствие выпадения осадков.

Выводы. В условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья весной, перед посевом яровых зерновых культур и началом вегетации озимой пшеницы в слое почвы 0...30 см, под озимой пшеницей по чистому пару и под ячменем запасы продуктивной влаги в варианте со вспашкой достигали 27,1 и 32,3 мм соответственно. При прямом посеве величины этих показателей были на 4,1 и 4,4% ниже. Для озимой пшеницы после гороха по занятому пару, а также для яровой пшеницы отмечена противоположная картина: содержание продуктивной влаги в слое 0...30 см при нулевой обработке составляло 39,6 и 38,4 мм, что выше, чем после вспашки, на 6,2 и 8,4%. Под посевами гороха оно находилось на одном

уровне – 36,5 и 36,2 мм.

В среднем по севообороту традиционная вспашка (0...30 см) обеспечивала содержание влаги в почве на уровне 33,7 мм. При нулевой обработке величина этого показателя была ниже на 0,5 мм. Весеннее измерение влажности в метровом слое почвы также не выявило существенных различий между системами обработки, они не превышали 0,1 мм.

Нулевая обработка почвы позволила лучше сохранять влагу в почве. К фазе созревания сельскохозяйственных культур, влажность почвенного слоя глубиной до 1 м при нулевой обработке снизилась относительно весенних значений на 57,3 мм. В варианте с традиционной вспашкой запасы продуктивной влаги уменьшились на 61,9 мм.

При традиционной вспашке использование удобрений позволило сократить расход влаги на 11,6%, а при прямом посеве – на 20,9%, по сравнению с фоном без удобрений. Следовательно, применение удобрений особенно в технологиях, основанных на нулевой обработке почвы, в зоне не устойчивого увлажнения, где дефицит влаги лимитирует размеры урожая, служит важным инструментом для оптимизации водопотребления зерновых культур.

Литература

- Кузина Е. В. Эффективность систем обработки почвы на различных фонах минеральных удобрений при возделывании горчицы // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. Т. 67. № 5 (401). С.570–573. doi: 10.55186/25876740_2024_67_5_570.
- Эффективность применения системы прямого посева на чернозёме южном Волгоградской области / В. К. Дриггер, Т. В. Волошенкова, Р. Г. Гаджиумаров и др. // Земледелие. 2025. № 4. С. 17–23. doi: 10.24412/0044-3913-2025-4-17-23.
- Эффективность применения прямого посева и минимальной обработки почвы при возделывании кукурузы на зерно / В. Ф. Федоренко, Д. А. Петухов, С. А. Свиридова и др. // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2022. Т. 16. № 2. С. 14–21. doi: 10.22314/2073-7599-2022-16-2-14-21.
- Responses of soil organic carbon and crop yields to 33-year mineral fertilizer and straw additions under different tillage systems / H. Zhang, E. A. Hobbie, P. Feng, et al. // Soil and Tillage Research. 2021. Vol. 209. Article 104943 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167198721000131> (дата обращения: 22.06.2025). doi: 10.1016/j. still.2021.104943.
- Эффективность технологии No-till в засушливой зоне Ставропольского края / В. К. Дриггер, В. В. Кулинцев, С. А. Измалков и др. // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 1. С. 52–56. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10110.
- Влияние способов обработки почвы на запасы почвенной влаги в учебно-опытном поле Оренбургского ГАУ / Ф. Г. Бакиров, Ю. М. Нестеренко, Д. Г. Поляков и др. // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2015. № 4. С. 1–6. URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2015-/Articles/MYN-2015-4.pdf> (дата обращения: 21.06.2025).
- Буренок В. П., Язева Л. А., Кукшенева Т. П. Плодородие и влагообеспеченность почвы при почвозащитных системах земледелия. // Земледелие. 2011. № 4. С. 39–40

8. Влияние применения различных способов основной обработки на запасы продуктивной влаги в агро-черноземах / А. М. Гребенников, А. С. Фрид, С. В. Сапрыкин и др. // Агрохимия. 2019. № 8. С. 40–47. doi: 10.1134/S0002188119080052

9. Functional response of soil microbial communities to tillage cover crops and nitrogen fertilization / E. Nivelles, J. Verzeaux, H. Habbib, et al. // Applied Soil Ecology. 2018. Vol. 108. P. 147–155.

10. Влияние приемов основной обработки почвы на динамику запасов влаги и урожайность гороха посевного в условиях лесостепи европейской части России / О. В. Букин, Д. В. Бочкарев, А. Н. Никольский и др. // Аграрная наука. 2020. № 6 (339). С. 58–61. doi: 10.32634/0869-8155-2020-339-6-58-61.

11. Кузина Е. В., Немцев С. Н. Влияние обработки почвы на её целлюлозоразлагающую активность и влагообеспеченность // Научная жизнь. 2023. Т. 1. № 3. С. 400–408. doi: 10.35679/1991-9476-2023-18-3.

12. Эффективность применения технологии No-Till на черноземах обыкновенных Ставропольского края / В. С. Цховребов, А. Б. Тетенищев, В. И. Фаизова и др. // Земледелие. 2021. № 3. С. 15–19.

13. Crop rotation and residue management effects on soil enzyme activities, glomalin and aggregate stability under zero tillage in the Indo-Gangetic Plains / G.156 Singh, R. Bhattacharyya, T. K. Das, et al. // Soil and Tillage Research. 2018. Vol.184. P. 291–300.

Сведения об авторе:

Кузина Елена Викторовна - кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая отделом земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур, e-mail: elena.kuzina@autorambler.ru

Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.С. Немцева, Ульяновская обл., Ульяновский р-н, пос. Тимирязевский, Россия.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF NO-TILL AND TRADITIONAL TILLAGE IMPACT ON PRODUCTIVE MOISTURE ACCUMULATION

E. V. Kuzina

Abstract. The study was conducted to comparatively assess the impact of no-till and traditional tillage on productive moisture accumulation in the forest-steppe zone of Middle Volga region. The work was conducted from 2017 to 2023 in Ulyanovsk region. The experimental design involved studying the following options: traditional tillage (plowing to a depth of 20 cm for winter and spring wheat, barley and 25 cm for peas); no-till (annually no tillage). The soil of the experimental plot is a typical heavy loamy medium-humus chernozem of medium depth with a humus horizon thickness of 79 cm, a humus content of 6.4%, mobile phosphorus and potassium (according to Chirikov) of 265...285 and 85...90 mg/kg, respectively, and a pH of 6.5...6.8 units. In spring, the tillage systems did not affect the water regime of the root-inhabited and 1-meter soil layers under crop rotation crops; the differences in productive moisture reserves between the variants in the 0...30 and 0...100 cm layers were 0.5 and 0.1 mm, respectively. Preservation of crop residues during no-tillage contributed to greater moisture retention before harvesting, compared to plowing, in both the arable and 1-meter layers, by 7.5% and 8.4%, respectively. The application of mineral fertilizers significantly reduced plant water consumption under both tillage systems studied. In the tillage system, water consumption decreased by 11.6% with the use of mineral fertilizers, while in the no-till system, this decrease was 20.9%, compared to the unfertilized control. The more significant reduction in water consumption in the no-till system is explained by the crops' greater responsiveness to the applied fertilizers. Thus, under fertilized conditions, compared to the unfertilized control, the grain yield increase under tillage was 0.29 t/ha, while under no-till, it was 0.40 t/ha.

Key words: productive moisture reserves, tillage, water consumption coefficient, winter wheat (*Triticum aestivum*), spring wheat (*Triticum aestivum*), barley (*Hordeum vulgare*), pea (*Pisum sativum*), fertilizers, yield.

References

1. Kuzina EV. [Efficiency of tillage systems with different mineral fertilizer applications in mustard cultivation]. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal*. 2024; Vol.67. 5 (401). 570-573 p. doi: 10.55186/25876740_2024_67_5_570.
2. Dridiger VK, Voloshenkova TV, Gadzhumarov RG. [Efficiency of direct seeding on southern chernozem in Volgograd region]. *Zemledelie*. 2025; 4. 17-23 p. doi: 10.24412/0044 3913 2025 4 17 23.
3. Fedorenko VF, Petukhov DA, Sviridova SA. [Efficiency of direct seeding and minimum tillage in grain corn cultivation]. *Selskokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2022; Vol.16. 2. 14-21 p. doi: 10.22314/2073-7599-2022-16-2-14-21.
4. Zhang H, Hobbie EA, Feng P. Responses of soil organic carbon and crop yields to 33-year mineral fertilizer and straw additions under different tillage systems. [Internet]. *Soil and Tillage Research*. 2021; Vol.209. Article 104943. [cited 2025, June 22]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167198721000131>. doi: 10.1016/j.still.2021.104943.
5. Dridiger VK, Kulintsev VV, Izmalkov SA. [Efficiency of no-till technology in the arid zone of Stavropol Krai]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2021; Vol.35. 1. 52-56 p. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10110.
6. Bakirov FG, Nesterenko YuM, Polyakov DG. [The influence of soil cultivation methods on soil moisture reserves in the experimental field of Orenburg State Agrarian University]. [Internet]. *Byulleten Orenburgskogo nauchnogo tsentra UrO RAN*. 2015; 4. 1-6 p. [cited 2025, June 21]. Available from: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2015-/Articles/MYN-2015-4.pdf>.
7. Burenok VP, Yazeva LA, Kuksheneva TP. [Soil fertility and moisture supply under soil-conservation farming systems]. *Zemledelie*. 2011; 4. 39-40 p.
8. Grebennikov AM, Frid AS, Saprykin SV. [Effect of different primary tillage methods on productive moisture reserves in agro-chernozem soils]. *Agrokhimiya*. 2019; 8. 40-47 p. doi: 10.1134/S0002188119080052
9. Nivelles E, Verzeaux J, Habbib H. Functional response of soil microbial communities to tillage cover crops and nitrogen fertilization. *Applied Soil Ecology*. 2018; Vol.108. 147-155 p.
10. Bukin OV, Bochkarev DV., Nikolskiy AN. [The impact of primary tillage practices on the dynamics of moisture reserves and the yield of peas in the forest-steppe conditions of the European Part of Russia]. *Agrarnaya nauka*. 2020; 6 (339). 58-61 p. doi: 10.32634/0869-8155-2020-339-6-58-61.
11. Kuzina EV, Nemtsev SN. [The impact of soil tillage on its cellulose-decomposing activity and moisture supply]. *Nauchnaya zhizn*. 2023; Vol.1. 3. 400-408 p. doi: 10.35679/1991-9476-2023-18-3.
12. Tskhovrebov VS, Tetenishchev AB, Faizova VI. [Efficiency of no-till technology on ordinary chernozems of Stavropol Krai]. *Zemledelie*. 2021; 3. 15-19 p.
13. Singh G, Bhattacharyya R, Das TK. Crop rotation and residue management effects on soil enzyme activities, glomalin and aggregate stability under zero tillage in the Indo-Gangetic Plains. *Soil and Tillage Research*. 2018; Vol.184. 291-300 p.

Author:

Kuzina Elena Viktorovna – Ph.D. of Agricultural Sciences, Head of Agriculture and Crop Cultivation Technologies Department, e-mail: elena.kuzina@autorambler.ru

Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk Research Institute of Agriculture named after N.S. Nemtsev, Ulyanovsk Region, Ulyanovsk District, Timiryazevsky Village, Russia.