

УДК 631.51

НАКОПЛЕНИЕ И СОХРАНЕНИЕ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

© 2026 Е.В. Кузина

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

Статья поступила в редакцию 02.06.2026

Ссылка для цитирования: Кузина Е.В. Накопление и сохранение продуктивной влаги при различных системах обработки почвы // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Сельскохозяйственные науки. 2026. Т. 5. № 2. С. 60–65.

Работа выполнена сотрудником Ульяновского НИИСХ - филиала СамНЦ РАН в рамках государственного задания Минобрнауки России для СамНЦ РАН по теме № FMRW-2025-0040.

В работе приводятся результаты полевого опыта, выполненного в лесостепной зоне Среднего Поволжья. Целью опыта было сравнительное изучение воздействия минимальной обработки, прямого посева и классической вспашки на запасы продуктивной влаги. В ходе исследований установлено, что весной разница в запасах продуктивной влаги между прямым посевом и вспашкой была не существенной - 0,5 мм (слой 0–30 см) и 0,1 мм (0–100 см). Минимальная обработка увеличила влагозапасы на 1,5 мм и 3,8 мм соответственно по сравнению с контролем. К уборке преимущество в сохранении влаги показали минимальная обработка и прямой посев — на 6,5–7,5% в слое 0–30 см и на 8,4–8,6% в метровом слое по сравнению со вспашкой.

Ключевые слова: запасы продуктивной влаги, способы обработки почвы, полевые культуры.

DOI: 10.37313/2782-6562-2026-5-2-60-65

EDN: MTVNMP

ВВЕДЕНИЕ

В условиях возрастающей аридности климата и роста нагрузки на агроландшафты, проблема накопления и сохранения продуктивной влаги в почве переходит из разряда агротехнических в категорию стратегических. Вода, доступная корневым системам сельскохозяйственных культур, становится лимитирующим фактором урожайности, что заставляет пересматривать традиционные подходы к механической обработке почвы. Каждый метод оставляет свой уникальный отпечаток на гидрологическом режиме почвенного профиля.

Классическая отвальная вспашка с оборотом пласта, долгое время бывшая эталоном обработки, демонстрирует в этом контексте двойственный характер. С одной стороны, она эффективно уничтожает сорняки, способствует заделке пожнивных остатков и создает рыхлую, хорошо аэрируемую структуру пахотного слоя в краткосрочной перспективе. Это позволяет почве активно поглощать осенне-зимние осадки, накапливая значительные запасы влаги. Однако оборот пласта нарушает естественные капиллярные связи и приводит к формированию плужной подошвы – плотного горизонта, препятствующего вертикальной миграции воды. Кроме того, интенсивное рыхление стимулирует минерализацию органического вещества, а распыленная структура поверхности делает почву беззащитной перед ветровой и водной эрозией. Весной такой участок быстро теряет влагу через интенсивное физическое испарение, а образовавшаяся корка затрудняет появление всходов.

Технологии с минимальными обработками, объединенные понятием mini-till, предлагают иной путь. Ограничиваясь поверхностной обработкой дисковыми или стрельчатыми орудиями на глубину 8–12 см, они минимизируют нарушение почвенной архитектуры. Пожнивные остатки, частично сохраняющиеся на поверхности, играют роль мульчирующего слоя, который существенно снижает испарение влаги, защищает от перегрева и сглаживает удары капель дождя. Это позволяет более экономно расходовать накопленные осенне-зимние запасы. Почва под мульчей сохраняет капиллярность и естественные ходы, созданные корневыми системами и почвенной биотой, что облегчает проникновение воды вглубь. Однако эффективность такого накопления напрямую зависит от количества и качества растительных остатков, а также от типа почвы. На тяжелых, склонных к заплыванию глинистых грунтах поверхностная обработка может оказаться недостаточной для обеспечения необходимой водопроницаемости.

Наиболее радикальным отходом от парадигмы механического воздействия является прямой посев (no-till). Полный отказ от обработки, сохранение стерни и растительного покрова создают на поверхности стабильную защитную органическую «подстилку». Эта система максимально приближена к природным экосистемам. Под таким покровом формируется стабильный гидротермический режим: испарение минимизировано, инфильтрация осадков максимальна, а сток практически отсутствует. Постоянные биопоры, созданные корнями и почвенными организмами, становятся магистральями для движения воды и воздуха. Структура почвы упрочняется за счет сети гиф грибов и корневых волокон. В долгосрочной перспективе это приводит к значительному повышению влагоемкости и водоудерживающей способности грунта.

Таким образом, выбор способа обработки представляет собой поиск баланса между интенсивностью вмешательства и способностью почвы выполнять свою гидрологическую функцию. Современное ресурсосберегающее земледелие видит вектор развития в минимизации механического воздействия, позволяющей почве как живому организму самостоятельно поддерживать оптимальный водный баланс. Адаптация способов обработки почвы к конкретным условиям служит залогом успешного земледелия и рационального использования водных ресурсов. Отсутствие универсального способа, который бы подходил для всех типов почв и климатических условий, подчеркивает актуальность проблемы и необходимость ее дальнейшего изучения.

Цель работы – провести сравнительную оценку эффективности различных систем обработки почвы (отвальной, минимальной и нулевой) по накоплению и сохранению продуктивной влаги в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Экспериментальная часть работы осуществлялась с 2017 по 2023 годы в рамках шестипольного зернопарового севооборота, включающего следующие культуры: чистый пар - озимая пшеница - яровая пшеница – горох - озимая пшеница - ячмень. Размещение культур в севообороте происходило во времени, в трех повторениях. Исследования проводились в лесостепной зоне Среднего Поволжья (Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал СамНЦ РАН). Объектом служил – чернозем выщелоченный. Предметом исследований выступали три различных подхода к обработке почвы.

Схема полевого опыта предусматривала изучение следующих систем обработки почвы: 1. Отвальная обработка на глубину 20-22 см под озимую и яровую пшеницу, ячмень, и на 25-27 см под горох (контроль); 2. Минимальная обработка: мелкая обработка под все культуры на глубину 10-12 см; 3. Нулевая обработка: прямой посев без предварительной обработки почвы.

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. 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 бюксы, взвешивали, затем высушивали при температуре 105° в течение 6 часов.

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. В весенний период, в слое 0–30 см под посевами озимой пшеницы по чистому пару и под ячменем на фоне отвальной вспашки, запас продуктивной влаги достигал 27,1 и 32,3 мм. На делянках с применением технологии No-till значение данного параметра находилось в интервале 26,0–30,9 мм, что на 4,1–4,4 % уступало варианту со вспашкой.

Для озимой пшеницы, размещенной по занятому пару после гороха, а также для яровой пшеницы, напротив, в слое 0-30 см наблюдалось больше продуктивной влаги при нулевой обработке – 39,6 и 38,4 мм соответственно. Это превышало значения на вспаханном фоне на 6,2 % и 8,4 %, где они составили 37,3 и 35,4 мм. Под посевами гороха исследуемые величины были практически идентичны – 36,5 и 36,2 мм, с расхождением менее 1 %.

На варианте с минимальной (мелкой) обработкой показатель влагообеспеченности под первой культурой после пара был равен 32,6 мм, что на 20,3 % выше, чем при ежегодной отвальной вспашке. Под второй культурой запас влаги (35,9 мм) был больше на 1,4 %, под третьей (37,5 мм) – на 2,7 %, под пятой (33,5 мм) – на 3,7 %. Лишь под четвертой в севообороте культурой – озимой пшеницей, высеянной после гороха, – значение параметра (36,6 мм) оказалось на 1,9 % ниже контрольного варианта (таблица 1).

При использовании нулевой технологии наполнение влагой 0-30 см и 0-100 см слоев почвы весной было сравнимо с показателями при отвальной вспашке в рамках одного севооборота. В среднем по севообороту влагозапасы в слое 0-30 см на контрольном участке с обычной вспашкой достигли 33,7 мм, тогда как на варианте с прямым посевом – 34,2 мм, то есть различие ограничилось 0,5 мм. Весенние замеры в метровом слое также не показали статистически значимой разницы между исследуемыми системами обработки: расхождения были в пределах 0,1 мм при HCP_{05} (0,3). Более заметными оказались отличия между отвальной и минимальной обработкой в севообороте. Минимальная обработка в среднем за ротацию превышала вспашку по влагозапасам в слое 0-30 см на 1,5 мм, а в метровом слое – на 3,8 мм, что соответствует 4,5% и 3,2% соответственно.

Принципиальное различие между системами обработки проявилось в динамике влагозапасов в течение вегетационного периода. На варианте с нулевой технологией и, в меньшей степени, с минимальной обработкой, сформировалась устойчивая капиллярная система, способствовавшая более активному подтягиванию влаги из нижних горизонтов к корнеобитаемой зоне в засушливые периоды. В то же время, на отвальной обработке, несмотря на хорошее весеннее накопление, влага расходовалась менее экономно: значительная её часть терялась на физическое испарение с поверхности разрыхлённого пласта. Ключевую роль в сохранении влаги при применении минимальной и нулевой обработок играл мульчирующий слой растительных остатков. Он не только эффективно снижал скорость ветра у поверхности почвы и температуру её верхнего слоя, но и существенно сокращал испарение. Кроме того, пожнивные остатки служили физическим барьером, препятствующим образованию плотной корки после дождей, тем самым улучшая условия для инфильтрации воды при последующих осадках.

Это подтверждается данными замеров, проведенных в фазу полной спелости изучаемых культур, когда разрыв в запасах продуктивной влаги между вспашкой, минимальной обработкой и прямым посевом в 0-30 см слое достигал соответственно 6,5-7,5% в метровом 8,6-8,4% в пользу минимальной и нулевой технологий.

Продуктивный расход влаги на изучаемых вариантах был неодинаковым, хотя в ряде случаев различия были статистически не значимы. Косвенно об этом можно судить по разнице между урожайностью и суммарным водопотреблением. Если смотреть на данные представленные в таблице 1, только под озимой пшеницей по чистому пару наблюдались относительно близкие значения урожайности (3,45, 3,49, 3,51 т/га) при статистически значимых различиях в запасах влаги. Здесь можно предположить, что продуктивный расход влаги был примерно одинаков (урожайность почти равна), а разница в расходе влаги шла на непродуктивные потери. Для всех остальных культур (яровая пшеница, горох, озимая по занятому пару, ячмень) различия в запасах влаги по большей части статистически не значимы (указано $F_{\phi} < F_T$ или HCP_{05} превышает разницу между вариантами). Это означает, что с математической точки зрения достоверно утверждать, что продуктивный расход влаги на разных вариантах обработки был разным, нельзя. Однако, тенденция прослеживается: например, под яровой пшеницей на минимальной и нулевой обработке урожайность выше (2,82 и 2,79 т/га), чем на отвальной (2,67 т/га), что при примерно равном запасе влаги весной и в уборку предполагает более эффективный (продуктивный) расход влаги на этих вариантах.

Уменьшение запасов влаги на варианте со вспашкой в первую очередь связано с увеличением непроизводительных потерь, а не с более высоким потреблением культурами. Так как урожайность на вспашке часто была ниже, чем на нулевой или минимальной обработке.

Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования минимальной обработки почвы и прямого посева в условиях дефицита влаги. Несмотря на то, что весной запасы влаги в почве после нулевой обработки под отдельными культурами были несколько ниже, впоследствии, в ходе вегетации, данная система обеспечивала более рациональное накопление и расходование влаги сельскохозяйственными растениями. Вышеуказанное выражалось в большем количестве влаги в 0-30 см и 0-100 см слоях почвы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках севооборота классическая вспашка на глубину 20-22 см поддерживала запас влаги в верхнем 30-сантиметровом слое почвы в среднем на отметке 33,7 мм. При использовании технологии прямого посева данный показатель был меньше на 0,5 мм. Измерения влажности почвы, весной проведенные в метровом слое, также не показали значимых расхождений между сравниваемыми

Таблица 1. Запасы продуктивной влаги под посевами сельскохозяйственных культур в зависимости от применяемых систем обработки почвы, мм

Система обработки почвы	Весной		В уборку		Урожайность , т/га
	0-30 см	0-100 см	0-30 см	0-100 см	
Под озимой пшеницей по чистому пару					
Отвальная	27,1	93,1	40,1	78,7	3,45
Минимальная	32,6	102,9	45,6	84,7	3,49
Нулевая	26,0	92,9	40,4	82,5	3,51
<i>HCP₀₅</i>	4,40	6,69	3,47	4,06	
Под яровой пшеницей					
Отвальная	35,4	117,6	23,8	51,6	2,67
Минимальная	35,9	119,3	26,2	50,8	2,82
Нулевая	38,4	131,4	27,0	53,4	2,79
<i>HCP₀₅</i>	<i>F_φ<F_m</i>	3,99	<i>F_φ<F_m</i>	<i>F_φ<F_m</i>	
Под горохом					
Отвальная	36,5	127,6	16,5	40,2	2,35
Минимальная	37,5	123,6	13,1	42,0	2,34
Нулевая	36,2	116,4	18,5	47,3	2,26
<i>HCP₀₅</i>	<i>F_φ<F_m</i>	3,73	0,82	2,95	
Под озимой пшеницей по занятому пару					
Отвальная	37,3	127,4	12,5	36,7	2,86
Минимальная	36,6	131,1	14,7	46,3	2,61
Нулевая	39,6	123,6	13,1	44,7	2,60
<i>HCP₀₅</i>	2,30	3,69	0,73	4,12	
Под ячменем					
Отвальная	32,3	111,1	14,3	60,1	1,94
Минимальная	33,5	118,8	14,6	66,8	1,86
Нулевая	30,9	112,3	15,9	62,1	1,63
<i>HCP₀₅</i>	<i>F_φ<F_m</i>	2,23	<i>F_φ<F_m</i>	3,62	

системами, разница не превышала 0,1 мм. Минимальная обработка почвы демонстрировала преимущество перед вспашкой по накоплению влаги: в слое 0-30 см на 1,5 мм, а в метровом — на 3,8 мм, что соответствует 4,5% и 3,2%.

К фазе полной спелости культур разница в запасах продуктивной влаги между вспашкой, минимальной обработкой и прямым посевом в пахотном слое достигала 6,5-7,5%, а в метровом слое — 8,6-8,4% в пользу минимальной и нулевой технологий.

Таким образом, полученные данные убедительно доказывают, что переход на почвозащитные технологии обработки, создает устойчивые преимущества в формировании влагозапасов на протяжении всего вегетационного периода. Если в первые годы освоения технологии разница в весенних влагозапасах могла быть незначительной, то в долгосрочной перспективе система прямого посева демонстрирует тенденцию к созданию более сбалансированного и устойчивого водного режима. Разница в 6,5-8,6% продуктивной влаги к уборке является значимым агрономическим и экономическим фактором, который в условиях возрастающей климатической изменчивости становится критически важным. Накопление влаги в метровом слое при минимальной и нулевой обработке формирует резерв для последующей культуры в севообороте, повышая общую стабильность агроэкосистемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дридигер, В.К. Эффективность применения системы прямого посева на чернозёме южном Волгоградской области / В.К. Дридигер, Т.В. Волошенкова, Р.Г. Гаджимаров и др. // Земледелие. – 2025. – № 4. – С. 17-23. – doi: 10.24412/00443913202541723.
2. Федоренко, В.Ф. 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.
3. Дридигер, В.К. Эффективность технологии No-till в засушливой зоне Ставропольского края / В.К. Дридигер, 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.
4. Буренок, В.П. Плодородие и влагообеспеченность почвы при почвозащитных системах земледелия / В.П. Буренок, Л.А. Язев, Т.П. Кушенева // Земледелие. – 2011. – № 4. – С. 39-40
5. Гребенников А.М. 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
6. Букин, О.В. 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.
7. Кузина, Е.В. Влияние обработки почвы на её целлюлозоразлагающую активность и влагообеспеченность / Е.В. Кузина, С.Н. Немцев // Научная жизнь. – 2023. – Т. 1. – № 3. – С.400-408. doi: 10.35679/1991-9476-2023-18-3.

ACCUMULATION AND PRESERVATION OF PRODUCTIVE MOISTURE IN VARIOUS TILLAGE SYSTEMS

© 2026 E.V. Kuzina

Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk Scientific Research Institute of Agriculture named after N.S. Nemtsev, Ulyanovsk region, Timiryazevsky settlement, Russia

The article was submitted to the editors 02.06.2026

Citation link: Kuzina E.V. Accumulation and retention of productive moisture under various soil tillage systems // Izvestiya of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Agricultural Sciences. 2026. Vol. 5. No. 2. P. 60-65.

The paper presents the results of a field experiment carried out in the forest-steppe zone of the Middle Volga region. The purpose of the experiment was to compare the effects of minimal tillage, direct seeding, and classical plowing on productive moisture reserves. In the course of research, it was found that in spring the difference in productive moisture reserves between direct sowing and plowing was not significant - 0.5 mm (layer 0-30 cm) and 0.1 mm (0-100 cm). The minimal treatment increased the moisture reserves by 1.5 mm and 3.8 mm, respectively, compared with the control. For harvesting, the advantage in moisture retention was shown by minimal processing and direct sowing - by 6.5–7.5% in a layer of 0-30 cm and by 8.4–8.6% in a meter layer compared to plowing.

Keywords: productive moisture reserves, tillage, winter wheat, spring wheat, peas.

DOI: 10.37313/2782-6562-2026-5-2-60-65

EDN: MTVNMP

REFERENCES

1. [The effectiveness of using the direct-sowing system on southern chernozem in the Volgograd Region] / V.K. Dridiger, T.V. Voloshenkova, R.G. Gadzhumarov et al. // *Zemledelie*. 2025. № 4. S. 17–23. doi: 10.24412/0044 3913 2025 4 17 23.
2. [The effectiveness of using direct sowing and minimal tillage in growing corn for grain] / V.F. Fedorenko, D.A. Petukhov, S.A. Sviridova et al. // *Sel'skokhozyaistvennye mashiny i tekhnologii*. 2022. T.16. № 2. S. 14–21. doi: 10.22314/2073-7599-2022-16-2-14-21.
3. [The effectiveness of no-till technology in the arid zone of the Stavropol Territory] / V.K. Dridiger, V.V. Kulintsev, S.A. Izmailkov et al. // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2021. T. 35. № 1. S. 52–56. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10110.
4. *Burenok V.P., Yazev L.A., Kusheneva T.P.* [Soil fertility and moisture availability in soil-conservation farming systems] // *Zemledelie*. 2011. № 4. S. 39–40
5. [The impact of using different methods of primary tillage on the reserves of productive moisture in agro-chernozems] / A.M. Grebennikov, A.S. Frid, S.V. Saprykin et al. // *Agrokimiya*. 2019. № 8. S. 40–47. doi: 10.1134/S0002188119080052
6. [The impact of basic soil tillage practices on the dynamics of moisture reserves and the yield of field peas in the forest-steppe conditions of the European part of Russia] / O.V. Bukin, D.V. Bochkarev, A.N. Nikol'skii et al. // *Agrarnaya nauka*. 2020. № 6 (339). S. 58–61. doi: 10.32634/0869-8155-2020-339-6-58-61.
7. *Kuzina E.V., Nemtsev S.N.* [The impact of soil cultivation on its cellulose-decomposing activity and moisture availability] // *Nauchnaya zhizn'*. 2023. T. 1. № 3. S.400–408. doi: 10.35679/1991-9476-2023-18-3.