

УДК 631.51: 633.11

**ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
И ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ
ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ АГРОТЕХНОЛОГИЙ**

© 2024 Е.В. Кузина

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Статья поступила в редакцию 12.09.2024

В статье описываются результаты исследований, которые были проведены в полевом опыте в 2020-2022 годах. Эти исследования осуществлялись в Ульяновском научно-исследовательском институте сельского хозяйства, который является филиалом Самарского научного центра РАН. В качестве объектов исследования были выбраны озимая пшеница сорта «Марафон» и выщелоченный чернозем. В рамках изучения рассматривались шесть систем обработки почвы. В ходе исследований определено влияние различных систем обработки почвы на активность целлюлозоразлагающей микрофлоры и водный режим почвы под озимой пшеницей. Установлено, что сохранение растительных остатков на поверхности почвы при проведении мелких безотвальных обработок способствует увеличению активности микроорганизмов и повышает уровень разложения льняных полотен в пахотном слое, относительно варианта с оборотом пласта (вспашка на 20-22 см.). Кроме того, дифференцированная и гребнекульная обработки способствуют лучшему накоплению и сохранению влаги в почве по сравнению с ежегодной вспашкой.

Ключевые слова: биологическая активность, запасы продуктивной влаги, коэффициент водопотребления, обработка почвы, озимая пшеница.

DOI: 10.37313/2782-6562-2024-3-3-47-51

EDN: PQJLMF

ВВЕДЕНИЕ

На текущем этапе развития сельского хозяйства в России актуальной становится задача перехода к инновационным методам земледелия, например, минимальной обработке почвы или беспашотному земледелию, которые снижают негативное влияние на почву. Эти методы предполагают более щадящее воздействие на почвенный покров, улучшают его влагоудерживающую способность, поддерживают естественную структуру и микробиологическую активность, что способствует росту плодородия почвы и её долговременному устойчивому состоянию. В Среднем Поволжье дефицит доступной влаги является главным фактором, ограничивающим продуктивность богарного земледелия [1]. Поэтому в сельском хозяйстве одной из приоритетных задач является сохранение и рациональное использование атмосферной влаги. Анализ литературных данных о влиянии способов обработки почвы на влагообеспеченность посевов сельскохозяйственных культур показывает наличие противоречивых сведений. Некоторые

Кузина Елена Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая отделом земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

E-mail: elena.kuzina@autorambler.ru

исследователи утверждают, что глубокая обработка почвы может положительно влиять на сохранение осенне-зимней влаги. Согласно их точке зрения, это объясняется интенсивным рыхлением 0-30 см слоя почвы, что увеличивает его водопроницаемость [2,3]. Другие ученые считают, что поверхностные и мелкие обработки равноценны в плане обеспечения метрового слоя продуктивной влагой [4]. Согласно нескольким исследованиям, в условиях скудных осадков в осенне-зимний период мелкие и нулевые обработки не уступают глубоким в накоплении влаги на метровой глубине, однако в периоды высокой влажности они могут привести к снижению влагозапасов [5,6].

В неорошаемом земледелии важно выбирать системы обработки почвы, способствующие сохранению влаги, так как её дефицит может негативно сказаться на биологической активности почвы и процессах гумусообразования. Традиционно механическая обработка, особенно вспашка, рассматривалась как основной способ увеличения биологической активности почвы и минерализации органических веществ, что приводило к мобилизации питательных элементов. Однако в последнее время эта точка зрения меняется. Исследования показывают, что вспашка может нарушать естественные биопроцессы

и увеличивать минерализацию растительных остатков. Альтернативные почвозащитные системы усиливают микробиомассу, ферментную активность и денитрификацию [7,8]. Однако другие исследования показывают, что влияние поверхностной обработки и вспашки на биологическую активность почвы мало отличается [9].

Расхождение мнений о том, какой из способов основной обработки почвы наиболее эффективен для поддержания почвенной биоты и оптимизации водного режима, свидетельствует об отсутствии универсального подхода ко всем типам почвы и климатическим условиям. Всё это подтверждает актуальность проблемы и необходимость её дальнейшего изучения.

Целью наших исследований было изучение влияния систем основной обработки почвы и минеральных удобрений на её целлюлозоразлагающую активность и влагообеспеченность посевов озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в 2020-2022 гг. в полевом опыте. В Ульяновском НИИСХ - филиале СамНЦ РАН. Объектами исследований служили – озимая пшеница «Марафон», чернозем выщелоченный. Предметом исследований – 6 систем обработки почвы (Фактор А): Отвальная - (вспашка на 20-22 см ПЛН-4-35) контроль; 2. Дифференцированная разноглубинная - (чередование вспашки на 20-22 см ПЛН-4-35 и дискования на 6-8см); 3. Без основной осенней обработки, весной мелкая мульчирующая обработка - (на 10-12 см АПК-3); 4. Гребнекулисная (ОП-3С на 13-15см); 5. Дисковая - (БДМу на 6-8см); 6. Плоскорезная – (КПШ-3 на 13-15см).

Эффективность различных систем основной обработки почвы изучалась на двух фонах. Фактор Б: 1. Без удобрений (контроль); 2. Фон ($N_{30}P_{30}K_{30}$).

Наблюдения, определения и учеты проводены по общепринятым методикам:

- *Влажность почвы* определялась методом высушивания. Пробы отбирались на двух несмежных повторностях по две скважины послойно через 10 см глубиной до 1 м весной и осенью после уборки. Взятые образцы помещались в бюксы, взвешивались, высушивались при температуре 140 °С в течении 6 часов. Содержание влаги в почве вычислялось в % от абсолютно-сухой почвы и в мм продуктивной влаги;

- *Биологическая активность почвы* определяли методом льяных полотен – «аппликаций» по Вострову и Петровой за период инкубации (посев – уборка) в трехкратной повторности по слоям 0-10, 10-20, 20-30 см (размер аппликаций 8 x 8см);

- *Математическая обработка* Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием программ Agros, Microsoft Excel, Statistica.

Почва опытного участка – чернозем, слабо-выщелоченный среднемогучий тяжелосуглинистый со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса от 5,8 до 6,1 %, обеспеченность подвижным фосфором очень высокая (226 мг/кг), калием средняя (92 мг/кг), реакция почвенного раствора близкая к нейтральной (рН 6,6).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Среди всех факторов, определяющих жизнедеятельность растений, вода занимает ведущую позицию как по объему, потребляемому растениями, так и по заботе, связанной с обеспечением растений влагой. Обработка почвы играет значительную роль в накоплении, удержании и эффективном использовании почвенной влаги для формирования урожая.

Мы определяли содержание продуктивной влаги весной в период возобновления вегетации озимой пшеницы, а также перед уборкой урожая, делая это послойно через каждые 10 см на глубину до 1 метра. Весной влажность пахотного слоя составляла от 20,1 до 29,5 мм, а на метровый глубину – 85,8-117,9 мм. Наиболее результативной для улучшения водного режима почвы оказалась дифференцированная обработка, которая повышала запасы продуктивной влаги по сравнению с контролем на 33% в пахотном слое и на 19% в метровом, обеспечивая тем самым более благоприятные условия для влагообеспечения исследуемой культуры (таблица 1).

Среди беспашотных обработок наибольшее накопление влаги наблюдалось при использовании гребнекулисной обработки, при которой продуктивные запасы влаги в слоях почвы 0-30 и 0-100 см увеличивались относительно контроля с 22,2 и 99,2 мм до 28,2 и 115,9 мм, то есть на 27-17%.

Определение остаточных запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы в фазу полной спелости культуры также выявило преимущество гребнекулисной и дифференцированной обработки почвы по сравнению со вспашкой. Разница в содержании влаги между ними и отвальной обработкой составила в пахотном слое почвы от 1,1 до 3,6 мм, а в метровом слое варьировалась от 13,8 до 17,7 мм соответственно.

Ключевым показателем эффективности систем обработки почвы является расход продуктивной влаги на единицу урожая, известный как коэффициент водопотребления, который зависит не только от общего потребления влаги, но и

Таблица 1. Влияние способов обработки почвы на запасы продуктивной влаги под посевами озимой пшеницы, мм 2020-2022 гг.

Варианты обработки	Весной		В уборку	
	0-30 см	0-100 см	0-30 см	0-100 см
Отвальная на 20-22 см.	22,2	99,2	16,7	59,8
Дисковая на 6-8 см. (дифференцированная)	29,5	117,9	20,3	77,5
Мульчирующая на 10-12см (весной)	20,5	86,8	13,1	53,5
Гребнекулисная на 13-15см	28,2	115,9	17,8	73,6
Дисковая на 6-8 см.	20,1	90,8	11,7	45,7
Плоскорезная на 13-15 см.	22,3	85,8	10,9	47,5
<i>HCP</i> _{0,05}	3,63	4,98	1,70	5,34

от уровня урожайности культуры (рис.1). В рамках исследования для оценки эффективности использования продуктивной влаги мы провели расчеты водопотребления для озимой пшеницы. Чтобы определить общее водопотребление, мы учитывали запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в период весеннего роста растений, ее уровень перед уборкой урожая, количество выпавших осадков за вегетационный период и урожайность озимой пшеницы. Наименьшее значение коэффициента водопотребления наблюдалось при дифференцированной обработке, составив без удобрений 87,7 мм/т, а при внесении $N_{30}P_{30}K_{30}$ — 67,3 мм/т, что было на 7-12 % ниже по сравнению с контрольным вариантом. Максимальный коэффициент, соответственно 112,2 мм/т и 84,2 мм/т, был зафиксирован на варианте с весенней мульчирующей обработкой.

Таким образом, дифференцированная обработка почвы под озимую пшеницу обеспечила увеличение эффективности использования влаги на 9,5% в сравнении с традиционной вспашкой.

Коэффициенты водопотребления значительно варьировали в зависимости от элементов технологии (уровня удобренности). Выяснилось, что применение удобрений заметно уменьшило расход влаги на всех вариантах обработки почвы. Например, в среднем без удобрений на образование 1 тонны зерна затрачивалось 97 мм

воды, а при внесении $N_{30}P_{30}K_{30}$ водопотребление сокращалось на 21,5 мм/т, что составило 28%.

Исследования подтвердили, что влагообеспечение пахотного слоя оказывает значительное влияние на активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов, что является показателем биологической активности почвы. Глубина обработки имеет важное значение для биологических процессов: при недостаточной активности разложение растительных остатков и формирование пищевого режима замедляются, а при чрезмерной активности идет стремительная минерализация, и мало образуется гумусовых веществ. Условия, создаваемые обработкой почвы, такие как снижение плотности, улучшение аэрации и влажности, могут стимулировать или, напротив, уменьшать активность микроорганизмов, соответственно влияя на разложение органики.

В ходе нашего эксперимента биологическая активность почвы больше зависела от текущих погодных условий в период вегетации, чем от изученных факторов (систем обработки и удобрений). По шкале интенсивности разрушения целлюлозы за вегетационные периоды исследуемых лет, она была охарактеризована как сильная в 2020 и 2022 годах, и как слабая в 2021 году, составляя соответственно 58,1-56,2-28,3%.

Преимущество в разложении клетчатки было за дифференцированной в севообороте

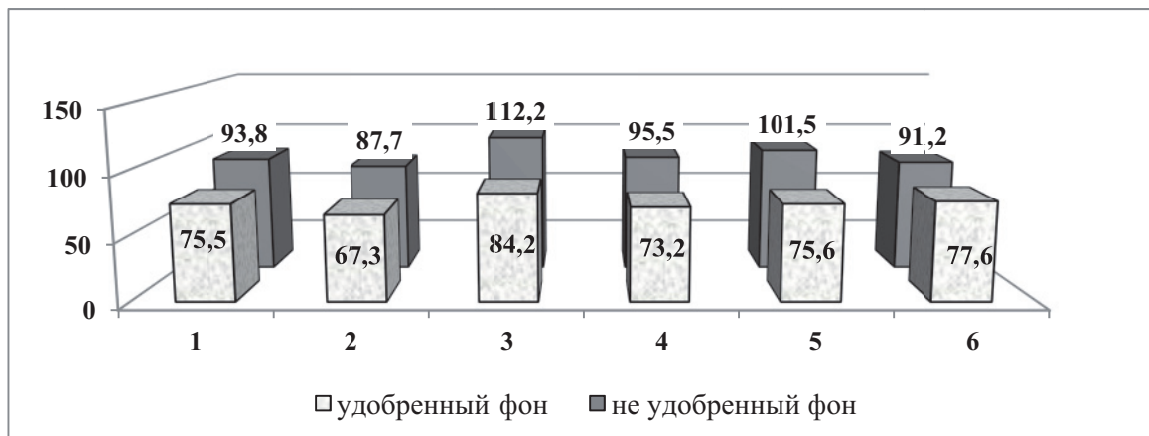
**Рис. 1.** Коэффициенты водопотребления, мм на 1 тонну зерна

Таблица 2. Интенсивность разложения льняного полотна, в зависимости от способов основной обработки (в слое 0-30 см), (%)

Варианты	N ₀ P ₀ K ₀	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Ср. по варианту
Отвальная на 20-22 см.	43,2	46,6	44,9
Дифференцированная	50,1	59,9	54,8
Мульчирующая на 10-12см (весной)	44,8	54,9	49,8
Гребнекулисная на 13-15см	43,8	53,0	48,4
Дисковая на 6-8 см.	43,5	53,5	48,5
Плоскорезная на 13-15 см.	45,7	55,1	50,4
<i>HCP_{0,05} A-1,78; B-1,03; AB- 2,52; p-1,64%</i>			

обработкой, где активность микрофлоры в отношении целлюлозы составила 54,8%, что на 9,9% превышало контрольный показатель (таблица 2). Это связано с лучшей влажностью пахотного слоя почвы на протяжении всего вегетационного периода.

Исследования показали, что минеральные удобрения (N₃₀P₃₀K₃₀) заметно влияют на активность разложения целлюлозы.

На не удобренном фоне среднее по вариантам уменьшение массы льняных полотен составило 45,2%. Применение минеральных удобрений ускорило этот процесс на 8,6 %. При этом в варианте с оборотом пласта разложение клетчатки увеличилось на 3,4 %, а в вариантах без оборота — на 9,4-10,1% по сравнению с не удобренным фоном.

Интенсивность разложения клетчатки в почвенных слоях различалась. Для слоя 0-10 см была характерна меньшая биологическая активность по сравнению с более глубокими слоями 10-20 и 20-30 см на 9,1 и 14,2 % соответственно. Это объясняется лучшими условиями увлажнения в нижних слоях.

ВЫВОДЫ

Мелкие обработки почвы, такие как плоскорезная, мульчирующая и дисковая, не ухудшали микробиологическую активность в почве, однако по способности накапливать влагу в метровом слое они уступали вспашке на 14-12-9 %.

Дифференцированная в севообороте обработка, основанная на чередовании отвальной и поверхностной дисковой обработке, оказывала положительное влияние на накопление в почве доступной для растений влаги, способствовала более экономичному расходованию её на формирование урожайности озимой пшеницы. Улучшала условия жизнедеятельности целлюлозоразлагающих микроорганизмов, что выразилось в повышении разложения льняного полотна на 9,9% по сравнению с ежегодной отвальной обработкой.

Использование удобрений обеспечивало снижение расхода влаги на единицу урожая во всех вариантах обработки почвы в среднем на 28 % по сравнению с не удобренным фоном.

Данные результаты свидетельствуют о высокой значимости выбора и оптимизации систем обработки почвы и применения удобрений для создания наиболее благоприятных условий для роста и развития растений. Современный подход к земледелию диктует необходимость более бережного отношения к почвенному ресурсу, с целью сохранения его плодородия и обеспечения устойчивости агроэкосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузина, Е.В. Влияние основной обработки почвы на запасы продуктивной влаги и агрофизические свойства чернозема выщелоченного / Е.В. Кузина // Пермский аграрный вестник. 2016. №3 (15). С. 35-40.
2. Миникаев, Р.В. Биологический режим серых лесных почв при различных системах обработки под ранние зерновые культуры / Р.В. Миникаев, А.Р. Валиев, И.Г. Манюкова, Г.С. Сайфиева // Вестник Алтайского ГАУ. 2016. № 11 (145). С.26-33.
3. Пегова, Н.А. Ресурсосберегающая система обработки дерново-подзолистой почвы/ Н.А. Пегова, В.М. Холзаков // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 1 (44). С. 35-39.
4. Кузыченко, Ю.А. Эффективность обработки почвы в севооборотах на различных типах почв Центрального Предкавказья / Ю.А. Кузыченко, В.В. Кулинцев, А.К. Кобозев // Земледелие. 2017. № 4. С. 19-22.
5. Борин, А.А. Обработка почвы, её биологические свойства и урожай / А.А. Борин, А.Э. Лощина // Вестник АПК Верхневолжья. 2019. №1 (45). С. 22-26.
6. Новиков, В.М. Влияние агротехнологических приёмов и погодных условий на биологическую активность тёмно-серой лесной почвы при возделывании зернобобовых и крупяных культур / В.М. Новиков // Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». 2016. № 4(20). С.116-120.
7. Кузнецова, Л.Н. Целлюлозоразлагающая способность микроорганизмов при «нулевой» технологии / Л.Н. Кузнецова // Вестник Курской ГСА. 2014. №7. С.49-51.
8. 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, Ю.И. Червердин // Агрехимия. 2019. № 8. С. 40-47. : 10.1134/S0002188119080052.

9. Гармашов, В.М., Биологическая активность чернозема обыкновенного при минимизации обработки и прямом посеве / В.М. Гармашов,

Л.В. Гармашова // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 2-1 (104). С.145-148.

MOISTURE SUPPLY OF WINTER WHEAT CROPS AND CELLULOSOLITICAL ACTIVITY OF SOILS AT DIFFERENT LEVELS OF AGROTECHNOLOGIES IN THE MIDDLE VOLGA REGION

© 2024 E.V. Kuzina

Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,
Ulyanovsk Research Institute of Agriculture

The article describes the results of research that was carried out in a field experiment in 2020-2022. These studies were carried out at the Ulyanovsk Research Institute of Agriculture, which is a branch of the Samara Research Center of the Russian Academy of Sciences. Winter wheat of the Marathon variety and leached chernozem were chosen as the objects of study. The study considered six tillage systems. The influence of different primary tillage systems on the activity of cellulose-decomposing microflora and the water regime of the soil under winter wheat was determined. It was found that the preservation of plant residues on the soil surface during shallow no-till tillage contributes to an increase in the activity of microorganisms and increases the level of decomposition of flax cloths in the arable layer, relative to the option with layer turnover (plowing to 20-22 cm). In addition, differentiated and ridge-and-knob tillage contribute to better accumulation and conservation of moisture in the soil compared to annual plowing.

Keywords: biological activity, productive moisture reserves, water consumption coefficient, tillage, winter wheat.

DOI: 10.37313/2782-6562-2024-3-3-47-51

EDN: PQJLMF

REFERENCES

1. Kuzina, E.V. Vliyanie osnovnoj obrabotki pochvy na zapasy produktivnoj vlagi i agrofi-zicheskie svojstva chernozema vyshchelochennogo / E.V. Kuzina // Permskij agrarnyj vestnik. 2016. №3 (15). S. 35-40.
2. Minikaev, R.V. Biologicheskij rezhim seryh lesnyh pochv pri razlichnyh sistemah obra-botki pod rannie zernovye kul'tury / R.V. Minikaev, A.R. Valiev, I.G. Manyukova, G.S. Sajfiyeva // Vestnik Altajskogo GAU. 2016. № 11 (145). S.26-33.
3. Pegova, N.A. Resursoberegayushchaya sistema obrabotki dernovo-podzolistoj pochvy/ N.A. Pegova, V.M. Holzakov // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2015. № 1 (44). S. 35-39.
4. Kuzychenko, Yu.A. Effektivnost' obrabotki pochvy v sevooborotah na razlichnyh tipah pochv Central'nogo Predkavkaz'ya / Yu.A. Kuzychenko, V.V. Kulincev, A.K. Kobozev // Zemle-delie. 2017. № 4. S. 19-22.
5. Borin, A.A. Obrabotka pochvy, eyo biologicheskie svojstva i urozhaj / A.A. Borin, A.E. Lo-shchinina // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2019. №1 (45). S.22-26.
6. Novikov, V.M. Vliyanie agrotekhnologicheskikh priyomov i pogodnyh uslovij na biologicheskuyu aktivnost' tyomno-seroj lesnoj pochvy pri vozdeyvanii zernobobovyh i krupyanyh kul'tur / V.M. Novikov // Nauchno – proizvodstvennyy zhurnal «Zernobobovye i krupyanye kul'tury». 2016. № 4(20). S.116-120.
7. Kuznecova, L.N. Cellyulozorazlagayushchaya sposobnost' mikroorganizmov pri «nulevoj» tekhnologii / L.N. Kuznecova // Vestnik Kurskoj GSA. 2014. №7. S.49-51.
8. Grebennikov, A.M. Vliyanie primeneniya razlichnyh sposobov osnovnoj obrabotki na zapa-sy produktivnoj vlagi v agro-chernozemah / A.M. Grebennikov, A.S. Frid, S.V. Saprykin, Yu.I. Cheverdin // Agrohimiya. 2019. № 8. S. 40-47. DOI: 10.1134/S0002188119080052.
9. Garmashov, V.M. Biologicheskaya aktivnost' chernozema obyknovenogo pri minimizacii obrabotki i pryamom poseve / V.M. Garmashov, L.V. Garmashova // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2021. № 2-1 (104). S.145-148.