

Научная статья/ Research Article

УДК 631.51:631.423.2:631.559:633.16(571.12)

DOI: 10.36718/1819-4036-2024-9-36-43

Николай Васильевич Перфильев¹, Ольга Анатольевна Вьюшина²✉

^{1,2}НИИ сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал ФИЦ Тюменского научного центра СО РАН, Тюмень, Россия

¹nikolay52@yandex.ru

²vyushina63@mail

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ЗАПАСЫ ВЛАГИ, ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ

Цель исследований – установить влияние систем основной обработки темно-серой лесной почвы в Северном Зауралье на влагообеспеченность, водопотребление посевов ярового ячменя и его урожайность. Представлены результаты многолетних исследований, проведенных в северной лесостепи Тюменской области в стационарном опыте в среднем за период 7-й ротации зернопарового севооборота (2018–2022 гг.). Все изучаемые системы основной обработки в период посева – всходов оказывали равноценное влияние на запасы продуктивной влаги в слоях 0–30 и 0–100 см. При практически равных значениях суммарного водопотребления полем ячменя за вегетацию по вариантам систем основной обработки влага наиболее продуктивно использовалась по системам обработки с использованием обработки на глубину 20–22 см – отвальной, комбинированной. На фоне с применением удобрений коэффициент водопотребления по ресурсосберегающим системам обработки превышал эти варианты на 3,1–8,5 %, на фоне без применения удобрений эта разница была более существенна – 9,5–35,1 %. Влага при применении удобрений расходовалась продуктивнее, чем на фоне без удобрений, на 51,6–58,7 %. Применение удобрений повышало урожайность ячменя на 52–99 %. На фоне естественного плодородия лучшие показатели урожайности были по отвальной системе обработки – на 9–27 % выше, чем по ресурсосберегающим. На фоне с применением удобрений комбинированная система обработки с чередованием отвальной и безотвальной обработки на глубину 20–22 см обеспечивала получение урожайности ячменя на уровне отвальной системы обработки. Системы обработки с преимущественно мелкими способами обработки (поверхностная, плоскорезная) снижали урожайность на 0,18–0,25 т/га (6,1–8,5 %).

Ключевые слова: обработка почвы, влагообеспеченность, водопотребление, яровой ячмень, урожайность

Для цитирования: Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Влияние систем обработки почвы на запасы влаги, водопотребление и урожайность ячменя // Вестник КрасГАУ. 2024. № 9. С. 36–43. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-9-36-43.

Благодарности: работа выполнена Научно-исследовательским институтом сельского хозяйства Северного Зауралья ТюмНЦ СО РАН в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FWRZ-2021-0015).

Nikolay Vasilyevich Perfiliev¹, Olga Anatolievna Vyushina²✉

^{1,2}Research Institute of Agriculture of the Northern Trans-Urals – branch of the Federal Research Center of the Tyumen Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tyumen, Russia

¹nikolay52@yandex.ru

²vyushina63@mail

TILLAGE SYSTEMS INFLUENCE ON MOISTURE RESERVES, WATER CONSUMPTION AND BARLEY YIELDS

The aim of research is to establish the influence of primary tillage systems of dark gray forest soil in the Northern Trans-Urals on moisture availability, water consumption of spring barley crops and its yield. The paper presents the results of long-term studies conducted in the northern forest-steppe of the Tyumen Region in a stationary experiment on average for the period of the 7th rotation of the grain-fallow crop rotation (2018–2022). All studied primary tillage systems during the sowing-emergence period had an equivalent effect on the reserves of productive moisture in the 0–30 and 0–100 cm layers. With almost equal values of total water consumption by the barley field during the growing season according to the variants of primary tillage systems, moisture was most productively used according to the tillage systems using tillage to a depth of 20–22 cm – moldboard, combined. Against the background of the use of fertilizers, the water consumption coefficient for resource-saving cultivation systems exceeded these options by 3.1–8.5 %, while against the background of the absence of fertilizers, this difference was more significant – 9.5–35.1 %. Moisture was spent more productively with the use of fertilizers than against the background of the absence of fertilizers, by 51.6–58.7 %. The use of fertilizers increased the barley yield by 52–99 %. Against the background of natural fertility, the best yield indicators were for the moldboard cultivation system – 9–27 % higher than for resource-saving ones. Against the background of the use of fertilizers, the combined cultivation system with alternating moldboard and non-moldboard cultivation to a depth of 20–22 cm ensured the barley yield at the level of the moldboard cultivation system. Cultivation systems with predominantly shallow cultivation methods (surface, flat-cut) reduced the yield by 0.18–0.25 t/ha (6.1–8.5 %).

Keywords: tillage, water availability, water consumption, spring barley, yield

For citation: Perfilyev N.V., Vyushina O.A. Tillage systems influence on moisture reserves, water consumption and barley yields // Bulliten KrasSAU. 2024;(9): 36–43 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-9-36-43.

Acknowledgments: the work has been carried out by the Northern Trans-Urals Research Institute of Agriculture, Tyumen Scientific Center, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (FWRZ-2021-0015).

Введение. Важной задачей развития агропромышленного комплекса в настоящее время является повышение эффективности сельскохозяйственного производства. Залогом получения стабильных урожаев сельскохозяйственных культур является интенсификация земледелия [1, 2].

При этом эффективность факторов, определяющих условия получения высоких показателей урожайности сельскохозяйственных культур (погодные условия, тип почвы, предшественник, обработка почвы, удобрения), во многом зависит от того, насколько эти факторы способны обеспечить оптимизацию водного режима почвы, а также от состояния влагообеспеченности растений [3, 4], так как от влажности почвы зависят многие химические, биологические и физико-химические процессы, доступность питательных веществ растениям [5].

В свою очередь в системе агротехнических мероприятий, направленных на накопление и сохранение продуктивной влаги, ведущее место отводится обработке почвы, как одному из основных реальных путей регулирования агрофи-

зических свойств почвы [6, 7]. Однако мнения исследователей по направленности влияния обработки почвы на водный режим разнятся. Одни считают, что минимальные обработки приводят к накоплению запасов влаги в почве больше, чем по вспашке, другие, наоборот, указывают на лучшую обеспеченность влагой растений при применении вспашки. Эти различия их влияния вполне объяснимы особенностями почвенных и климатических условий, в которых получены эти данные [8, 2]. Данные обстоятельства свидетельствуют об актуальности исследований влияния обработки почвы на факторы почвенного плодородия с учетом местных почвенных и климатических условий.

В условиях Северного Зауралья с характерной особенностью баланса поступления и расхода влаги, при котором около третьей части суммарного расхода влаги за вегетацию приходится на начальную фазу вегетации (посев – кущение) с отрицательным балансом (31–43 %), поступления влаги с осадками в этот период запасы продуктивной влаги в почве являются

одним из основных лимитирующих получение урожайности факторов [9, 10].

В данных условиях неустойчивости баланса между поступлением влаги с осадками и суммарным водопотреблением полевых зерновых культур в течение вегетации запасы почвенной влаги, а также плотность сложения почвы в основном определяют состояние других элементов плодородия и урожайность сельскохозяйственных культур [11, 12].

Цель исследований – изучение влияния различных систем основной обработки темно-серой лесной почвы на запасы влаги, водопотребление в поле ячменя и его урожайность.

Объекты и методы. Исследования выполнены в развернутом во времени и пространстве стационарном опыте на опытном поле НИИСХ Северного Зауралья – филиала ТюмНЦ СО РАН в посевах ячменя – культуре, завершающей зернопаровой севооборот, в период 7-й ротации 2018–2022 гг. со следующим чередованием культур: чистый пар, озимая рожь, яровая пшеница, яровая пшеница, яровой ячмень. Опыт заложен в 3 повторностях с общей площадью делянок 350–380–380 м, учетной – 100 м².

Почва темно-серая лесная, тяжелосуглинистая, содержание гумуса – 4,2–5,0 %; pH солевой вытяжки – 6,0–6,4; глубина гумусного горизонта – 25–27 см. Сумма поглощенных оснований в пахотном слое – 18,6–25,6 мг-экв/100 г почвы. Схема опыта включала 6 вариантов основной обработки почвы:

- отвальная – ежегодно под все культуры севооборота вспашка плугом ПН-4-35 на 20–22 см;
- безотвальная – ежегодно обработка плугом со стойками СибИМЭ на 20–22 см;
- комбинированная – чередование через год обработки плугом ПН-4-35 и плугом со стойками СибИМЭ на 20–22 см;
- дифференцированная – в 2 первых полях проведена мелкая обработка «Смарагд-6» на 12–14 см, в 4-м и 5-м поле – БДТ-2,5 на 10–12 см и одна глубокая вспашка на 20–22 см под пшеницу;
- мелкая плоскорезная – ежегодная обработка «Смарагд-6» на 12–14 см;
- поверхностная – ежегодная обработка БДТ-2,5 на 10–12 см.

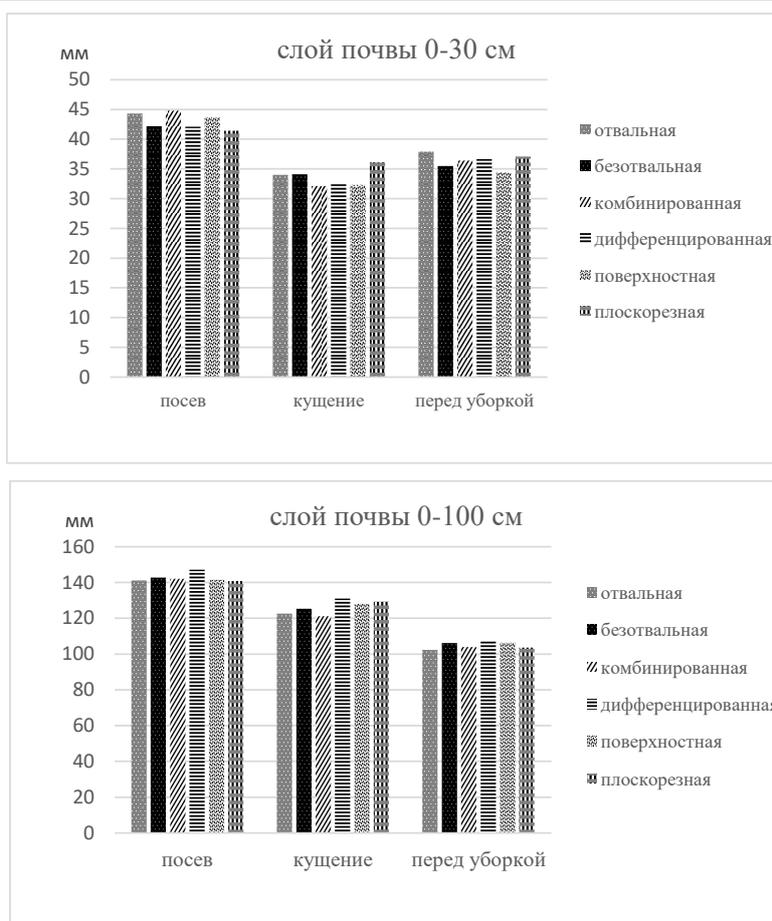
Варианты опыта заложены на удобренном фоне из расчета N₄₀P₄₀K₄₀ кг. д. в. на 1 га севооборотной площади и на фоне без удобрений. Весной после закрытия влаги БЗСС-1,0 прове-

дена предпосевная культивация «Смарагд-6» и посев сеялкой СЗП-3,6. Обработка гербицидами производилась общим фоном. Измельченная при уборке солома оставлялась на поле. При проведении исследований для определения запасов продуктивной влаги, коэффициента водопотребления, урожайности были использованы широко распространенные, апробированные в земледельческой науке методики [13–16].

Результаты и их обсуждение. В годы проведенных исследований из 5 лет вегетационные периоды 3 лет (2018, 2019, 2022) были отмечены как благоприятные по обеспеченности осадками – 112–126 % по отношению к среднемноголетнему показателю. В эти годы обеспеченность теплом по сумме эффективных температур более 5 °С была близкой к среднемноголетнему показателю (97–116 % к норме). Поэтому показатель соотношения выпавших за вегетационный период осадков и суммы среднесуточных температур (ГТК Селянинова) – 1,34–1,68 (104–130 % к среднемноголетнему показателю) характеризовал эти годы как годы с благоприятным увлажнением.

Вегетационные периоды 2 лет (2020, 2021) отмечались недостаточной обеспеченностью осадками (40–78 % к среднемноголетней норме) и хорошей обеспеченностью теплом (126–130 % к норме). Показатель ГТК Селянинова вегетационных периодов этих лет – 0,42–0,89 (32–69 % к среднемноголетнему показателю) свидетельствует о засухливости этих периодов.

Особенности климата в годы исследований отразились на результатах влияния систем обработки на агрофизические показатели почвы, а также на урожайность ячменя. В данных условиях в среднем за 2018–2022 гг. изучаемые системы обработки обеспечивали хорошие запасы влаги к периоду посев – всходы (94–98 % от НВ) и кущения (82–87 % от НВ) зерновых. При этом в период посева системы обработки оказывали равное влияние на запасы влаги 0–30 и 0–100 см слоя почвы. В период кущения системы обработки поверхностная, плоскорезная, дифференцированная были обеспечены влагой метрового слоя почвы опытного участка выше, чем по отвальной системе, на 5,4–8,5 мм. В этот период изучаемые системы обработки также, как и в период посев – всходы, оказывали равное влияние на запасы влаги в 0–30 см слое почвы (рис.).



Влияние систем обработки на запасы продуктивной влаги при возделывании ячменя (2018–2022 гг.)

В сложившихся условиях обеспеченности почвенными запасами влаги и состояния сложения почвы было установлено, что суммарное водопотребление полем ячменя в период посев – кущение по вариантам систем обработки составило 29,8–33,2 % от суммарного за вегетацию. При этом данный расход влаги был компенсирован за счет атмосферных осадков в этот период на 72–81 %. В оставшийся период вегетации кущение – полная спелость величина суммарного водопотребления составляла 66–70 % от суммарного за вегетацию. В период кущение – полная спелость расход влаги компенсировался осадками на 82–87 %, что свидетельствует о более благоприятных условиях по водному балансу в сравнении с ранним периодом вегетации. Величина суммарного водопотребления в целом за вегетацию составляла 197,4–201,2 мм, т. е. была практически одинаковой по вариантам систем обработки (табл.).

В условиях примерного равенства суммарного водопотребления вегетирующим полем по различным вариантам систем основной обра-

ботки различия в урожайности ячменя в решающей степени обуславливались состоянием питательного режима почвы [17], а также особенностями состояния складывающихся в результате обработки почвы агрофизических показателей почвы [10].

Так, применение удобрений способствовало повышению урожайности зерна ячменя по вариантам различных систем обработки на 1,0–1,4 т/га, что выше, чем на неудобренном фоне, на 52–99 %. При этом на фоне естественного плодородия лучшие показатели урожайности ячменя по отвальной системе обработки – на 0,18–0,52 т/га, или на 9–27 %, выше, чем по ресурсосберегающим системам обработки, многими исследователями объясняются лучшими условиями влагообеспеченности и сложения почвы для мобилизации здесь доступных форм азота, как за счет минерализации органического вещества, так и за счет текущей нитрификации [18, 19].

Баланс влаги и водопотребление в поле ячменя в зависимости от системы основной обработки почвы (2018–2022 гг.)

Система обработки почвы	Запасы продуктивной влаги в слое 0–100 см по фазам вегетации, мм			Суммарное водопотребление, мм			Урожайность ячменя, т/га		Коэффициент водо-потребления, мм/т зерна	
	Посев – всходы	Кущение	Полная спелость	Посев – кущение	Кущение – полная спелость	Посев – полная спелость	без удобрений	с удобрениями	без удобрений	с удобрениями
Отвальная	141,1	122,6	102,4	66,9	134,4	201,2	1,94	2,94	103,7	68,4
Безотвальная	142,8	125,4	106,1	65,5	133,4	198,9	1,42	2,82	140,1	70,5
Комбинированная	142,1	121,2	103,9	69,0	131,4	200,4	1,76	2,93	113,9	68,4
Дифференцированная	147,2	131,1	108,0	64,2	137,2	201,4	1,54	2,76	130,7	73,0
Поверхностная	141,5	128,0	106,3	61,6	135,8	197,4	1,66	2,73	118,9	72,3
Плоскорезная	140,8	129,4	103,6	59,5	139,9	199,4	1,42	2,69	123,1	74,1
НСР ₀₅	4,9	5,1	6,0				0,27	0,21		

При создании лучших условий питания в результате применения минеральных удобрений урожайность ячменя по ресурсосберегающим – безотвальной, комбинированной системам обработки с глубиной обработки 20–22 см становилась равной варианту отвальной системы обработки. Системы же обработки с преимущественно мелкими способами обработки – поверхностная и плоскорезная снижали урожайность ячменя в сравнении с отвальной системой на 0,21–0,25 т/га, или на 7,1–8,5 %.

Отмеченное преимущество по урожайности систем обработки почвы отвальной, а также систем с периодическим применением глубоких отвальной и безотвальной обработок объясняется более благоприятным воздействием на оптимизацию сложения почвы, в особенности слоя почвы 10–30 см, а также лучшими условиями питательного режима почвы [10, 20], что в свою очередь оказывало также положительное влияние этих систем обработок на эффективность использования растениями влаги из почвенных запасов и атмосферных осадков.

Так, влага наиболее эффективно использовалась на фоне применения минеральных удобрений по отвальной и комбинированной системам обработки, по которым расход влаги на тонну зерна (коэффициент водопотребления) имел наименьшее значение – 68,4 мм/т. При этом на фоне применения удобрений по ресурсосберегающим системам обработки коэффициент водопотребления был выше, чем по указанным вариантам, на 2,1–5,7 мм/т зерна, влага расходовалась по ним менее продуктивно – на 3,1–8,5 %.

На фоне без применения удобрений водопотребление ячменя на формирование 1 т зерна в целом по изучаемым системам обработки значительно превышало фон с применением удобрений. Коэффициент водопотребления на неудобренном фоне был выше на 35,3–69,6 мм/т, или на 51,6–58,7 %. Как видим, влага при применении удобрений расходовалась значительно рациональнее, чем на фоне без удобрений.

При общем дефиците питания на фоне без применения удобрений, по нашим данным, лучшие условия для реализации почвенного плодородия – запасы влаги, плотность почвы и фитосанитарные условия – складывались при отвальной системе обработки, поэтому и влага расходовалась по отвальной системе обработки наиболее рационально.

Так, при значении коэффициента водопотребления 103,7 мм/т зерна по отвальной обработке значения его по ресурсосберегающим системам обработки составляли 113,9–140,1 мм/т, что на 10,2–36,4 мм/т, или на 9,8–35,1 %, выше,

чем по отвальной системе, т. е. на фоне без применения удобрений эффективность использования влаги по ресурсосберегающим системам обработки снижалась более значительно, чем на фоне с удобрениями. Наименее рационально на фоне без применения удобрений влага расходовалась по безотвальной – $K = 140,1$ мм/т, дифференцированной и плоскорезной системам обработки – 130,7 мм/т, т. е. в основном с системами обработки без оборота пласта и с преимущественно мелкими обработками в течение ротации севооборота.

Заключение

1. В среднем за 2018–2022 гг., в которые вегетационные периоды 3 лет были с благоприятными по обеспеченности осадками, а 2 лет – засушливыми, все изучаемые системы основной обработки в период посева – всходов оказывали равноценное влияние на запасы продуктивной влаги в слое 0–30 и 0–100 см.

2. При практически равных значениях суммарного водопотребления полем ячменя за вегетацию по вариантам систем основной обработки влага наиболее продуктивно использовалась по системам обработки с использованием обработки на глубину 20–22 см отвальной, комбинированной. На фоне с применением удобрений коэффициент водопотребления по ресурсосберегающим системам обработки с применением мелкой и поверхностной обработки превышал эти варианты на 3,1–8,5 %, на фоне без применения удобрений эта разница была более существенна – 9,5–35,1 %. Влага при применении удобрений расходовалась продуктивнее, чем на фоне без удобрений, на 51,6–58,7 %.

3. Применение удобрений повышало урожайность ячменя в сравнении с неудобренным фоном на 52–99 %. На фоне естественного плодородия лучшие показатели урожайности были по отвальной системе обработки – на 9–27 % выше, чем по ресурсосберегающим. На фоне с применением удобрений комбинированная система обработки с чередованием отвальной и безотвальной обработки на глубину 20–22 см обеспечивала получение урожайности ячменя на уровне отвальной системы обработки. Системы обработки с преимущественно мелкими способами обработки (поверхностная, плоскорезная) снижали урожайность на 0,21–0,25 т/га.

Список источников

1. Окорков В.В., Фенова О.А., Окоркова Л.А. Использование влаги культурами севооборотов и их продуктивность при применении

- удобрений на серых лесных почвах Верхневолжья // Владимирский земледелец. 2019. № 1 (87). С. 4–11. DOI: 10.24411/2225-2584-2019-10046.
2. *Абрамов Н.В.* Формирование водного режима в севооборотах интенсивного типа // Агропродовольственная политика России. 2020. № 1-2. С. 2–8.
 3. *Лазарев В.И.* Влияние элементов технологий возделывания на влагообеспеченность посевов ярового ячменя в условиях Курской области // Земледелие. 2023. № 2. С. 32–36. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-2-32-36.
 4. *Власов В.Г., Захарова Л.Г., Никифорова С.А.* Влияние элементов технологии на водопотребление и эффективность возделывания яровой мягкой пшеницы // Аграрный научный журнал. 2021. № 9. С. 13–18. DOI: 10.28983/asj.y2021i9pp13-18.
 5. Агрофизические аспекты формирования запасов влаги при различных способах обработки почвы / *Е.П. Денисов* [и др.] // Аграрный научный журнал. 2016. № 9. С. 21–26.
 6. *Чернов О.С.* Влияние системы обработки на агрофизические показатели серой лесной почвы и урожайность культур // Владимирский земледелец. 2020. № 1 (91). С. 12–17. DOI: 10.24411/2225-2584-2020-10102.
 7. *Гармашов В.М., Говоров В.Н., Крячкова М.П.* Влияние различных способов обработки почвы и прямого посева на водопотребление и урожайность однолетних трав на зеленый корм // Вопросы степеведения. 2023. № 1. С. 75–82. DOI: 10.24412/2712-8628-2023-1-75-82.
 8. Влияние применения различных способов основной обработки на запасы продуктивной влаги в агрочерноземах / *А.М. Гребенников* [и др.] // Агрохимия. 2019. № 8. С. 40–47.
 9. *Миллер С.С., Флянц Д.В., Елисеева Е.А.* Влияние основной обработки почвы на запасы продуктивной влаги и урожайность яровой пшеницы в Тюменской области // Агропродовольственная политика России. 2021. № 5-6. С. 10–14.
 10. *Перфильев Н.В., Вьюшина О.А.* Влияние систем обработки на агрофизические параметры темно-серой лесной почвы в Северном Зауралье // Земледелие. 2023. № 1. С. 27–31. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-1-27-31.
 11. Агроэкологические особенности возделывания ячменя в лесостепи Западной Сибири / *Л.В. Юшкевич* [и др.] // Плодородие. 2019. № 4 (109). С. 42–46. DOI: 10.25680/S19948603.2019.109.14.
 12. *Перфильев Н.В., Вьюшина О.А.* Биологическая активность темно-серой лесной почвы и урожайность ячменя в зависимости от различных систем основной обработки // Вестник КрасГАУ. 2023. № 7. С. 3–11. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-7-3-11.
 13. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
 14. *Сорокин О.Д.* Прикладная статистика на компьютере. Краснообск: СО РАСХН, 2004. 162 с.
 15. *Качинский Н.А.* Физика почв М.: Высш. шк., 1965. 324 с.
 16. *Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.* Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат. 1986. 416 с.
 17. *Перфильев Н.В., Вьюшина О.А.* Изменение питательного режима темно-серой лесной почвы в посевах ячменя при различных системах основной обработки // Земледелие. 2019. № 5. С. 21–24. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10505.
 18. Влияние удобрений на агрохимические показатели плодородия почвы и продуктивность севооборота / *Л.И. Петрова* [и др.] // Плодородие. 2021. № 5 (122). С. 8–11. DOI: 10.25680/S19948603.2021.122.02.
 19. Effects of long-term application of organic fertilizer on improving organic matter content and retarding acidity in red soil from China / *H. Wanga* [et al.] // Soil and Tillage Research. 2019. V. 195. P. 104366. DOI: 10.1016/j.still.2019.104382.
 20. *Перфильев Н.В., Вьюшина О.А.* Агрохимическое состояние темно-серой лесной почвы при длительном воздействии систем основной обработки // Плодородие. 2022. № 4 (127). С. 37–41. DOI: 10.25680/S19948603.2022.127.11.

References

1. *Okorkov V.V., Fenova O.A., Okorkova L.A.* Ispol'zovanie vlagi kul'turami sevooborotov i ih produktivnost' pri primenenii udobrenij na seryh lesnyh pochvah Verhnevolzh'ya // Vladimirskij zemledec. 2019. № 1 (87). S. 4–11. DOI: 10.24411/2225-2584-2019-10046.
2. *Abramov N.V.* Formirovanie vodnogo rezhima v sevooborotah intensivnogo tipa // Agroprodovol'stvennaya politika Rossii. 2020. № 1-2. S. 2–8.
3. *Lazarev V.I.* Vliyanie `elementov tehnologij vzdelyvaniya na vlagoobespechennost' posevov yarovogo yachmenya v usloviyah Kurskoj

- oblasti // Zemledelie. 2023. № 2. S. 32–36. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-2-32-36.
4. Vlasov V.G., Zaharova L.G., Nikiforova S.A. Vliyanie `elementov tehnologii na vodopotreblenie i `effektivnost' vozdel'nyaniya yarovoj myagkoj pshenicy // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2021. № 9. S. 13–18. DOI: 10.28983/asj.y2021i9pp13-18.
 5. Agrofizicheskie aspekty formirovaniya zapasov vlagi pri razlichnyh sposobah obrabotki pochvy / E.P. Denisov [i dr.] // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2016. № 9. S. 21–26.
 6. Chernov O.S. Vliyanie sistemy obrabotki na agrofizicheskie pokazateli seroj lesnoj pochvy i urozhajnost' kul'tur // Vladimirskij zemledec. 2020. № 1 (91). S. 12–17. DOI: 10.24411/2225-2584-2020-10102.
 7. Garmashov V.M., Govorov V.N., Kryachkova M.P. Vliyanie razlichnyh sposobov obrabotki pochvy i pryamogo poseva na vodopotreblenie i urozhajnost' odnoletnih trav na zelenyj korm // Voprosy stepovedeniya. 2023. № 1. S. 75–82. DOI: 10.24412/2712-8628-2023-1-75-82.
 8. Vliyanie primeneniya razlichnyh sposobov osnovnoj obrabotki na zapasy produktivnoj vlagi v agrochernozemah / A.M. Grebennikov [i dr.] // Agrohimiya. 2019. № 8. S. 40–47.
 9. Miller S.S., Flyanc D.V., Eliseeva E.A. Vliyanie osnovnoj obrabotki pochvy na zapasy produktivnoj vlagi i urozhajnost' yarovoj pshenicy v Tyumenskoj oblasti // Agroprodovol'stvennaya politika Rossii. 2021. № 5-6. S. 10–14.
 10. Perfil'ev N.V., V'yushina O.A. Vliyanie sistem obrabotki na agrofizicheskie parametry temno-seroj lesnoj pochvy v Severnom Zaural'e // Zemledelie. 2023. № 1. S. 27–31. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-1-27-31.
 11. Agro`ekologicheskie osobennosti vozdel'nyaniya yachmenya v lesostepi Zapadnoj Sibiri / L.V. Yushkevich [i dr.] // Plodorodie. 2019. № 4 (109). S. 42–46. DOI: 10.25680/S19948603.2019.109.14.
 12. Perfil'ev N.V., V'yushina O.A. Biologicheskaya aktivnost' temno-seroj lesnoj pochvy i urozhajnost' yachmenya v zavisimosti ot razlichnyh sistem osnovnoj obrabotki // Vestnik KrasGAU. 2023. № 7. S. 3–11. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-7-3-11.
 13. Dospehov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
 14. Sorokin O.D. Prikladnaya statistika na komp'yutere. Krasnoobsk: SO RASHN, 2004. 162 s.
 15. Kachinskij N.A. Fizika pochv M.: Vyssh. shk., 1965. 324 s.
 16. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Metody issledovaniya fizicheskikh svojstv pochv. M.: Agropromizdat. 1986. 416 s.
 17. Perfil'ev N.V., V'yushina O.A. Izmenenie pitatel'nogo rezhima temno-seroj lesnoj pochvy v posevah yachmenya pri razlichnyh sistemah osnovnoj obrabotki // Zemledelie. 2019. № 5. S. 21–24. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10505.
 18. Vliyanie udobrenij na agrohimicheskie pokazateli plodorodiya pochvy i produktivnost' sevooborota / L.I. Petrova [i dr.] // Plodorodie. 2021. № 5 (122). S. 8–11. DOI: 10.25680/S19948603.2021.122.02.
 19. Effects of long-term application of organic fertilizer on improving organic matter content and retarding acidity in red soil from China / H. Wanga [et al.] // Soil and Tillage Research. 2019. V. 195. P. 104366. DOI: 10.1016/j.still.2019.104382.
 20. Perfil'ev N.V., V'yushina O.A. Agrohimicheskoe sostoyanie temno-seroj lesnoj pochvy pri dlitel'nom vozdeystvii sistem osnovnoj obrabotki // Plodorodie. 2022. № 4 (127). S. 37–41. DOI: 10.25680/S19948603.2022.127.11.

Статья принята к публикации 03.09.2024 / The article accepted for publication 03.09.2024.

Информация об авторах:

Николай Васильевич Перфильев¹, главный научный сотрудник отдела земледелия, доктор сельскохозяйственных наук

Ольга Анатольевна Выюшина², научный сотрудник отдела земледелия

Information about the authors:

Nikolay Vasilyevich Perfiliev¹, Chief Researcher at the Department of Agriculture, Doctor of Agricultural Sciences

Olga Anatolievna Vyushina², Researcher, Department of Agriculture