

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, МЕЛИОРАЦИЯ /
AGRICULTURE, AGROCHEMISTRY, LAND IMPROVEMENT<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.5.1050-1058>

УДК 633.111:631.95

Применение биопрепарата, микро- и макроминеральных удобрений в технологии возделывания сортов озимой мягкой пшеницы

© 2025. А. В. Ивенин✉, В. В. Ивенин, Л. К. Петров, С. М. Голубев

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л. Я. Флорентьева», г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Цель исследований – изучить влияние минеральных удобрений, биопрепарата Восток ЭМ-1 и микроудобрения Нанокремний на фитосанитарное состояние посевов и урожайность 7 сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка». Исследования проводили в условиях Нижегородской области на светло-серой лесной почве в 2022–2024 гг. Установлено, что в среднем за годы исследований степень поражения сортов озимой пшеницы снежной плесенью была значительной – 2,77 балла (от 1,8 до 3,8 балла по сортам); распространенность бурой ржавчины в среднем составила 23,3 % (от 13,1 до 33,1 %), септориоза – 69,0 % (от 55,3 до 88,2 %). Применение биопрепарата Восток ЭМ-1 при инокуляции семян, как и обработка растений озимой пшеницы в фазу кущения препаратами Восток ЭМ-1 и Нанокремний, не оказали статистически значимого влияния на распространенность бурой ржавчины и септориоза в посевах озимой пшеницы в годы исследований. Урожайность сортов озимой пшеницы изменялась в среднем за годы наблюдения от 5,04 т/га (сорт Немчиновская 17) до 6,91 т/га (сорт Московская 82). В засушливых условиях вегетации (май – июнь 2022–2024 гг.) внесение минеральных удобрений в дозах $N_{10}P_{30}K_{30} + N_{50}$ и $N_{20}P_{60}K_{60} + N_{100}$ привело к повышению урожайности сортов озимой пшеницы в среднем на 0,18 и 0,27 т/га, или 3,2–4,8 % соответственно по сравнению с вариантом без их применения. Внекорневая обработка растений озимой пшеницы в фазу кущения микроудобрением Нанокремний и биопрепаратом Восток ЭМ-1 увеличила среднесортовую урожайность соответственно на 0,21 т/га (3,9 %) и 0,55 т/га (10,1 %) по сравнению с контрольным вариантом без обработок.

Ключевые слова: Восток ЭМ-1, Нанокремний, минеральный фон, зерновая культура, урожайность, снежная плесень, мучнистая роса, бурая ржавчина, септориоз

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л. Я. Флорентьева» (Рег. № НИР в ЕГИСУ НИОКТР: 1024072200018-5-4.1.6).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Ивенин А. В., Ивенин В. В., Петров Л. К., Голубев С. М. Применение биопрепарата, микро- и макроминеральных удобрений в технологии возделывания сортов озимой мягкой пшеницы. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2025;26(5):1050–1058. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.5.1050-1058>

Поступила: 24.03.2025

Принята к публикации: 03.10.2025

Опубликована онлайн: 31.10.2025

Use of biological product, micro- and macromineral fertilizers in the technology of cultivation of winter wheat cultivars

© 2025. Alexey V. Ivenin✉, Valentin V. Ivenin, Leonid K. Petrov, Sergey M. Golubev

Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

The aim of the of research is to study the effect of mineral fertilizers, Vostok EM-1 biopreparation and Nanosilicon microfertilizer on phytosanitary condition of crops and yield of 7 winter soft wheat cultivars bred by FRC “Nemchinovka”. The research was carried out in the Nizhny Novgorod region on light gray forest soil in 2022–2024. It was found that over the years of the research the degree of snow mold infection of winter wheat cultivars was significant and averaged 2.77 points (from 1.8 to 3.8 points over the cultivars); the prevalence of brown rust ranged from 13.1 to 33.1 %, and averaged 23.3 %; the spread of septoria infection varied from 55.3 to 88.2 % (on average, 69.0 %). The use of the Vostok EM-1 biopreparation during seed inoculation as well treatment of plants during the tillering phase of winter wheat with Vostok EM-1 and Nanosilicon preparations did not affect significantly the prevalence of brown rust and septoria in the crops of winter wheat during the years of the research. The yield of winter wheat cultivars varied on average over the years of experimental observation from 5.04 t/ha (‘Nemchinovskaya 17’ cultivar) to 6.91 t/ha (‘Moskovskaya 82’ cultivar). In arid conditions of vegetation (May–June 2022–2024) the application of mineral fertilizers in doses $N_{10}P_{30}K_{30} + N_{50}$ and $N_{20}P_{60}K_{60} + N_{100}$ increased the average yield of winter

wheat by 0.18 and 0.27 t/ha, respectively, compared with the variant without their use. Spraying wheat plants during the tillering phase with Nanosilicon microfertilizer and Vostok EM-1 biopreparation increased the average yield over the cultivars by 0.21 (3.9 %) and 0.55 (10.1 %) t/ha, respectively, compared with the control variant without treatments.

Keywords: Vostok EM-1, Nanosilicon, mineral background, grain crop, yield, snow mold, powdery mildew, brown rust, septoria

Acknowledgements: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University (Reg. No. of Research in EGISU R&D: 1024072200018-5-4.1.6).

The authors thank the reviewers for their contribution to the expert evaluation of this work.

Conflict of interest: the authors stated that there was no conflict of interest.

For citation: Ivenin A. V., Ivenin V. V., Petrov L. K., Golubev S. M. Use of biological product, micro- and macromineral fertilizers in the technology of cultivation of winter wheat cultivars. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2025;26(5):1050–1058. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.5.1050-1058>

Received: 24.03.2025

Accepted for publication: 03.10.2025

Published online: 31.10.2025

Высокий продуктивный потенциал и эффективность использования почвенно-климатических ресурсов обуславливают широкий ареал распространения озимой пшеницы. Площади посевов, ежегодно занимаемые данной культурой в РФ, составляют около 13 млн га, а валовые сборы превышают 40 млн т при средней урожайности за последние годы в пределах 2,9 т/га¹. При внедрении интенсивных технологий в передовых хозяйствах получают урожайность 5,0-6,0 т/га и более высококачественного зерна озимой пшеницы [1, 2, 3].

В Нижегородской области в последние годы озимая пшеница занимает около 55 % площадей зерновых культур, и ее сортимент до 50 % представлен сортом Московская 39, районированным еще в 1999 г. по Волго-Вятскому региону. Поэтому поиск новых современных сортов интенсивного типа, которые были бы наиболее адаптированы к условиям Нижегородской области, является актуальным вопросом [2].

Для максимальной реализации продуктивного потенциала новых сортов необходима разработка адаптированных к агроэкологическим условиям Нижегородской области технологий возделывания озимой пшеницы, которые должны базироваться на дифференцированном применении производственных ресурсов (минеральных макро- и микроудобрений, биопрепаратов, средств химической защиты растений и др.) [4, 5, 6].

Биологические системы земледелия, в которых допускается полная или частичная замена химических препаратов в системе защиты сельскохозяйственных культур на биологические, содержащие в своем составе живые штаммы полезных микроорганизмов, получают распространение в связи с их экологической, экономической и энергетической обоснован-

ностью. Современные реалии жизни способствуют переходу сельского хозяйства к органическому ЭМ-земледелию. Данная технология применяется в настоящее время более чем в 140 странах мира, включая США, Германию, Францию, Великобританию, Южную Корею, Италию, Испанию и др. [7, 8].

Таким образом, внедрение и адаптация новых сортов озимой пшеницы и передовых инновационных технологий ее возделывания, опирающихся на разработку современных систем применения микро- и макроудобрений, защиты растений с использованием биологических препаратов, являются приоритетной задачей аграрной науки [9, 10, 11].

Цель исследований – изучить влияние элементов технологии возделывания различных сортов озимой мягкой пшеницы (применение биопрепарата, микро- и макроминеральных удобрений) на фитосанитарное состояние посевов и сортовую урожайность в условиях Нижегородской области.

Научная новизна – впервые изучена эффективность препаратов Восток ЭМ-1 и Нанокремний при возделывании различных сортов озимой мягкой пшеницы на светло-серых лесных почвах Нижегородской области.

Материал и методы. Исследования проводили в 2022–2024 гг. на опытном поле Нижегородского НИИСХ – подразделения ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л. Я. Флорентьева».

Полевой опыт заложен на светло-серой лесной среднесуглинистой почве. На период закладки (2022 г.) почва имела следующую агрохимическую характеристику: обеспеченность пахотного слоя подвижными формами фосфора – очень высокая (252,0 мг/кг почвы),

¹Федеральная служба государственной статистики. Посевные площади Российской Федерации в 2024 году (весеннего учета). [Электронный ресурс]. URL: http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/posev-4cx_2024.xlsx (дата обращения: 25.02.2025).

калия – высокая (221,0 мг/кг почвы) (по методу Кирсанова); содержание гумуса (по методу Тюрина) – очень низкое (1,43 %); реакция почвенной среды – слабокислая ($\text{pH}_{\text{сол}} - 5,1$). Предшественник озимой пшеницы – чистый пар.

Полевой опыт заложен по трехфакторной схеме:

Сорт (фактор А): 1) Московская 39 (стандарт); 2) Московская 40; 3) Московская 56; 4) Московская 82; 5) Немчиновская 17; 6) Немчиновская 57; 7) Немчиновская 85.

Фон минерального питания (фактор В): 1) без внесения минеральных удобрений; 2) $\text{N}_{10}\text{P}_{30}\text{K}_{30} + \text{N}_{50}$; 3) $\text{N}_{20}\text{P}_{60}\text{K}_{60} + \text{N}_{100}$.

Обработка препаратами (фактор С): 1) без обработки; 2) внекорневая подкормка растений в фазу кушения (весной) препаратом Нанокремний – 100 г/га; 3) инокуляция семян препаратом Восток ЭМ-1 – 100 мл/т; 4) внекорневая подкормка растений в фазу кушения (весной) препаратом Восток ЭМ-1 – 500 мл/га.

Минеральные удобрения вносили в два этапа: основное внесение – диаммофоска (10:26:26) в дозах $\text{N}_{10}\text{P}_{30}\text{K}_{30}$ и $\text{N}_{20}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ согласно схеме опыта под предпосевную культивацию АКШ-4,2 на глубину заделки семян (4–6 см) с осени; прикорневая подкормка весной аммиачной селитрой (34,4 %) в дозах N_{50} и N_{100} соответственно.

Норма высева сортов озимой пшеницы – 4,5 млн всхожих семян на гектар. Посевной материал во всех вариантах протравливали фунгицидом СтингерТрио (доза 0,5 л/т) и инсектицидом Имидор Про (доза 1 л/т). Инокуляцию семян препаратом Восток ЭМ-1 проводили за сутки до посева культуры, который осуществили 1 сентября в 2021 и 2022 гг. и 7 сентября в 2023 г. сеялкой ССФК-7. Общая площадь делянки составила 12,4 м², учетная – 11,0 м². Делянки в опыте располагались систематически со смещением. Повторность четырехкратная. Уход за посевами включал весеннюю подкормку аммиачной селитрой (34,4 %) в дозах, согласно схеме опыта (вручную поделаячно: 2022 г. – 14 апреля; 2023 г. – 20 апреля; 2024 г. – 11 апреля) с последующей заделкой зубowymi боронами. Внекорневую подкормку изучаемыми препаратами провели: 2022 г. – 7 мая; 2023 г. – 15 мая; 2024 г. – 5 мая. Уборку

проводили поделаячно прямым комбайнированием «Сампо 130» (2022 г. – 21 июля; 2023 г. – 28 июля; 2024 г. – 24 июля).

*Восток ЭМ-1*² – биологический препарат нового поколения. Это активная культура ЭМ (Эффективные Микроорганизмы), получаемая из ЭМ-концентрата ферментированием с патокой. Препарат не содержит химических, минеральных и синтетических добавок, поэтому безопасен для живых организмов и внесен в реестр производителей натуральной продукции. В состав препарата входит: вода питьевая, сахар-песок, патока, комплекс молочнокислых бактерий, дрожжей и продуктов их жизнедеятельности. В 1 см³ препарата содержится не менее $1 \cdot 10$ КОЕ молочнокислых бактерий и $1 \cdot 10$ КОЕ дрожжей. Эта животворящая микрофлора участвует своей биомассой в накоплении органического вещества в почве и играет огромную роль в образовании доступных форм питания растений. Под действием препарата быстро перерабатываются органические вещества, повышается всхожесть семян, улучшается корнеобразование, повышается иммунная система растений, ускоряется созревание.

*Нанокремний*³ – препарат содержит элементарные наночастицы кремния в биологически активной форме и микроэлементы в доступной форме (кремний 50 %; железо 6 %, медь 1 %, цинк 0,5 %). Применение препарата стимулирует ростовые процессы, ускоряет созревание, что связано с увеличением энергии для метаболических процессов и синтеза сахаров. Его накопление в проводящих сосудах повышает механическую прочность тканей, полевою всхожесть и энергию прорастания семян; стимулирует развитие корневой системы, рост и развитие растения; увеличивает морозоустойчивость и способствует быстрому восстановлению посевов после зимовки; повышает фотосинтетическую активность; препятствует полеганию растений; повышает устойчивость растений к физиологическим болезням и снимает стресс; повышает устойчивость растений к засухе, экстремально высоким температурам; способствует более полному усвоению элементов питания из почвы и удобрений; улучшает качество продукции и продлевает хранение.

²Восток-ЭМ1. ФГБУ Россельхозцентр: официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosselhocenter.ru/products/rastenievodstvo/vostok-em-1/?ysclid=mgaexi0gnw118227089> (дата обращения: 25.02.2025).

³Удобрение минеральное с микроэлементами «НаноКремний». ВНИИ Агрохимии имени Д.Н. Прянишникова: официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vniia-pr.ru/spravochniki/spisok-agro/udobrenie-mineralnoe-s-mikroelementami-nanokremniy/> (дата обращения: 10.03.2025).

Исследования проводили в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур⁴.

Фитосанитарная экспертиза сортов озимой пшеницы (болезни растений) выполнена по общепринятой методике⁵ в фазу кущения культуры (при возобновлении вегетации растений весной). Исследовали растения на пораженность снежной плесенью (выборка составила 10 проб по 10 растений (общее количество исследуемых растений 100 – по четырем повторностям полевого опыта). Шкала интенсивности поражения снежной плесенью растений озимой пшеницы в баллах: 0 – здоровые растения; 1 – редкие пятна на нижних листьях (2-3 пятна) при общей пораженности до 10 % всех листьев; 2 – нижние листья поражены полностью, на верхних 2-3 пятна при общей пораженности до 50 %; 3 – поражены нижние и верхние листья при общей пораженности более 50 %, отмирают боковые побеги; 4 – все листья и побеги поражены на 100 %.

В фазу молочной спелости зерна проведена сравнительная фитопатологическая оценка⁶ изучаемых сортов на пораженность бурой ржавчиной, септориозом, мучнистой росой (выборка составила 20 проб по 5 растений, общее количество исследуемых растений 100 – по четырем повторностям полевого опыта).

Математическая обработка данных по годам исследования проведена методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову⁷ с использованием компьютерной программы Statist.

Данные по метеорологическим условиям за 2022–2024 гг. предоставлены метеостанцией «Ройка» Кстовского района. Погодные условия весенне-летнего периода вегетации в годы исследований в целом были благоприятными для роста и развития растений озимой пшеницы.

В 2022 г. за вегетационный период гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) составил 1,5 при среднемноголетнем значении данного показателя 1,3, ГТК за июнь (0,8) был ниже средних многолетних значений (1,5).

В 2023 г. величина ГТК за вегетационный период составила 1,3 (на уровне среднего многолетнего показателя), гидротермические условия мая и июня были засушливыми (ГТК – 0,6 и 0,8 соответственно), июля (в период налива зерна) – избыточно увлажненными

(ГТК = 2,2), что позволило сформировать хороший урожай зерна.

Вегетационный период 2024 г. в целом характеризовался избыточным увлажнением (ГТК = 2,2, выше среднего многолетнего показателя). Однако гидротермические условия по месяцам были контрастными: в I декаде мая выпало много осадков при среднесуточной температуре воздуха 5,3 °С (что существенно ниже среднемноголетних значений); далее наблюдали длительный засушливый период – II и III декады мая, июнь (ГТК = 0,7 при среднемноголетнем значении 1,3), I и II декады июля (ГТК – 0,3 и 1,0 соответственно), III декада августа (ГТК = 0,2 при среднемноголетнем значении – 1,3); избыточным увлажнением характеризовались III декада июля (ГТК = 2,9 при среднемноголетнем значении 1,2), I и II декады августа с повышенными температурами (ГТК – 3,6 и 4,7 при среднемноголетних значениях 1,2 и 1,3 соответственно).

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований по пораженности растений озимой пшеницы болезнями в среднем за годы изучения представлены в таблице 1.

Учет перезимовки растений изучаемых сортов озимой пшеницы показал, что фоновые дозы минеральных удобрений ($N_{10}P_{30}K_{30} + N_{50}$ и $N_{20}P_{60}K_{60} + N_{100}$) в среднем за годы исследований способствовали снижению балла перезимовки на 1,0 и 0,9 соответственно до 7,6 и 7,7 по сравнению с вариантами без их внесения (табл. 1). Это обусловлено тем, что растения озимой пшеницы, посеянные в оптимальные сроки (1 и 7 сентября), под влиянием изучаемых доз минеральных удобрений хорошо раскустились и «переросли» в условиях продолжительной осени с повышенными температурами воздуха (2022–2024 гг.). Последующий теплый и снежный зимний период способствовал выпреванию растений и развитию патогенов.

Обработка семян озимой пшеницы биопрепаратом Восток ЭМ-1 в среднем за три года наблюдений не повлияла на перезимовку растений и степень их пораженности снежной плесенью по сравнению с вариантом без обработки семян: баллы перезимовки составили 7,7 и 7,6, степень пораженности снежной плесенью – 2,7 и 2,8 соответственно (табл. 1).

⁴Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть. М., 2019. 384 с.

⁵Фитосанитарная экспертиза зерновых культур (Болезни растений). Под ред. С. С. Санина. М., 2002. 138 с.

⁶Там же.

⁷Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М: Агропромиздат, 2011. 251 с.

Таблица 1 – Результаты перезимовки и пораженность болезнями озимой мягкой пшеницы в зависимости от сорта, применения минеральных удобрений и биопрепарата (в среднем по факторам за 2022–2024 гг.) /

Table 1 – The results of overwintering and disease infection of winter soft wheat depending on the use cultivar, of mineral fertilizers and biological preparation (on average of the factors for 2022–2024)

<i>Изучаемый фактор / Studied factor</i>	<i>Вариант опыта / Experience option</i>	<i>Степень поражения снежной плесенью, балл / Degree of snow mold infection, points</i>	<i>Уровень перезимовки, балл / Overwintering level, points</i>	<i>Распространение/ развитие, % / Spread/development, %</i>	
				<i>бурая ржавчина / brown rust</i>	<i>септориоз / septoria</i>
Сорт (фактор А) / Cultivar (factor A)	Московская 39 / 'Moskovskaya 39'	2,5	8,3	23,9/1,6	88,2/6,8
	Московская 40 / 'Moskovskaya 40'	2,7	8,2	21,6/0,4	65,8/5,0
	Московская 56 / 'Moskovskaya 56'	2,7	8,2	24,9/1,0	55,3/5,2
	Московская 82 / 'Moskovskaya 82'	1,8	9,1	22,5/1,5	64,1/4,0
	Немчиновская 17 / 'Nemchinovskaya 17'	3,8	5,1	13,1/0,5	70,1/4,4
	Немчиновская 57 / 'Nemchinovskaya 57'	3,1	7,3	33,1/3,6	62,4/3,8
	Немчиновская 85 / 'Nemchinovskaya 85'	2,8	7,4	24,2/1,2	76,8/4,7
Фон удобрений (фактор В) / Background of fertilizers (factor B)	Без удобрений / Without fertilizers	2,9	8,6	23,1/1,5	76,0/4,7
	N ₁₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₅₀ **	2,7	7,6	22,6/1,4	73,3/4,8
	N ₂₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₀₀ ***	2,6	7,7	22,8/1,3	68,2/4,7
Обработка препаратами (фактор С) / Treatment with preparations (factor C)	Без обработки / Without treatment	2,8	7,6	23,9/1,3	72,9/5,0
	Нанокремний / Nanosilicon***	2,9	7,7	25,7/1,1	77,4/4,9
	Восток ЭМ-1 / Vostok EM-1*	2,7	7,7	23,6/1,2	75,2/4,9
	Восток ЭМ-1 / Vostok EM-1***	2,7	7,6	23,0/1,0	74,8/4,8

Примечания: *инокуляция семян; ** прикорневая подкормка в фазу кущения (весной); *** внекорневая подкормка в фазу кущения (весной) /

Notes: * inoculation of seeds; ** basal top dressing during the tillering phase (in spring); *** foliar top dressing in the tillering phase (in spring)

В фазу кущения проводили обследование озимой пшеницы на устойчивость к болезням выпревания, в нашем случае снежной плесени (при возобновлении вегетации весной). В целом степень поражения снежной плесенью растений озимой пшеницы за три года исследований была значительной и в среднем по сортам составила 2,77 балла. Наибольшее поражение болезнью отмечено у растений сортов Немчиновская 17 и Немчиновская 57 – 3,8 и 3,1 балла соответственно. Сорт Московская 82 в среднем за три года наблюдений отмечен лучшим по перезимовке со слабой степенью поражения снежной плесенью – 1,8 балла, у остальных

сортосов данный показатель находился в пределах 2,5–2,8 балла (табл. 1).

Исследуемые сорта озимой пшеницы характеризовались высокой устойчивостью к изучаемым листовым болезням (мучнистая роса, бурая ржавчина, септориоз). Следует отметить, что пораженность озимой пшеницы этими болезнями была в целом незначительной. Так, развитие мучнистой росы в вариантах полевого опыта в среднем за три года наблюдений у исследованных сортов составило 0,03–2,00 %.

Распространенность и развитие бурой ржавчины в среднем за годы исследований была выше, чем мучнистой росы – от 13,1 до

33,1 % по сортам, в среднем 23,3 %. Наибольшая средняя распространенность отмечена у сорта Немчиновская 57 – 33,1 %, наименьшая – Немчиновская 17 – 13,1 % (при НСР₀₅ по фактору А по годам исследований: 2022 г. – 13,36 %; 2023 г. – 16,21 %; 2024 г. – 15,22 %).

Отмечено значительное поражение растений озимой пшеницы септориозом: распространение болезни в среднем за три года наблюдений изменялось по сортам от 55,3 до 88,2 %, в среднем – 69,0 % (при НСР₀₅ по фактору А по годам исследований: 2022 г. – 16,34 %; 2023 г. – 17,51 %; 2024 г. – 19,12 %). Наибольшее распространение болезни отмечено у сорта Московская 39 – 88,2 %, наименьшее – Московская 82 и Московская 56 – 64,1 и 55,3 % соответственно. Развитие заболевания изменялось по вариантам опыта от 3,8 до 6,8 % (при НСР₀₅ по взаимодействию факторов АВС по годам исследований: 2022 г. – 2,53 %; 2023 г. – 1,62 %; 2024 г. – 2,97 %). Максимальное развитие этой болезни зафиксировано у сорта Московская 39 – 6,8 %.

Применение биопрепарата Восток ЭМ-1 при инокуляции семян, как и обработка растений озимой пшеницы в фазу кущения препаратами Восток ЭМ-1 и Нанокремний, не оказало статистически значимого влияния на распространенность бурой ржавчины и септориоза в посевах озимой пшеницы в годы исследований. За три года интервал средних значений по распространенности бурой ржавчины составил 23,0–25,7 % (при НСР₀₅ по фактору С по годам исследований: 2022 г. – 7,86 %; 2023 г. – 9,63 %; 2024 г. – 10,92 %); по распространенности септориоза – 74,8–77,4 % (при НСР₀₅ по фактору С: 2022 г. – 6,98 %; 2023 г. – 8,65 %; 2024 г. – 9,87 %).

Одним из обобщающих показателей эффективности применяемой технологии производства озимой пшеницы является урожайность. У изучаемых сортов урожайность в зависимости от применения минеральных удобрений и биопрепарата в среднем за годы наблюдений изменялась по опыту от 5,04 т/га (сорт Немчиновская 17) до 6,91 т/га (Московская 82) (табл. 2). При этом следует отметить, что такие сорта, как Московская 82 и Немчиновская 85 дали наиболее значимые прибавки (статистически обоснованные по годам исследования) к средней за три года наблюдений урожайности по сравнению со стандартом (Московская 39) соответственно на 1,11 и 0,30 т/га (НСР₀₅ по фактору А: 2022 г. – 0,20; 2023 г. – 0,18; 2024 г. – 0,23 т/га).

Применение минеральных удобрений в дозах N₁₀P₃₀K₃₀ + N₅₀ и N₂₀P₆₀K₆₀ + N₁₀₀ позволило повысить среднюю урожайность озимой пшеницы на 0,18 и 0,27 т/га соответственно по сравнению с вариантом без внесения фонового удобрения (табл. 2). Статистически значимая прибавка урожайности от изучаемых доз NPK получена по каждому году исследований (НСР₀₅ по фактору В: 2022 г. – 0,12; 2023 г. – 0,11; 2024 г. – 0,15 т/га).

Влияние возрастающих доз минеральных удобрений на урожайность изучаемых сортов озимой пшеницы нивелировано засушливыми условиями периодов вегетации – июль 2022 г. (ГТК = 0,8); май – июнь 2023 г. (ГТК – 0,6 и 0,8) и 2024 г. (ГТК – 0,7 и 0,8) при среднемноголетнем значении 1,3 и 1,5 соответственно). Поэтому применение микроудобрения и биопрепарата в стрессовых условиях проведения полевого опыта повлияло на урожайность сортов озимой пшеницы в большей степени, чем минеральные удобрения.

Опрыскивание растений озимой пшеницы в фазу кущения микроудобрением Нанокремний и биопрепаратом Восток ЭМ-1 позволило повысить ее урожайность соответственно на 0,21 т/га (3,9 %) и 0,55 (10,1 %) т/га по сравнению с контрольным вариантом без обработок (при НСР₀₅ по фактору С по годам исследований: 2022 г. – 0,07; 2023 г. – 0,09; 2024 г. – 0,10). При этом предпосевная обработка семян озимой пшеницы биопрепаратом Восток ЭМ-1 также повышала ее урожайность по сравнению с контрольным вариантом и вариантом с применением Нанокремния по вегетирующим растениям (табл. 2). Статистически значимых различий от применения биопрепарата Восток ЭМ-1 при инокуляции семян по вегетации растений озимой пшеницы по годам исследования выявлено не было.

Нужно отметить, что нами выявлена различная сортовая отзывчивость на подкормку биопрепаратом Восток ЭМ-1: у сортов современной селекции Немчиновская 85 и Московская 82 получена большая прибавка от внекорневого применения изучаемого биопрепарата (в среднем по всем фонам минерального питания) по сравнению с контролем без обработки – 0,59 и 0,77 т/га соответственно. При этом у сорта-стандарта Московская 39 эффект от применения биопрепарата при внекорневой обработке посевов составил меньшую величину – 0,41 т/га.

Таблица 2 – Урожайность озимой мягкой пшеницы в зависимости от сорта, применения минеральных удобрений и биопрепарата (среднее за 2022–2024 гг.), т/га /
Table 2 – Yield of winter soft wheat depending on the cultivar, application of mineral fertilizers and biological product (average for 2022–2024), t/ha

Сорт (фактор А) / Cultivar (factor A)	Обработка препаратами (фактор С) / Treatment with preparations (factor C)									
	без обработки / without treatment		Нанокремний / Nanosilicon***		Восток ЭМ-1 / Vostok EM-1*		Восток ЭМ-1 / Vostok EM-1**		Восток ЭМ-1 / Vostok EM-1***	
	без удобрений / without fertilizers	N ₂₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₅₀ **	без удобрений / without fertilizers	N ₂₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₁₀₀ **	без удобрений / without fertilizers	N ₂₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₅₀ **	без удобрений / without fertilizers	N ₂₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₁₀₀ **	без удобрений / without fertilizers	N ₂₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₅₀ **
Московская 39, ст. / 'Moskovskaya 39', st	5,37	5,50	5,63	5,71	5,99	5,72	6,01	5,93	6,10	5,92
Московская 40 / 'Moskovskaya 40'	4,89	4,89	4,95	5,00	5,14	5,00	5,36	5,01	5,45	5,60
Московская 56 / 'Moskovskaya 56'	5,06	5,19	5,33	5,20	5,30	5,44	5,70	5,40	5,68	6,00
Московская 82 / 'Moskovskaya 82'	6,23	6,68	6,36	6,91	6,96	6,47	7,35	6,82	7,21	7,84
Немчиновская 17 / 'Nemchinovskaya 17'	4,84	4,63	4,93	5,26	5,09	4,96	5,20	4,97	5,25	5,42
Немчиновская 57 / 'Nemchinovskaya 57'	4,90	5,61	5,16	5,58	5,39	5,50	6,10	5,64	5,80	6,47
Немчиновская 85 / 'Nemchinovskaya 85'	5,34	5,90	6,05	5,97	5,89	6,17	6,33	6,19	6,14	6,48
Среднее по фактору А / Average of factor A	Московская 39 / 'Moskovskaya 39'									
	Московская 40 / 'Moskovskaya 40'									
	Московская 56 / 'Moskovskaya 56'									
	Московская 82 / 'Moskovskaya 82'									
	Немчиновская 17 / 'Nemchinovskaya 17'									
Среднее по фактору В / Average of factor B	Немчиновская 57 / 'Nemchinovskaya 57'									
	Немчиновская 85 / 'Nemchinovskaya 85'									
	Без удобрений / Without fertilizers									
	N ₁₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₅₀ **									
	N ₂₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₀₀ **									
Среднее по фактору С / Average of factor C	Без обработки / Without treatment									
	Нанокремний / Nanosilicon***									
	Восток ЭМ-1 / Vostok EM-1*									
	Восток ЭМ-1 / Vostok EM-1***									

Примечания: *инокуляция семян; ** прикорневая подкормка в фазу кущения (весной); *** внекорневая подкормка в фазу кущения (весной) /
Notes: * inoculation of seeds; ** basal top dressing during the tillering phase (in spring); *** foliar top dressing in the tillering phase (in spring)

Закключение. При изучении влияния элементов технологии возделывания озимой пшеницы (применение биопрепарата, микро- и макроминеральных удобрений) на фитосанитарное состояние посевов установлено, что в целом пораженность снежной плесенью растений озимой пшеницы в среднем за три года наблюдений была значительной (2,77 балла); изучаемые сорта озимой пшеницы проявили себя как высокоустойчивые к исследуемым листовым болезням (мучнистая роса, бурая ржавчина, септориоз). Применение препаратов Восток ЭМ-1 и Нанокремний в среднем за три года не повлияло на распространенность болезней (бурая ржавчина и септориоз) в посевах исследуемых сортов озимой пшеницы.

Выявлено, что за три года наблюдений самый высокоурожайный сорт озимой пшеницы в почвенно-климатических условиях Нижегородской области – Московская 82 (6,91 т/га), выше сорта-стандарта Московская 39 на 1,11 т/га. Внесение минеральных удобрений в дозах $N_{10}P_{30}K_{30} + N_{50}$ и $N_{20}P_{60}K_{60} + N_{100}$ в засушливых условиях мая – июня повысило среднюю за три года исследований урожайность озимой пшеницы на 0,18 и 0,27 т/га, или 3,2–4,8 % по сравнению с вариантом без их применения. Выявлено, что в среднем за три года наблюдений, обработка вегетирующих растений препаратами Нанокремний и Восток ЭМ-1 в фазе кущения озимой пшеницы повысила ее урожайность соответственно на 0,21–0,55 т/га, или 3,9 и 10,1 % по сравнению с контрольным вариантом без обработок.

Список литературы

1. Жученко А. А. Обеспечение продовольственной безопасности России в XXI веке на основе адаптивной стратегии устойчивого развития АПК (теория и практика). Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2009. 274 с. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01004340956?ysclid=m6svtruvkl389652193>
2. Петров Л. К., Саков А. П. Влияние приемов технологии возделывания на урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы в Нижегородской области. Международный сельскохозяйственный журнал. 2020;(24):81–83. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyaniye-priemov-tehnologii-vozdelivaniya-na-urozhaynost-i-kachestvo-zerna-sortov-ozimoy-pshenitsy-v-nizhegorodskoy-oblasti?ysclid=m6svxroudz983190257>
3. Сандухадзе Б. И., Мамедов Р. З., Крахмалева М. С., Бугрова В. В. Урожайность сортов озимой пшеницы, элементы ее структуры и адаптивные свойства в условиях Нечерноземной зоны. Зернобобовые и крупяные культуры. 2021;(3(39)):17–22. DOI: <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-3-17-22> EDN: XGWVMY
4. Черкасов Г. Н., Пыхтин И. Г., Гостев А. В. Современный подход к систематизации обработок почвы в агротехнологиях нового поколения. Достижения науки и техники АПК. 2016;30(1):5–8. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25651218> EDN: TLFAHT
5. Vejan P., Abdullah R., Khadiran T., Ismail S., Boyce A. N. Role of Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Agricultural Sustainability – A Review. Molecules. 2016;21(573):1–17. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules21050573>
6. Ивенин А. В., Ивенин В. В., Богомолова Ю. А., Голубев С. М., Бугров И. И. Влияние технологий возделывания яровой пшеницы на засоренность ее посевов и урожайность в условиях Нижегородской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2024;25(4):655–663. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.4.655-663> EDN: PYASYZ
7. Ториков В. Е., Сорокин А. Е. Биологизация земледелия как основа развития современного сельского хозяйства. Аграрный вестник Урала. 2011;(5(84)):18–20. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17847015> EDN: PAOFCN
8. Бутов А. В. Приемы биологизации и голландской технологии при возделывании картофеля. Земледелие. 2008;(5):33–35.
9. Козлова Л. М., Попов Ф. А., Носкова Е. Н., Иванов В. Л. Улучшенная ресурсосберегающая технология обработки почвы и применения биопрепаратов под яровые зерновые культуры в условиях центральной зоны Северо-Востока европейской части России. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017;(3):43–48. Режим доступа: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/130/130>
10. Козлова Л. М., Попов Ф. А., Носкова Е. Н., Денисова А. В. Применение основных элементов ресурсосберегающих экологически безопасных технологий при выращивании яровых зернофуражных культур в центральной зоне Северо-Востока европейской части России. Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза: сб. статей. Варшава: Институт технологических и естественных наук в Фалентах, 2018. С. 67–74.
11. Богомолова Ю. А., Ивенин В. В., Ивенин А. В., Минеева Н. А., Шашкаров Л. Г. Роль ресурсосберегающих технологий и деструкторов соломы в изменении содержания и качественного состава органического вещества светло-серой лесной почвы в условиях Нижегородской области. Вестник Чувашского университета. 2023;(4(27)):13–19. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=lksfmr> EDN: LKSFMR

References

1. Zhuchenko A. A. Ensuring Russia's food security in the 21st century based on an adaptive strategy for sustainable agricultural development (theory and practice). Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 2009. 274 p. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01004340956?ysclid=m6svtruvkl389652193>

2. Petrov L. K., Sakov A. P. Influence of cultivation techniques on yield and grain quality of winter wheat varieties in the Nizhny Novgorod region. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* = International Agricultural Journal. 2020;(24):81–83. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyaniye-priemov-tehnologii-vozdelyvaniya-na-urozhaynost-i-kachestvo-zerna-sortov-ozimoy-pshenitsy-v-nizhegorodskoy-oblasti?ysclid=m6svxroutdz983190257>
3. Sandukhadze B. I., Mamedov R. Z., Krakhmaleva M. S., Bugrova V. V. Yield of winter bread wheat varieties, elements of its structure and adaptive properties in the conditions of the Nечernozem zone. *Zernobobovye i krupnyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2021;(3(39)):17–22. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-3-17-22>
4. Cherkasov G. N., Pykhtin I. G., Gostev A. V. Modern approach to tillage systematization in agricultural technologies of new generation. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2016;30(1):5–8. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25651218>
5. Vejan P., Abdullah R., Khadiran T., Ismail S., Boyce A. N. Role of Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Agricultural Sustainability – A Review. *Molecules*. 2016;21(573):1–17. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules21050573>
6. Ivenin A. V., Ivenin V. V., Bogomolova Yu. A., Golubev S. M., Bugrov I. I. The influence of cultivation technologies on the contamination of spring wheat crops and yield in the conditions of the Nizhny Novgorod region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2024;25(4):655–663. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.4.655-663>
7. Torikov V. E., Sorokin A. E. Biologization agriculture as a basis of modern agriculture. *Agrarnyy vestnik Urala* = Agrarian Bulletin of the Urals. 2011;(5(84)):18–20. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17847015>
8. Butov A. V. Methods of biologization and Dutch technology in potato cultivation. *Zemledelie*. 2008;(5):33–35. (In Russ.).
9. Kozlova L. M., Popov F. A., Noskova E. N., Ivanov V. L. Improved resource-saving technology of soil cultivation and use of bio-preparations for spring cereals crops under conditions of central zone of North-East of European part of Russia. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2017;(3):43–48. (In Russ.). URL: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/130/130>
10. Kozlova L. M., Popov F. A., Noskova E. N., Denisova A. V. Technologies of growing of spring grain-forage crops in central part of European north-east of Russia. Problems of intensification of animal husbandry, taking into account environmental protection and the production of alternative energy sources, including biogas: collection of articles. Varshava: *Institut tekhnologicheskikh i estestvennykh nauk v Falentakh*, 2018. pp. 67–74.
11. Bogomolova Yu. A., Ivenin V. V., Ivenin A. V., Mineeva N. A., Shashkarov L. G. The role of resource-saving technologies and straw destructors in changing the content and qualitative composition of organic matter of light gray forest soil in the conditions of the Nizhny Novgorod region. *Vestnik Chuvashskogo universiteta* = Bulletin of the Chuvash University. 2023;(4(27)):13–19. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=lksfmr>

Сведения об авторах

✉ **Ивенин Алексей Валентинович**, доктор с.-х. наук, доцент, ведущий научный сотрудник, профессор кафедры земледелия и растениеводства, ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л. Я. Флорентьева», Гагарина пр., д. 97, г. Нижний Новгород, Российская Федерация, 603107, e-mail: nnovniish@rambler.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7072-4029>, e-mail: a.v.ivenin@mail.ru

Ивенин Валентин Васильевич, доктор с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой земледелия и растениеводства, ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л. Я. Флорентьева», Гагарина пр., д. 97, г. Нижний Новгород, Российская Федерация, 603107, e-mail: nnovniish@rambler.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6903-8312>

Петров Леонид Кириллович, кандидат с.-х. наук, доцент, старший научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л. Я. Флорентьева», Гагарина пр., д. 97, г. Нижний Новгород, Российская Федерация, 603107, e-mail: nnovniish@rambler.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2836-7491>

Голубев Сергей Михайлович, аспирант кафедры земледелия и растениеводства, ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л. Я. Флорентьева», Гагарина пр., д. 97, г. Нижний Новгород, Российская Федерация, 603107, e-mail: nnovniish@rambler.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0458-4267>

Information about the authors

✉ **Alexey V. Ivenin**, DSc in Agricultural Science, associate professor, leading researcher, professor at the Department of Agriculture and Crop Production, Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University, Gagarin Ave., 97, Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603107, e-mail: nnovniish@rambler.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7072-4029>, e-mail: a.v.ivenin@mail.ru

Valentin V. Ivenin, DSc in Agricultural Science, professor, Head of the Department of Agriculture and Crop Production, Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University, Gagarin Ave., 97, Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603107, e-mail: nnovniish@rambler.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6903-8312>

Leonid K. Petrov, PhD in Agricultural Science, associate professor, senior researcher, Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University, Gagarin Ave., 97, Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603107, e-mail: nnovniish@rambler.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2836-7491>

Sergey M. Golubev, postgraduate student, the Department of Agriculture and Crop Production, Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University, Gagarin Ave., 97, Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603107, e-mail: nnovniish@rambler.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0458-4267>

✉ – Для контактов / Corresponding author