

рированных землях Верхневолжья // Плодородие. 2018. № 4 (103). С. 40–43.

REFERENCES

1. Baybekov R.F., Kirpichnikov N.A., Bizhan S.P., Belek A.N. Vliyaniye dlitel'nogo primeneniya udobreniy na pokazateli plodorodiya dernovopodzolistoy pochvy v zernotravyanom sevooborote // Zemledeliye. 2021. № 7. S. 12–15. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-7-12-15>
2. Borin A.A., Loshchinina A.E. Produktivnost' sevooborota i plodorodiye pochvy pri razlichnykh tekhnologiyakh yeyo obrabotki // Plodorodiye. 2015. № 2 (83). S. 25–27.
3. Dubovik D.V., Chuyan O.G. Kachestvo sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v zavisimosti ot agrotekhnicheskikh priyemov i klimaticheskikh usloviy // Zemledeliye. 2018. № 2. S. 9–13. <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2018-10202>
4. Kiryushin V.I. Sostoyaniye i problemy razvitiya adaptivno-landshaftnogo zemledeliya // Zemledeliye. 2021. № 2. S. 3–7. <https://doi.org/10.244/0044-3913-2021-10201>
5. Kiryushin V.I. Sistema nauchno-innovatsionnogo obespecheniya tekhnologiy adaptivno-landshaftnogo zemledeliya // Zemledeliye. 2022. № 2. S. 3–7. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-2-3-7>
6. Mitrofanov Yu.I. Grebnistaya obrabotka pochvy pod zernofurazhnyye kul'tury // Melioratsiya i vodnoye khozyaystvo // 2011. № 4. S. 14–17.
7. Mitrofanov Yu.I. Agrofizicheskiye osnovy povysheniya produktivnosti osushayemykh pochv: Monografiya. Izd-vo: LAP (Lambert Academic Publishing), GmbH & Co. KG, Heinsberg-König – Str. Saarbrücken, Deutschland. 2017. 196 s.
8. Mitrofanov Yu.I., Gulyayev M.V., Pugacheva L.V., Pervushina N.K. Novyy sposob shchelevaniya osushayemykh pochv // Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal. 2022. 5 (389). С. 541–545. https://doi.org/10.55186/25876740_2022_65_5_541
9. Nemchenko V.V., Volynkina O.V., Deryabin V.P. Sistemy obrabotki pochvy i yeye plodorodiye // Agrokhimicheskii vestnik. 2022. № 3. S. 86–96. <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2022-3-016>
10. Novoselov S.I., Kuz'minykh A.N., Yermeyev R.V. Plodorodiye pochvy i produktivnost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v zavisimosti ot osnovnoy obrabotki i sevooborota // Plodorodiye. 2019. № 6 (111). S. 22–25. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2019.111.06>
11. Perfil'yev N.V., V'yushina O.A. Elementy plodorodiya i produktivnost' pashni v zavisimosti ot obrabotki pochvy // Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki. 2020. T. 50. № 1. S. 5–12. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-1-1>
12. Purgin D.V., Usenko V.I., Kravchenko V.I. i dr. Formirovaniye zasorennosti posevov v zernoparovom sevooborote v zavisimosti ot sposoba obrabotki pochvy i primeneniya sredstv khimizatsii. Zemledeliye. 2019. № 8. S. 8–13. <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2019-10802>
13. Tyutyunov S.I., Solntsev P.I., Khoroshilova Yu.V. i dr. Vliyaniye priyemov osnovnoy obrabotki pochvy, udobreniy i sredstv zashchity rasteniy na produktivnost' ozimoy pshenitsy // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020. T. 34. № 5. S. 18–23. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10503>
14. Tsygutkin A.S., Azarov A.V. Izucheniye vliyaniya tekhnologiy vozdel'yvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i pochvy, kak samorazvivayushchiesya sistemy, na sodержaniye gumusa // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2021. T. 35. № 6. S. 44–49. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2021-10608>
15. Shevchenko V.A., Solov'yev A.M., Buber A.L. Vliyaniye priyemov obrabotki pochvy na agrofizicheskiye pokazateli plodorodiya pri vozdel'yvanii yachmenya na meliorirovannykh zemlyakh Verkhnevolzh'ya // Plodorodiye. 2018. № 4 (103). S. 40–43.

Поступила в редакцию 24.06.2024

Принята к публикации 08.07.2024

УДК 631.8:631.461:631.559

DOI: 10.31857/S2500208224060164, EDN: WSXSNL

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕТЕОУСЛОВИЙ*

Наталья Викторовна Фомичёва, кандидат биологических наук
Юлия Дмитриевна Смирнова, кандидат биологических наук
Галина Юрьевна Рабинович, доктор биологических наук, профессор
ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Москва, Россия
E-mail: vniimz@list.ru

Аннотация. В статье представлены результаты изучения влияния препаратов различной природы на микробиологическую активность почвы и урожайность яровой пшеницы при нестабильных погодных условиях. Яровую пшеницу выращивали на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Годы проведения исследований отличались по влагообеспеченности: 2020 – избыточно влажный, 2021 – засушливый, 2022 – оптимальный. Использовали гуминовый препарат (ГП) и биопрепарат микробной природы (БП) для предпосевной обработки семян (20 л рабочего раствора ГП или БП 1%-й концентрации на 1 т семян), для двукратной некорневой обработки растений в фазах кушения и колошения (ГП – 1 л/га, БП – 3 л/га, норма расхода рабочих растворов – 300 л/га). В фазе кушения статистически значимо увеличилась численность доминирующих микроорганизмов в вариантах с обработкой семян препаратами: в 2020 году – на 25,4 (ГП) и 53,3% (БП), 2022 – 51,8 и 43,9% соответственно. В среднем за три года максимальный эффект от применения ГП наблюдали в засушливом 2021 году: увеличение численности микроорганизмов составило 59,3–94,2%,

* Исследования выполнены в рамках государственного задания ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» по теме FGUR-2024-0008 «Разработка конкурентоспособной технологии устойчивого возделывания яровой пшеницы для центра Нечерноземной зоны России в условиях изменяющегося климата» / The research was carried out within the framework of the state task of the Federal Research Centre V.V. Dokuchaev Soil Science Institute on the topic FGUR-2024-0008 “Development of competitive technology for sustainable cultivation of spring wheat for the center of the Non-Chernozem zone of Russia in a changing climate”.

прибавка урожая — 13,0 и 13,9% соответственно для вариантов с предпосевной обработкой семян и некорневой растений, наибольшая прибавка получена от их совместного применения — 17,3%. БП был наиболее эффективен в год избыточного увлажнения — численность микроорганизмов увеличивалась на 50,8–84,7%, максимальная прибавка урожая пшеницы (15%) зафиксирована при обработке семян и растений.

Ключевые слова: яровая пшеница, гуминовый препарат, биопрепарат, метеоусловия, почва, микроорганизмы, урожай

EFFECT OF PREPARATIONS ON MICROBIOLOGICAL ACTIVITY OF SOIL AND YIELD OF SPRING WHEAT DEPENDING ON WEATHER CONDITIONS

N.V. Fomicheva, *PhD in Biological Sciences*

Yu.D. Smirnova, *PhD in Biological Sciences*

G.Yu. Rabinovich, *Grand PhD in Biological Sciences, Professor*
FRC "V.V. Dokuchaev Soil Science Institute", Moscow, Russia

E-mail: vniimz@list.ru

Abstract. The aim of the study was to investigate the effect of various preparations on the microbiological activity of the soil and the yield of spring wheat under unstable weather conditions. Spring wheat was grown on sod-podzolic light loamy soil. The years of the study differed in moisture supply, taking into account the values of the hydrothermal coefficient: 2020 — excessively moistened, 2021 — dry, 2022 — optimal. A humic preparation (HP) and a microbial biopreparation (BP) were used for pre-sowing seed treatment (at the rate of 20 l of a working solution of HP or BP of 1% concentration per 1 ton of seeds), for double foliar treatment of plants in the tillering and heading phases (HP — at the rate of 1 l / ha, BP — 3 l / ha, the consumption rate of working solutions is 300 l / ha) and when combining the above methods. During the tillering phase, a statistically significant increase in the number of dominant microorganisms was observed in the variants with seed treatment with preparations: in 2020 — by 25.4 and 53.3% in the case of using HP and BP, respectively, in 2022 — by 51.8 and 43.9%. During the heading phase, the effect was weaker — 21.6 and 23.5%. On average, over three years, the maximum effect from the use of HP was observed in the dry year of 2021: an increase in the number of microorganisms amounted to 59.3–94.2%, and the yield increase was 13.0% and 13.9%, respectively, for variants with pre-sowing seed treatment and foliar treatment of plants, the greatest increase was obtained from combining these methods — 17.3%. BP was most effective in the year of excess moisture — the number of microorganisms increased by 50.8–84.7%, and the maximum increase in wheat yield (15%) was obtained from combining seed and plant treatment methods.

Keywords: spring wheat, humic preparation, biopreparation, weather conditions, soil, microorganisms, yield

В последнее десятилетие отмечаются резкие различия в метеорологических условиях по годам вегетации сельскохозяйственных культур, которые сильно влияют на формирование урожая и качество продукции в различных субъектах Российской Федерации и за ее пределами. Особенно нестабильными погодными условиями характеризуется Нечерноземная зона РФ, поэтому урожайность и качество выращиваемых культур имеют значительную вариабельность. У яровой пшеницы наиболее подвержены влиянию внешних факторов стекловидность эндосперма, накопление сырой клейковины в зерне и ее качество, при этом меньше всего изменяется натура и масса 1000 зерен. [9]

В условиях лесостепи Среднего Поволжья (Пензенская обл.) на формирование урожайности яровой пшеницы воздействуют погодные условия июня, а качественные показатели зерна зависят от температурного режима и количества атмосферных осадков во второй половине вегетации. Выявлены положительные корреляционные связи урожайности со среднесуточной температурой воздуха, количеством атмосферных осадков и гидротермическим коэффициентом (ГТК), а также между содержанием белка в зерне и температурой воздуха. Отмечены слабые отрицательные связи у качественных характеристик зерна и ГТК. [4] В длительных полевых опытах (средний Урал) прослеживается средняя положительная зависимость урожая яровой пшеницы от ГТК за май-июль, наибольшая — урожая от обеспеченности осадками в летний период. [8]

Исследователи установили, что высокие температуры способствуют увеличению выхода муки и содержания клейковины, низкие — числа падения и массы

1000 зерен. [13] При дефиците почвенной влаги растет содержание белка в зерне, повышенной влажности — число падения и качество клейковины.

Для снятия внешних абиотических факторов применяют препараты различного класса — на основе солей гуминовых кислот (гуматы), штаммов микроорганизмов (бактериальные), гормонов роста, а также препараты, содержащие комплекс биологически активных веществ, обладающих стимулирующим действием на растения. [6] Они могут положительно влиять на культурные растения, включая сложный физиологический механизм, давая клеткам возможность реализовывать дополнительную энергию. Росту и развитию растений благоприятствуют некорневые подкормки и предпосевная обработка семян.

Четырехлетние испытания (2016–2019 годы) по листовым подкормкам регуляторами роста яровой пшеницы сорта *Дар Черноземья* в условиях Белгородской области показали рентабельность их применения. Исследователями отмечено, что в засушливых и стрессовых условиях вегетации урожайность культуры была меньшей, чем в годы с хорошим климатом, но с применением регуляторов роста наблюдали достоверно большую прибавку урожая, по сравнению с контролем. [7]

Существенное влияние на урожайность культур оказывают погодные условия в межфазный период посев-всходы, поэтому требуется предпосевная обработка семян. Препарат Вигор Форте и Биопрепарат (патент № 2463759) повышали засухоустойчивость ярового ячменя в период всходов, период урожая, по сравнению с контролем — 18...21%. [10]

Положительное воздействие препаратов складывается из стимуляции развития растений и активизации почвенных процессов (биохимические, микробиологические). [2, 3] Усиление микробиологических процессов в почве ослабляет влияние антропогенных факторов. [14] Исследования, проведенные в ФГБНУ «ФРАНЦ», показали, что обработка посевов озимой пшеницы гуминовым препаратом ВЮ-Дон увеличила биологическую активность ризосферной зоны растений и сняла токсический эффект от применения гербицидов. Прибавка урожайности — 4...13 ц/га в разные годы исследований в зависимости от погодных условий. [5] В другом опыте двукратная обработка растений озимой пшеницы препаратом ВЮ-Дон стимулировала рост численности почвенной микрофлоры на 150%, по сравнению с контролем. [1]

Цель работы — изучение влияния препаратов различной природы на микробиологическую активность почвы и урожайность яровой пшеницы при нестабильных погодных условиях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на агрополигоне Губино ВНИИМЗ (филиал ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева», Тверская обл.) в 2020–2022 годах. Почва — дерново-подзолистая легкосуглинистая, среднекислая ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 4,6...4,8\%$), с низким обеспечением гумуса (2,1...2,3%), высоким содержанием фосфора (210...244 мг/кг) и калия (225...250 мг/кг) по Кирсанову. Удобрения вносили общим фоном в дозе $\text{N}_{30}\text{P}_{30}\text{K}_{30}$, технология возделывания яровой пшеницы — общепринятая в Тверском регионе.

Исследовали два препарата, разработанные во ВНИИМЗ. [12] Биопрепарат микробной природы (БП) получен из продукта ферментации торфонавозной смеси, характеризуется высоким содержанием агрономически значимых групп микроорганизмов (аммонифицирующие, амилалитические, фосфатмобилизующие, автохтонные, целлюлозоразрушающие и другие) — не менее 10^8 КОЕ/мл, наличием макро- и микроэлементов, биологически активных веществ (ферменты, сахара, витамины, гуминовые кислоты). Гуминовый препарат (ГП) получен из отходов при изготовлении БП и характеризуется благоприятным уровнем кислотности (pH — не более 8,5), содержанием гуминовых кислот — не менее 10 г/л и агрономически значимой микрофлорой — не менее 10^5 КОЕ/мл.

Препараты применяли для обработки семян (ОС) яровой пшеницы перед посевом (20 л рабочего раствора ГП или БП 1%-й концентрации на 1 т семян), некорневых обработок растений (ОР) пшеницы в фазах кушения и колошения (ГП — 1 л/га, БП — 3 л/га, норма расхода рабочих растворов — 300 л/га) или при совмещении указанных приемов. Повторность — четырехкратная, расположение делянок систематизированное. Общая площадь делянки — 45, учетная — 24 м².

Для проведения микробиологических анализов почву отбирали на глубине 0...20 см трижды за сезон (кушение, колошение и восковая спелость). Учитывали доминирующие для дерново-подзолистой почвы агрополигона Губино микроорганизмы, численность которых определяли методом предельных разведений на твердых питательных средах: аммонифицирую-

щие — на мясопептонном агаре (МПА), амилалитические — крахмало-амиачном (КАА), мобилизующие ор-ганофосфаты — питательной среде Менкиной. В статье представлена суммарная численность указанных микрорганйзмов.

Метеоусловия оценивали по ГТК, принимая во внимание, что его значение больше 1,6 соответствует зоне избыточного увлажнения, 1,6...1,3 — оптимальной по влажности, 1,3...1,0 — недостаточного увлажнения, 1,0...0,7 — засушливой, 0,7...0,4 — очень засушливой, 0,4 и меньше — сухой.

Экспериментальные данные статистически обрабатывали с помощью компьютерных программ Microsoft Excel 2019, STATGRAPHICS Centurion XVI.II.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Рост и развитие яровой пшеницы зависят от погодных условий, плодородия и биологической активности почвы, применяемых удобрений и препаратов. Перечисленные факторы находятся в тесной взаимосвязи друг с другом.

Годы исследований сильно различались между собой по температурному режиму и количеству выпавших осадков, о чем можно судить по ГТК в среднем за период вегетации яровой пшеницы: 2020 — избыточно увлажненный, 2021 — засушливый, 2022 — оптимальный (табл. 1). Метеоусловия сказались на эффективности действия удобрений и препаратов, численности почвенной микрофлоры, росте и развитии растений и урожайности.

Тепло- и влагообеспеченность посевов, активность почвенной биоты играют определяющую роль в формировании будущего урожая. Некорневые обработки растений различными препаратами для стимуляции их роста и развития осуществляют в фазы кушения и колошения, поскольку в это время закладываются репродуктивные органы.

Первый микробиологический анализ проводили в фазе кушения перед первой некорневой обработкой растений. На этом этапе можно оценить влияние препаратов только в случае обработки семян пшеницы, в связи с чем значения численности исследуемой микрофлоры были усреднены между вариантами с обработкой и без обработки семян.

Несмотря на высокие значения ГТК в мае 2020 и 2022 годов, влагообеспеченность почвы к началу кушения яровой пшеницы (III декада) достигала 70...75% ППВ, что благоприятно отразилось на активности почвенных микроорганизмов. Наблюдали статистически значимое увеличение численности микрорганйзмов в вариантах с обработкой семян препаратами, по сравнению с контролем: 2020 год — на

Таблица 1.
Гидротермический коэффициент в вегетационные периоды яровой пшеницы по годам

Месяц	2020	2021	2022
Май	2,85	0,22	2,39
Июнь	1,52	1,73	1,24
Июль	3,08	0,36	1,40
Август	1,71	1,11	0,83
Среднее	2,29	0,86	1,47

25,4 (ГП) и 53,3% (БП), 2022 — 51,8 и 43,9% соответственно (табл. 2).

В 2021 году после посева яровой пшеницы и до начала июня отсутствовали атмосферные осадки, температура воздуха была выше нормы на 3...6°C, что повлияло на влагообеспеченность почвы в фазе кущения (32% ППВ). В результате численность микроорганизмов была существенно ниже, по сравнению с другими годами, а статистически значимое ее увеличение (на 18,6%) выявлено в результате обработки семян гуминовым препаратом (табл. 2). В среднем за три года установлено, что обработка семян яровой пшеницы ГП и БП увеличивала численность исследуемых микроорганизмов на статистически значимые величины, по сравнению с контрольным вариантом, при этом достоверной разницы между значениями в вариантах с применением препаратов не отмечали.

Второй микробиологический анализ провели в фазе колошения перед второй некорневой обработкой. Этот период в разные годы очень отличался по метеословиям. В 2020 году частые и обильные дожди переувлажняли почву, создавали анаэробные условия для почвенных микроорганизмов, 2021 — жаркая (выше нормы на 4...6°C) погода без дождей привела к недостатку почвенной влаги, 2022 — наблюдали чередование жарких и прохладных периодов, кратковременные дожди. Почвенные микроорганизмы активно отзывались на сложившиеся условия и их численность можно представить уменьшающейся по годам — 2022 > 2020 > 2021.

В фазе колошения при обработке семян отмечен статистически значимый, но более слабый, чем при кущении эффект: в среднем за три года рост численности почвенных микроорганизмов с использованием гуминового препарата — 21,6%, биопрепарата — 23,5%. Первая некорневая обработка растений ГП и БП существенно не повлияла на изменение численности микрофлоры.

Деятельность почвенных микроорганизмов в комплексе с другими важными факторами определяет рост

и развитие растений, влияет на формирование урожая, а также считается одним из слагаемых почвенного плодородия. К фазе полной спелости пшеницы в годы исследований почва отличалась оптимальной влагообеспеченностью, численность почвенной микрофлоры была высокой (табл. 3).

Применение гуминового препарата наиболее эффективно в засушливом 2021 году — максимальное увеличение численности микроорганизмов при любом технологическом приеме его использования (прибавка — 59,3...94,2%). Это можно объяснить действием гуминовых веществ, которые способны снижать негативное влияние абиотических факторов. [11]

БП положительно повлиял на почвенную микробиоту в избыточно увлажненном 2020 году, в засушливом 2021 — отрицательно, поскольку различные физиологические группы микроорганизмов, входящие в его состав, наряду с аборигенной микрофлорой, плохо переносят высокую температуру воздуха и недостаток почвенной влаги.

Урожай яровой пшеницы в 2020 и 2021 годах находился в статистически значимой ($p < 0,05$) взаимосвязи со средней численностью микроорганизмов — коэффициенты корреляции (r) — 0,85 и 0,97 соответственно. В 2022 году взаимосвязь между указанными показателями не достигала значимого уровня достоверности ($r = 0,74$, $p > 0,05$).

Наименьший урожай яровой пшеницы получили в 2021 году (табл. 4). Несмотря на это, эффект от гуминового препарата был высокий, причем предпосевная обработка семян и некорневая обработка растений показали близкий результат — прибавка урожая, по отношению к контрольному варианту, составила 13,0 и 13,9% соответственно, максимальная — от совмещения приемов (17,3%).

Эффективное применение БП во все годы исследований было в случае предпосевной обработки семян с последующими некорневыми обработками растений, при этом максимальная прибавка урожая (15%), по отношению к контролю, достигнута в избыточно увлажненном 2020 году.

В среднем за три года некорневая обработка растений и предпосевная семян способствовали практически одинаковой прибавке урожая как в случае использования ГП, так и БП. Наиболее эффективно было совмещать указанные приемы, при этом существенной разницы между препаратами не обнаружили. Аналогичные результаты получены и по численности микрофлоры в среднем за три года при кущении растений, что подтверждает значимость этой фазы в формировании урожая.

Таблица 2.

Суммарная численность исследуемых почвенных микроорганизмов в фазе кущения яровой пшеницы по годам, (млн/г)

Вариант	2020	2021	2022	Среднее
НРК (фон) без ОС	48,0 ± 3,1	26,4 ± 1,8	35,3 ± 3,0	36,6
Фон + ОС ГП	60,2 ± 6,2	31,3 ± 2,5	53,6 ± 2,6	48,4
Фон + ОС БП	73,6 ± 5,1	28,0 ± 2,4	50,8 ± 4,7	50,8

Таблица 3.

Суммарная численность исследуемых почвенных микроорганизмов при выращивании яровой пшеницы по годам

Вариант	2020		2021		2022	
	млн/г	+ к контролю, %	млн/г	+ к контролю, %	млн/г	+ к контролю, %
НРК (фон) — контроль	42,5 ± 2,1	—	22,6 ± 1,5	—	39,9 ± 2,8	—
Фон + ОР ГП	54,8 ± 4,2	28,9	36,0 ± 2,8	59,3	56,5 ± 4,4	41,6
Фон + ОС ГП	50,4 ± 4,8	18,6	40,5 ± 3,6	79,2	53,0 ± 5,4	32,8
Фон + (ОС+ОР) ГП	62,7 ± 5,3	47,5	43,9 ± 4,0	94,2	55,0 ± 3,1	37,8
Фон + ОР БП	64,1 ± 5,7	50,8	27,3 ± 2,1	20,8	52,8 ± 3,2	32,3
Фон + ОС БП	68,2 ± 4,2	60,5	29,9 ± 2,5	32,3	58,9 ± 3,0	47,6
Фон + (ОС+ОР) БП	78,5 ± 5,1	84,7	32,4 ± 2,5	43,4	63,4 ± 4,6	58,9

Таблица 4.

Урожайность яровой пшеницы по годам

Вариант	2020		2021		2022		Среднее	
	т/га	прибавка к контролю, %	т/га	прибавка к контролю, %	т/га	прибавка к контролю, %	т/га	прибавка к контролю, %
НРК (фон) – контроль	2,80	–	2,31	–	2,92	–	2,68	–
Фон + НО ГП	3,01	7,5	2,63	13,9	3,19	9,2	2,94	9,7
Фон + ОС ГП	3,06	9,3	2,61	13,0	3,12	6,8	2,93	9,3
Фон + (ОС+НО) ГП	3,03	8,2	2,71	17,3	3,24	11,0	2,99	11,6
Фон + НО БП	3,04	8,6	2,45	6,1	3,10	6,2	2,86	6,7
Фон + ОС БП	3,10	10,7	2,43	5,2	3,08	5,5	2,87	7,1
Фон + (ОС+НО) БП	3,22	15,0	2,50	8,2	3,16	8,2	2,96	10,4
НСР ₀₅	0,22		0,26		0,18			

Выводы. По результатам трехлетних полевых экспериментов показана причинно-следственная взаимосвязь между метеоусловиями, влиянием препаратов разной природы и приемами их внесения, численностью почвенной микрофлоры и урожаем яровой пшеницы. Гуминовый препарат проявил наибольшую эффективность в засушливый год, активизируя почвенную микрофлору на 59,3...94,2% и увеличив урожай от 13 до 17,3% в зависимости от способа использования. Биопрепарат был наиболее эффективен в год избыточного увлажнения — численность микроорганизмов, по сравнению с контрольным вариантом, выросла на 50,8...84,7% в зависимости от технологического приема применения препарата, максимальная прибавка (15%) зафиксирована от совмещения приемов обработки семян и растений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Безуглова О.С., Полиенко Е.А., Горовцев А.В., Лыхман В.А. Применение гуминового удобрения BIO-Don на черноземе обыкновенном под озимую пшеницу // Теоретическая и прикладная экология. 2015. № 1. С. 89–95.
2. Бережная В.В., Клыков А.Г., Сидоренко М.Л., Быковская А.Н. Динамика содержания элементов питания и почвенных микроорганизмов в посевах яровой пшеницы с использованием бактериальных комплексов // Вестник КрасГАУ. 2020. № 2(155). С. 24–30. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-2-24-30>
3. Дайнеко Н.М., Тимофеев С.Ф., Концевая И.И., Козел М.С. Влияния биопрепаратов на численность агрономически полезных групп микроорганизмов в посевах озимой ржи // Эпоха науки. 2022. № 29. С. 3–11.
4. Дёмина Н.Ф. Влияние погодных условий на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. № 23 (4). С. 433–440. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.4.433-440>
5. Лыхман В.А., Полиенко Е.А., Дубинина М.Н. и др. Влияние гуминового препарата на продуктивность озимой пшеницы при возделывании на чернозёме обыкновенном // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 5 (73). С. 60–63.
6. Мосякина О.И., Лексикова В.В. Стимуляторы корнеобразования и регуляторы роста растений // Научный журнал молодых ученых. 2016. № 1(6). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stimulyatory-korneobrazovaniya-i-regulyatory-rosta-rasteniy> (дата обращения: 08.04.2024).

7. Муравьев А.А. Эффективность листовых подкормок на яровой пшенице // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 1 (25). С. 154–161.
8. Постников П.А., Попова В.В., Овчинников П.Ю., Ти-ханская Е.Л. Изменение погодных условий на Среднем Урале и их воздействие на урожайность яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37. № 3. С. 4–9. https://doi.org/10.53859/02352451_2023_37_3_4
9. Рубец В.С., Ворончихина И.Н., Пыльнев В.В. и др. Влияние метеорологических условий на качество зерна яровой пшеницы (Triticum L.) // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2021. № 5. С. 89–108. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-5-89-108>
10. Тимаков А.Г., Мамеев В.В., Павловская Н.Е. Влияние новых биологических препаратов на структуру урожая ярового ячменя в зависимости от метеоусловий // Агрохимический вестник. 2019. № 2. С. 53–57. <https://doi.org/10.24411/0235-2516-2019-10028>
11. Garcia A.C., Santos L.A., Izquierdo F.G. et al. Vermicompost humic acids as an ecological pathway to protect rice plant against oxidative stress // Ecological Engineering. 2012. Vol. 47. P. 203–208. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.06.011>
12. Fomicheva N.V., Rabinovich G.Yu. Technological line for processing animal waste. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IV International Scientific Conference: «AGRITECH-IV-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies» 18–20 November 2020. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Krasnoyarsk, Russian Federation. 677(2021) 052004. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052004>
13. Marinho J., Silva S., Fonseca I. et al. Technological quality of wheat grains and flour as affected by nitrogen fertilization and weather conditions // Emirates Journal of Food and Agriculture. 2022. Vol. 34(12). PP. 997–1011. <https://doi.org/10.9755/efja.2022.v34.i12.2977>
14. Wolejko E., Jablonska-Trypuc A., Wydro U. et al. Soil biological activity as an indicator of soil pollution with pesticides (A review) // Applied Soil Ecology. 2020. Vol. 147. PP. 103356. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.09.006>

REFERENCES

1. Bezuglova O.S., Polienko E.A., Gorovcev A.V., Lyhman V.A. Primenenie guminovogo udobreniya BIO-Don na chernozeme obyknovennom pod ozimuyu pshenicu // Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya. 2015. № 1. S. 89–95.
2. Berezhnaya V.V., Klykov A.G., Sidorenko M.L., Bykovskaya A.N. Dinamika soderzhaniya elementov pitaniya i po-

- chvennyh mikroorganizmov v posevah yarovoj pshenicy s ispol'zovaniem bakterial'nyh kompleksov // Vestnik KrasGAU. 2020. № 2(155). S. 24–30.
<https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-2-24-30>
3. Dajneko N.M., Timofeev S.F., Koncevaya I.I., Kozel M.S. Vliyaniya biopreparatov na chislennost' agronomicheski poleznyh grupp mikroorganizmov v posevah ozimoy rzhi // Epoha nauki. 2022. № 29. S. 3–11.
 4. Dyomina N.F. Vliyanie pogodnyh uslovij na urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenicy v lesostepi Srednego Povolzh'ya // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2022. № 23 (4). S. 433–440.
<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.4.433-440>
 5. Lyhman V.A., Polienko E.A., Dubinina M.N. i dr. Vliyanie guminovogo preparata na produktivnost' ozimoy pshenicy pri vozdeystvii na chernozyome obyknovennom // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 5 (73). S. 60–63.
 6. Mosyakina O.I., Leksikova V.V. Stimulyatory korneobrazovaniya i regulatory rosta rastenij // Nauchnyj zhurnal molodyh uchenykh. 2016. № 1(6). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stimulyatory-korneobrazovaniya-i-regulatory-rosta-rasteniy> (data obrashcheniya: 08.04.2024).
 7. Murav'ev A.A. Effektivnost' listovyh podkormok na yarovoj pshenice // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. 2020. № 1 (25). S. 154–161.
 8. Postnikov P.A., Popova V.V., Ovchinnikov P.Yu., Tihanskaya E.L. Izmenenie pogodnyh uslovij na Srednem Urale i ih vozdeystvie na urozhajnost' yarovoj pshenicy // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2023. T. 37. № 3. S. 4–9.
https://doi.org/10.53859/02352451_2023_37_3_4
 9. Rubec V.S., Voronchihina I.N., Pyl'nev V.V. i dr. Vliyanie meteorologicheskikh uslovij na kachestvo zerna yarovoj pshenicy (Triticum L.) // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2021. № 5. S. 89–108.
<https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-5-89-108>
 10. Timakov A.G., Mameev V.V., Pavlovskaya N.E. Vliyanie novykh biologicheskikh preparatov na strukturu urozhaya yarovogo yachmenya v zavisimosti ot meteouslovij // Agrohimičeskij vestnik. 2019. № 2. S. 53–57.
<https://doi.org/10.24411/0235-2516-2019-10028>
 11. Garcia A.C., Santos L.A., Izquierdo F.G. et al. Vermicompost humic acids as an ecological pathway to protect rice plant against oxidative stress // Ecological Engineering. 2012. Vol. 47. P. 203–208.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.06.011>
 12. Fomicheva N.V., Rabinovich G.Yu. Technological line for processing animal waste. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IV International Scientific Conference: «AGRITECH-IV-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies» 18–20 November 2020. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Krasnoyarsk, Russian Federation. 677(2021) 052004.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052004>
 13. Marinho J., Silva S., Fonseca I. et al. Technological quality of wheat grains and flour as affected by nitrogen fertilization and weather conditions // Emirates Journal of Food and Agriculture. 2022. Vol. 34(12). PP. 997–1011.
<https://doi.org/10.9755/ejfa.2022.v34.i12.2977>
 14. Wolejko E., Jablonska-Trypuc A., Wydro U. et al. Soil biological activity as an indicator of soil pollution with pesticides (A review) // Applied Soil Ecology. 2020. Vol. 147. PP. 103356.
<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.09.006>

Поступила в редакцию 03.10.2024

Принята к публикации 17.10.2024