

Сергей Витальевич Хижняк<sup>1</sup>, Виктория Викторовна Келер<sup>2✉</sup>,  
Софья Владимировна Овсянкина<sup>3</sup>, Алена Абду-Хамидовна Деменева<sup>4</sup>,  
Элеонора Дмитриевна Машковская<sup>5</sup>, Денис Михайлович Щеклеин<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

<sup>1</sup>skhizhnyak@yandex.ru

<sup>2</sup>vica\_kel@mail.ru

<sup>3</sup>sofi-kras@mail.ru

<sup>4</sup>ad-enis@mail.ru

<sup>5</sup>eeshkevich@mail.ru

<sup>6</sup>densheklein2002@yandex.ru

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОТРАВИТЕЛЯ СЕМЯН ЛАМАДОР НА ПРИМЕРЕ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ<sup>4</sup>

*Цель работы – оценить влияние системного фунгицида Ламадор на урожайность, пораженность и таксономический состав семенных фитопатогенных грибов у сортов мягкой яровой пшеницы Новосибирская 16 и Памяти Вавенкова (*Triticum aestivum* L.). Задачи: изучить распространенность возбудителей семенной инфекции на примере сортов мягкой яровой пшеницы Памяти Вавенкова и Новосибирская 16 и оценить эффективность протравителя семян фирмы АО «Байер» Ламадор в борьбе с выявленными патогенами для повышения их продуктивности. В качестве тест-объектов использовали семена мягкой яровой пшеницы урожая 2021–2022 гг., полученные на опытном поле УНПК «Борский» (п. Борск Сухобузимского района Красноярского края), расположенном в лесостепной зоне. Выбор семян указанных сортов в качестве тест-объектов для проверки эффективности протравителя был обусловлен тем, что, по результатам предварительных экспериментов, эти семена характеризовались высоким уровнем естественной зараженности фитопатогенными грибами. Таксономический состав возбудителей семенной инфекции был характерен для региона и включал представителей р.р. *Fusarium*, *Bipolaris*, *Alternaria*. Распределение представителей разных родов по частоте встречаемости на семенах в высокой степени значимо ( $p < 0,001$ ) отличалось от равномерного за счет преобладания представителей р. *Fusarium*, на долю которых пришлось более 60 % выделенных изолятов. Кроме этого, отмечены в высокой степени значимые ( $p < 0,001$ ) различия между семенами разных сортов по частоте встречаемости представителей р.р. *Bipolaris* и *Alternaria*, в то время как частота встречаемости представителей р. *Fusarium* различалась статистически незначимо. Протравливание семян системным фунгицидом Ламадор привело к высокой степени значимому ( $p < 0,001$ ) снижению распространенности семенной инфекции со 100 % до 14–25 % (в зависимости от сорта).*

**Ключевые слова:** пшеница, грибная инфекция семян, протравители, пестициды, системный фунгицид, возбудители инфекций, *Fusarium*, *Bipolaris*, *Alternaria*

**Для цитирования:** Эффективность протравителя семян Ламадор на примере мягкой яровой пшеницы / С.В. Хижняк [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 2. С. 29–39. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-2-29-39.

**Благодарности:** исследование выполнено при финансовой поддержке Краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках выполнения научных исследований и разработок по проекту № 2022030308327 «Паспортизация и разработка агротехнологий для реализации потенциальной урожайности наилучшего качества новых и перспективных сортов яровой пшеницы по почвенно-климатическим зонам Красноярского края».

Sergey Vitalievich Khizhnyak<sup>1</sup>, Victoria Viktorovna Keler<sup>2✉</sup>, Sofia Vladimirovna Ovsyankina<sup>3</sup>, Alena Abdu-Khamidovna Demeneva<sup>4</sup>, Eleonora Dmitrievna Mashkovskaya<sup>5</sup>, Denis Mikhailovich Shcheklein<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

<sup>1</sup>skhizhnyak@yandex.ru

<sup>2</sup>vica\_kel@mail.ru

<sup>3</sup>sofi-kras@mail.ru

<sup>4</sup>ad-enis@mail.ru

<sup>5</sup>eeshkevich@mail.ru

<sup>6</sup>densheklein2002@yandex.ru

## LAMADOR SEED PROTECTANT EFFECTIVENESS BY THE SOFT SPRING WHEAT EXAMPLE

*The aim of the work is to evaluate the effect of the systemic fungicide Lamador on the yield, infestation and taxonomic composition of seed phytopathogenic fungi in the soft spring wheat varieties Novosibirskaya 16 and Pamyati Vavenkova (*Triticum aestivum* L.). Objectives: to study the prevalence of seed infection pathogens using the example of soft spring wheat varieties Pamyati Vavenkova and Novosibirskaya 16 and to evaluate the effectiveness of the Bayer JSC Lamador seed treater in the fight against identified pathogens to increase their productivity. As test objects, seeds of soft spring wheat harvested in 2021–2022 were used, obtained on the experimental field of the UNPK Borsky (Borsk settlement, Sukhobuzimsky District, the Krasnoyarsk Region), located in the forest-steppe zone. The choice of seeds of these varieties as test objects for testing the effectiveness of the disinfectant was due to the fact that, according to the results of preliminary experiments, these seeds were characterized by a high level of natural infection with phytopathogenic fungi. The taxonomic composition of the causative agents of seed infection was typical for the region and included representatives of the g.g. *Fusarium*, *Bipolaris*, *Alternaria*. The distribution of representatives of different genera according to the frequency of occurrence on seeds significantly ( $p < 0.001$ ) differed from uniform due to the predominance of representatives of the g. *Fusarium*, which accounted for more than 60 % of isolated isolates. In addition, highly significant ( $p < 0.001$ ) differences were noted between seeds of different varieties in terms of the frequency of occurrence of representatives of the g.g. *Bipolaris* and *Alternaria*, while the frequency of occurrence of representatives of the g. *Fusarium* differed statistically insignificantly. Seed treatment with Lamador systemic fungicide resulted in a highly significant ( $p < 0.001$ ) decrease in the prevalence of seed infection from 100 % to 14–25 % (depending on the variety).*

**Key words:** wheat, fungal infection of seeds, protectants, pesticides, systemic fungicide, infectious agents, *Fusarium*, *Bipolaris*, *Alternaria*

**For citation:** Lamador seed protectant effectiveness by the soft spring wheat example / S.V. Khizhnyak [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2023;(2): 29–39. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-2-29-39.

**Acknowledgments:** the study has been carried out with the financial support of the Krasnoyarsk Regional State Autonomous Institution Krasnoyarsk Regional Fund of Science and Technology Support as part of research and development under project № 2022030308327 "Certification and development of agricultural technologies for realizing the potential yield of the best quality of new and soil and climatic zones of the Krasnoyarsk Region".

**Введение.** Пшеница (*Triticum* L.) – основная зерновая и самая главная стратегическая культура в России и во всем мире [1, 2]. Важнейшая задача сельскохозяйственных товаропроизводителей Красноярского края – формирование стабильных урожаев зерна пшеницы. Проблема повышения продуктивности культуры во многом зависит от зараженности растений фитопатогенами [3]. Потеря урожая и снижение качества

продукции определяется группой особо опасных вредоносных объектов, основными из которых являются возбудители корневых гнилей. Корневые гнили могут вызывать существенные потери урожая (от 11 до 67 %) в зависимости от степени поражения [4, 5]. Данные болезни вызваны фитопатогенными грибами р.р. *Bipolaris* (в первую очередь, *B. sorokiniana*), *Fusarium*, *Alternaria*, *Pythium*, *Ophiobolus*, *Rhizoctonia* [6–8].

Возбудители заболеваний зерновых культур в процессе эволюции приспособились к длительному выживанию. Они сохраняются в почве, на растительных остатках, сорняках и семенах [7, 9]. Семена являются источниками многих возбудителей [10, 11]. Больные растения отстают в росте и развитии, ухудшается качество семенного материала вследствие накопления токсинов. Пораженные семена дают щуплые загнивающие всходы и погибают еще до выхода растений из почвы [12]. Химические препараты, используемые для обработки семян, защищают от поражения не только семена, но и проростки, всходы и растения в начальный период их развития. Однако многократное применение фунгицидов приводит к росту резистентности фитопатогенных грибов [13–16]. В связи с этим необходим постоянный мониторинг чувствительности региональных популяций фитопатогенов к фунгицидам с целью выбора наиболее эффективных препаратов.

**Цель исследования** – оценить влияние системного фунгицида Ламадор на урожайность, пораженность и таксономический состав семенных фитопатогенных грибов у сортов мягкой яровой пшеницы Новосибирская 16 и Памяти Вавенкова (*Triticum aestivum* L.).

**Задачи:** изучить распространенность возбудителей семенной инфекции на примере сортов мягкой яровой пшеницы Памяти Вавенкова и Новосибирская 16; оценить эффективность протравителя семян фирмы АО «Байер» Ламадор в борьбе с выявленными патогенами.

**Объекты и методы.** Объектом исследования служил системный фунгицид фирмы АО «Байер» для обработки семян пшеницы Ламадор (действующее вещество протиоконазол – 250 г/л, тебуконазол – 150 г/л). В качестве тест-объектов использовали семена мягкой яровой пшеницы сортов Памяти Вавенкова и Новосибирская 16 урожая 2021–2022 гг., полученные на опытном поле УНПК «Борский» (п. Борск Сухобузимского района Красноярского края), расположенном в лесостепной зоне. Выбор семян указанных сортов в качестве тест-объектов для проверки эффективности протравителя был обусловлен тем, что, по результатам предварительных экспериментов, эти семена характеризовались высоким уровнем естественной зараженности фитопатогенными грибами. Обработку семян протравителем проводили в соответствии с инструкцией производителя, контролем служили необработанные про-

травителем семена. Зараженность протравленных и контрольных семян фитопатогенными грибами определяли биологическим методом в соответствии с ГОСТ 12044-93 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями» на агаризованной питательной среде № 2 ГРМ Сабуро (производитель – Федеральное бюджетное учреждение науки «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии», г. Оболенск).

Для предотвращения роста бактерий в питательную среду добавляли фторхинолоновый антибиотик широкого спектра ципрофлоксацин в концентрации 5 мг/л. Идентификацию фитопатогенных грибов проводили на основе их культурально-морфологических свойств с использованием светопольной микроскопии. Для микрофото съемки использовали цифровую USB-камеру ScopeTek DCM-130E.

Статистическую значимость влияния факторов «Год», «Сорт» и «Протравитель» семян на урожайность проверяли многофакторным дисперсионным анализом (Factorial ANOVA). В качестве post-hoc тестов для оценки значимости различий между индивидуальными средними использовали рекомендуемые в современной научной литературе тест Тьюки (Tukey HSD test), тест Шеффе (Scheffe's S test) [17], а также не рекомендуемый, но до сих пор популярный в русскоязычной литературе тест НСР (Fisher's LSD test). Показатели силы влияния рассчитывали как выраженное в процентах отношение факториальной суммы квадратов к общей сумме квадратов. Статистическую значимость различий между возбудителями семенной инфекции по частоте встречаемости, а также значимость различий между сортами по таксономическому составу возбудителей проверяли тестом  $\chi^2$ . Статистическую значимость различий между протравленными и непротравленными семенами по распространенности инфекции проверяли точным тестом Фишера (Fisher's exact test) для таблиц 2×2. В качестве программного обеспечения использовали пакет StatSoft STATISTICA 8.0.

**Результаты и их обсуждение.** Зерно яровой пшеницы характеризовалось высокой распространенностью семенной инфекции, достигавшей 100 %. Таксономический состав возбудителей семенной инфекции включал представителей р.р. *Fusarium*, *Bipolaris*, *Alternaria*, что является характерным для региона [18–21] (рис. 1–4).



Рис. 1. Конидии представителей р. *Fusarium*, выделенных из семян изучаемых сортов:  
1 – макроконидии; 2 – микроконидии, длина масштабной полоски равна 10 мкм

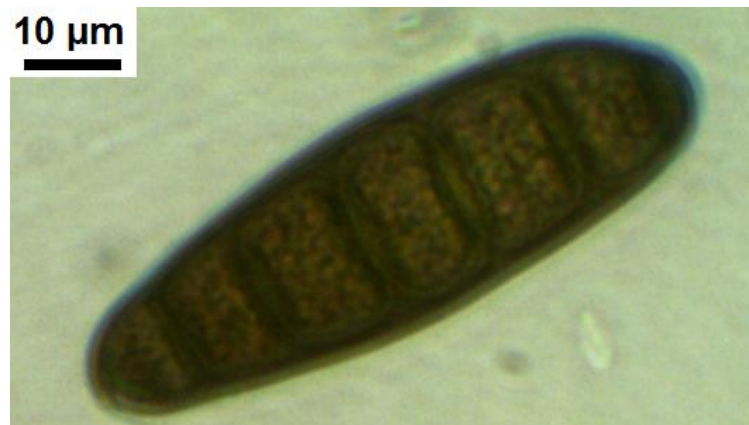


Рис. 2. Конидия *Bipolaris sorokiniana*, выделенного из семян изучаемых сортов;  
длина масштабной полоски равна 10 мкм

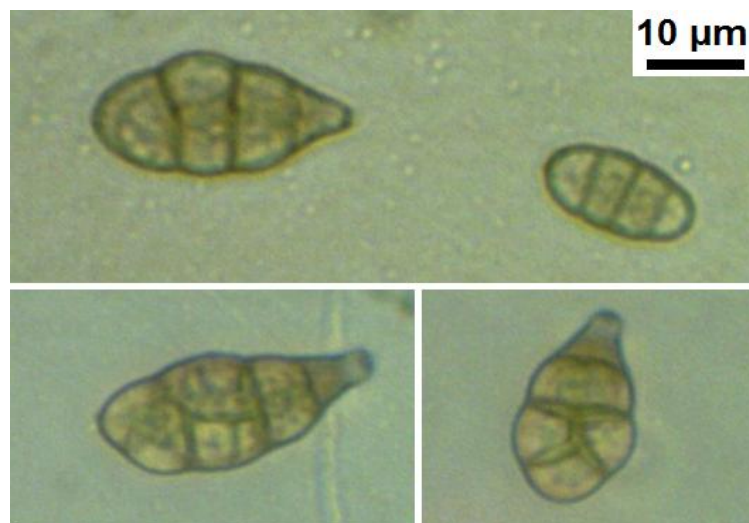


Рис. 3. Конидии представителей р. *Alternaria*, выделенных из семян изучаемых сортов;  
длина масштабной полоски равна 10 мкм



Рис. 4. Характерный вид чашки Петри с анализируемым зерном на среде Сабуро

Распределение представителей разных родов по частоте встречаемости на семенах в высокой степени значимо ( $p < 0,001$ ) отличалось от равномерного за счет преобладания представителей р. *Fusarium*, на долю которых пришлось более 60 % выделенных изолятов. Кроме этого, отмечены в высокой степени значимые ( $p < 0,001$ ) различия между семенами разных сортов по частоте встречаемости представите-

лей р.р. *Bipolaris* и *Alternaria*, в то время как частота встречаемости представителей р. *Fusarium* различалась статистически незначимо (рис. 5).

Протравливание семян препаратом Ламадор привело к высокой степени значимому ( $p < 0,001$ ) снижению распространенности семенной инфекции со 100 до 14–25 % (в зависимости от сорта) (рис. 6, 7).

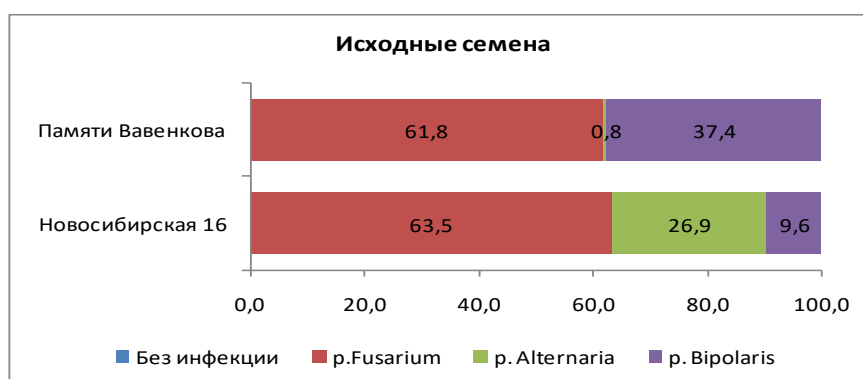


Рис. 5. Распространенность возбудителей семенной инфекции на примере сортов мягкой яровой пшеницы Памяти Вавенкова и Новосибирская 16, %

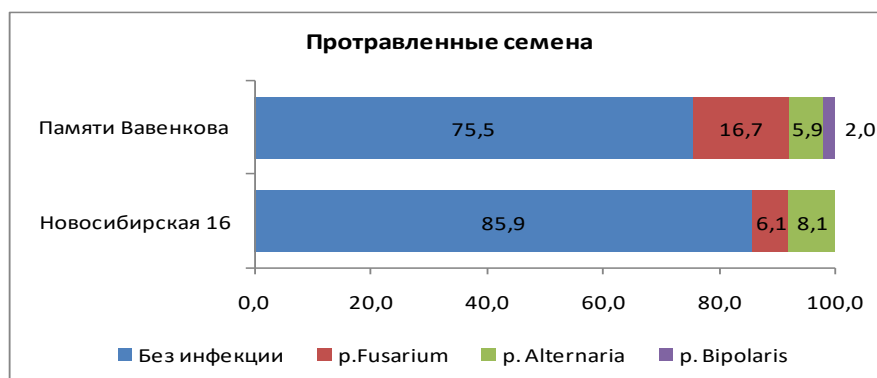


Рис. 6. Распространенность возбудителей семенной инфекции на примере сортов мягкой яровой пшеницы Памяти Вавенкова и Новосибирская 16 после протравливания, %



Рис. 7. Характерный вид чашки Петри с анализируемым зерном после протравливания на среде Сабуро

Дисперсионный анализ показал, что применение протравителя Ламадор оказало статистически значимое ( $p < 0,001$ ) влияние на урожайность, выразившееся в повышении средней по сортам и годам урожайности с 35,06 до 37,92 ц/га (табл. 1, рис. 8).

Повышение урожайности при применении современного средства защиты было характерно для обоих сортов как в 2021, так и в 2022 г., что подтверждается отсутствием статистически значимых эффектов взаимодействия факторов «Сорт × Протравитель» и «Протравитель × Год» (табл. 1).

Таблица 1

#### Дисперсионный анализ влияния изучаемых факторов на урожайность

Фактор	Показатель силы влияния, %	Статистическая значимость эффекта $p$
Сорт	74,40	0,000000
Протравитель	8,01	0,000106
Год	5,11	0,001115
Сорт × Протравитель	1,05	0,106122
Сорт × Год	1,75	0,040593
Протравитель × Год	0,71	0,181653
Сорт × Протравитель × Год	0,02	0,841393
Случайное варьирование	8,96	

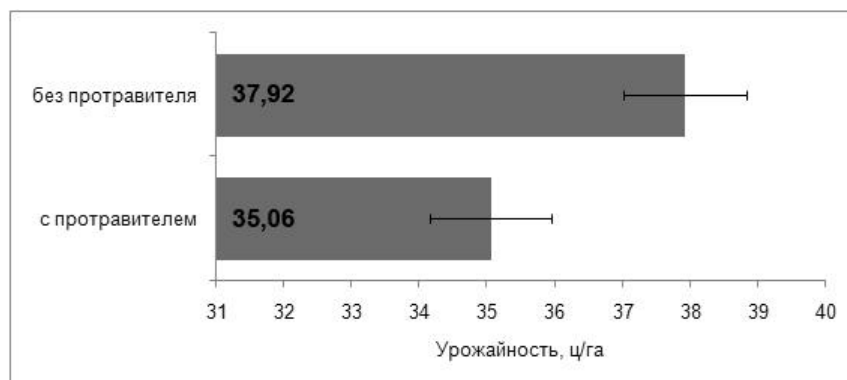


Рис. 8. Средняя по сортам и годам урожайность в зависимости от применения протравителя Ламадор, ц/га



Несмотря на однотипность положительного действия протравителя на урожайность обоих сортов, сорт Новосибирская 16 в плане прибавки урожайности оказался несколько более отзывчивым на применение препарата Ламадор, чем сорт Памяти Вавенкова. Так, если в сред-

нем по годам прибавка урожайности у сорта Новосибирская 16 за счет его применения составила 3,90 ц/га, то у сорта Памяти Вавенкова – только 1,82 ц/га (рис. 9).

Результаты post-hoc тестов представлены в таблицах 2–4.

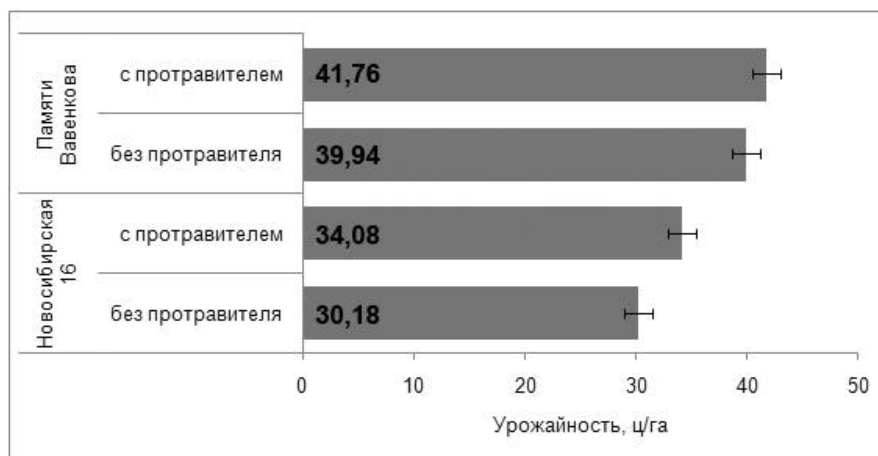


Рис. 9. Средняя по годам урожайность разных сортов в зависимости от применения протравителя Ламадор

Таблица 2

**Статистическая значимость различий (p) между вариантами опыта по урожайности в среднем за 2021–2022 гг. согласно тесту Шеффе**

Сорт	Новосибирская 16 без протравителя	Новосибирская 16 с протравителем	Памяти Вавенкова без протравителя
Новосибирская 16 без протравителя		0,002011	0,000000
Новосибирская 16 с протравителем	0,002011		0,000010
Памяти Вавенкова без протравителя	0,000000	0,000010	
Памяти Вавенкова с протравителем	0,000000	0,000000	0,252077

Таблица 3

**Статистическая значимость различий (p) между вариантами опыта по урожайности в среднем за 2021–2022 гг. согласно тесту Тьюки**

Сорт	Новосибирская 16 без протравителя	Новосибирская 16 с протравителем	Памяти Вавенкова без протравителя
Новосибирская 16 без протравителя		0,001009	0,000161
Новосибирская 16 с протравителем	0,001009		0,000171
Памяти Вавенкова без протравителя	0,000161	0,000171	
Памяти Вавенкова с протравителем	0,000161	0,000161	0,185600

**Статистическая значимость различий (p) между вариантами опыта по урожайности в среднем за 2021–2022 гг. согласно тесту НСР**

Сорт	Новосибирская 16 без протравителя	Новосибирская 16 с протравителем	Памяти Вавенкова без протравителя
Новосибирская 16 без протравителя		0,000163	0,000000
Новосибирская 16 с протравителем	0,000163		0,000001
Памяти Вавенкова без протравителя	0,000000	0,000001	
Памяти Вавенкова с протравителем	0,000000	0,000000	0,047544

**Заключение.** Зерно пшеницы характеризовалось высокой распространенностью семенной инфекции, достигавшей 100 % и включавшей представителей р. *Fusarium*, на долю которого пришлось более 60 %, а также представителей р.р. *Vipolaris* и *Alternaria*. Протравливание семян препаратом Ламадор привело к высокой степени значимому ( $p < 0,001$ ) снижению распространенности семенной инфекции: со 100 до 14 % у сорта Новосибирская 16 и до 25 % у сорта Памяти Вавенкова. Дисперсионный анализ показал, что применение протравителя Ламадор оказало статистически значимое ( $p < 0,001$ ) влияние на урожайность, выразившееся в повышении средней по сортам и годам урожайности с 35,06 до 37,92 ц/га. Повышение урожайности при применении современного средства защиты подтверждается отсутствием статистически значимых эффектов взаимодействия факторов «Сорт × Протравитель» и «Протравитель × Год».

**Список источников**

1. United Nations, Food and Agriculture Organization, Statistics Division URL: [https://eol.org/pages/108051/articles?locale\\_code=en&resource\\_id=617](https://eol.org/pages/108051/articles?locale_code=en&resource_id=617).
2. Войцуцкая Н.П. Источники хозяйственно ценных признаков для селекции озимой мягкой пшеницы в степной зоне Краснодарского края // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 4 (36). С. 106–116. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11212. EDN CRJVNY.
3. Эффективность предпосевной обработки семян новых сортов яровой пшеницы биологическими препаратами и химическими протравителями / Ф.С. Султанов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 3. С. 33–38. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10306. EDN SKGUNE.
4. Павлюшин В.А. Основные принципы зональной защиты зерновых // АгроСнабФорум. 2017. № 1 (149). С. 39. EDN ХУСJAB.
5. Новик А.Л., Дуктов В.П. Сортовая отзывчивость яровой твердой пшеницы на предпосевную обработку семян // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1. С. 97–101. EDN SFZMEN.
6. Effect of crop rotation on the incidence of soil-borne fungal wheat pathogens / K.V. Kukushkina [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volgograd, 17–18 июня 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. P. 12180. DOI: 10.1088/1755-1315/848/1/012180. EDN VNXTMF.
7. Соколов М.С., Пикушова Э.А., Левашова Г.И. Традиционные и новые приемы защиты озимой пшеницы от болезней, поражающих корневую систему и основание стебля пшеницы // Агрехимия. 1998. № 1 С. 84–93.
8. Корневые гнили яровой пшеницы в Зауралье и меры борьбы с ними / И.Н. Порсев [и др.] // АПК России. 2017. Т. 24. № 1. С. 212–219. EDN YKDPDT.
9. Гарбар Л.И. Протравители семян, стимуляторы роста и их смеси на яровой пшенице // Технологическая политика в современном земледелии: мат-лы науч.-практ. конф. по общему земледелию (Барнаул, 04 августа



- 2000 г.). Барнаул: Алтай. науч.-исследов. ин-т земледелия и селекции с.-х. культур, 2000. С. 21–23. EDN XSTDPF.
10. Протравливание семян зерновых культур / В.И. Долженко [и др.] // Защита и карантин растений. 2014. № 2. С. 54–92. EDN WFRNFR.
  11. Протравители семян нута / Д.В. Бочкарев [и др.] // Защита и карантин растений. 2020. № 3. С. 18–19. EDN BZYZCZ.
  12. Дербенева Н.А. Динамика развития возбудителей болезней семян зерновых культур // Современное научное знание в условиях системных изменений: мат-лы Третьей национальной науч.-практ. конф. с междунар. участием (Тара, 05–06 июня 2019 года). Тара: Омск. гос. аграр. ун-т им. П.А. Столыпина, 2019. С. 92–96. EDN RBCIAA.
  13. Deising H.B., Reimann S., Pascholati S.F. Mechanisms and significance of fungicide resistance // Brazilian Journal of Microbiology. 2008. Vol. 39, № 2. P. 286–295.
  14. Hollomon D.W. Fungicide resistance: facing the challenge – a review // Plant Protect. Sci. 2015. Vol. 51. P. 170–176.
  15. Еськова Е.Н., Хижняк С.В. Чувствительность возбудителя обыкновенной корневой гнили зерновых *Vipolaris sorokiniana* к фунгицидам различного химического состава // Вестник КрасГАУ. 2021. № 12 (177). С. 3–10. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-12-3-10. EDN CGAAJP.
  16. Щербакова Л.А. Развитие резистентности к фунгицидам у фитопатогенных грибов и их хемосенсибилизация как способ повышения защитной эффективности триазолов и стробилуринов // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 5. С. 875–891. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.5.875rus. EDN MLUFGS.
  17. Comparing multiple comparisons: practical guidance for choosing the best multiple comparisons test / S. Midway [et al.] // Bioinformatics and Genomics. 2020. DOI: 10.7717/peerj.10387.
  18. Хижняк С.В., Мучкина Е.Я., Машанов А.И. Состав микроскопических грибов, влияющих на качество и экологическую безопасность зерна пшеницы в ОПХ «Курагинское» Красноярского края // Вестник КрасГАУ. 2012. № 1 (64). С. 106–109. EDN OOOCTB.
  19. Хижняк С.В., Мучкина Е.Я. Сортовая специфика восприимчивости яровой пшеницы к токсикогенным грибам, влияющим на качество и экологическую безопасность зерна // Вестник КрасГАУ. 2014. № 10 (97). С. 88–92. EDN SZFFQP.
  20. Thiabendazole vs difenoconazole in chemical control of seed-borne toxigenic fungi affecting wheat quality / K.V. Kukushkina [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20.06.2020 г. / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. P. 82096. DOI: 10.1088/1755-1315/548/8/082096. EDN HQLSDT.
  21. Влияние предшественников, удобрения и пестицидов на распространенность и таксономический состав семенной инфекции мягкой яровой пшеницы сорта Алтайская 75 / В.В. Келер [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2022. № 4(181). С. 44–52. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-4-44-52. EDN SMXPKZ.

## References

1. United Nations, Food and Agriculture Organization, Statistics Division URL: [https://eol.org/pages/108051/articles?locale\\_code=en&resource\\_id=617](https://eol.org/pages/108051/articles?locale_code=en&resource_id=617).
2. Vojcuckaya N.P. Istochniki hozyajstvenno cennyh priznakov dlya selekcii ozimoy myagkoj pshenicy v stepnoj zone Krasnodarskogo kraja // Zernobobovye i krupyanye kultury. 2020. № 4 (36). S. 106–116. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11212. EDN CRJVNY.
3. `Effektivnost' predposevnoj obrabotki semyan novyh sortov yarovoj pshenicy biologicheskimi preparatami i himicheskimi protravitelyami / F.S. Sultanov [i dr.] // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2021. Т. 35. № 3. S. 33–38. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10306. EDN SKGUNE.
4. Pavlyushin V.A. Osnovnye principy zonal'noj zaschity zernovyh // AgroSnabForum. 2017. № 1 (149). S. 39. EDN XYCJAB.
5. Novik A.L., Duktov V.P. Sortovaya otzyvchivost' yarovoj tvrdoj pshenicy na predposev-

- nyu obrabotku semyan // Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2020. № 1. S. 97–101. EDN SFZMEH.
6. Effect of crop rotation on the incidence of soil-borne fungal wheat pathogens / K.V. Kukushkina [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volgograd, 17–18 iyunya 2021 goda / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. P. 12180. DOI: 10.1088/1755-1315/848/1/012180. EDN VNXTMF.
  7. Sokolov M.S., Pikushova E.A., Levashova G.I. Tradicionnye i novye priemy zaschity ozimoy pshenicy ot boleznej, porazhayuschih kornevuyu sistemu i osnovanie steblya pshenicy // Agrohimiya. 1998. № 1 S. 84–93.
  8. Kornevye gnili yarovoj pshenicy v Zaural'e i mery bor'by s nimi / I.N. Porsev [i dr.] // APK Rossii. 2017. T. 24. № 1. S. 212–219. EDN YKDPDT.
  9. Garbar L.I. Protraviteli semyan, stimulyatory rosta i ih smesi na yarovoj pshenice // Tehnologicheskaya politika v sovremennom zemledelii: mat-ly nauch.-prakt. konf. po obshemu zemledeliyu (Barnaul, 04.08.2000 g.) Barnaul: Altaj. nauch.-issledov. in-t zemledeliya i selekcii s.-h. kul'tur, 2000. S. 21–23. EDN XSTDPF.
  10. Protravlivanie semyan zernovyh kul'tur / V.I. Dolzhenko [i dr.] // Zaschita i karantin rastenij. 2014. № 2. S. 54–92. EDN WFRNFR.
  11. Protraviteli semyan nuta / D.V. Bochkarev [i dr.] // Zaschita i karantin rastenij. 2020. № 3. S. 18–19. EDN BZYZCZ.
  12. Derbeneva N.A. Dinamika razvitiya vozбудitelej boleznej semyan zernovyh kul'tur // Sovremennoe nauchnoe znanie v usloviyah sistemnyh izmenenij: mat-ly Tre'tej nacional'noj nauch.-praktich. konf. s mezhdunar. uchastiem, Tara (05–06.06.2019 g.). Tara: Omsk. gos. agrar. un-t im. P.A. Stolypina, 2019. S. 92–96. EDN RBCIAA.
  13. Deising H.B., Reimann S., Pascholati S.F. Mechanisms and significance of fungicide resistance // Brazilian Journal of Microbiology. 2008. Vol. 39, № 2. P. 286–295.
  14. Hollomon D.W. Fungicide resistance: facing the challenge - a review // Plant Protect. Sci. 2015. Vol. 51. P. 170–176.
  15. Es'kova E.N., Hizhnyak S.V. Chuvstvitel'nost' vozбудitelya obyknovnoj kornevoj gnili zernovyh *Bipolaris sorokiniana* k fungicidam razlichnogo himicheskogo sostava // Vestnik KrasGAU. 2021. № 12 (177). S. 3–10. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-12-3-10. EDN CGAAJP.
  16. Scherbakova L.A. Razvitie rezistentnosti k fungicidam u fitopatogennyh gribov i ih hemosensibilizaciya kak sposob povysheniya zaschitnoj `effektivnosti triazolov i strobilurinov // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2019. T. 54. № 5. S. 875–891. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.5.875rus. EDN MLUFKS.
  17. Comparing multiple comparisons: practical guidance for choosing the best multiple comparisons test / S. Midway [et al.] // Bioinformatics and Genomics. 2020. DOI: 10.7717/peerj.10387.
  18. Hizhnyak S.V., Muchkina E.Ya., Mashanov A.I. Sostav mikroskopicheskikh gribov, vliyayuschih na kachestvo i `ekologicheskuyu bezopasnost' zerna pshenicy v OPH «Kuraginskoe» Krasnoyarskogo kraja // Vestnik KrasGAU. 2012. № 1 (64). S. 106–109. EDN OOOCTB.
  19. Hizhnyak S.V., Muchkina E.Ya. Sortovaya specifika vospriimchivosti yarovoj pshenicy k toksikogennym gribam, vliyayuschim na kachestvo i `ekologicheskuyu bezopasnost' zerna // Vestnik KrasGAU. 2014. № 10 (97). S. 88–92. EDN SZFFQP.
  20. Thiabendazole vs difenoconazole in chemical control of seed-borne toxigenic fungi affecting wheat quality / K.V. Kukushkina [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20.06.2020 g. / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. P. 82096. DOI: 10.1088/1755-1315/548/8/082096. EDN HQLSDT.
  21. Vliyanie predshestvennikov, udobreniya i pesticidov na rasprostranennost' i taksonomicheskij sostav semennoj infekcii myagkoj yarovoj pshenicy sorta Altajskaya 75 / V.V. Keler [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2022. № 4(181). S. 44–52. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-4-44-52. EDN SMXPKZ.

Статья принята к публикации 13.01.2023 / The article accepted for publication 13.01.2023.

Информация об авторах:

**Сергей Витальевич Хижняк**<sup>1</sup>, профессор кафедры экологии и природопользования, доктор биологических наук, профессор

**Виктория Викторовна Келер**<sup>2</sup>, доцент кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**Софья Владимировна Овсянкина**<sup>3</sup>, заведующая межкафедральной научно-инновационной лабораторией сельскохозяйственной и экологической биотехнологии ИАЭТ, кандидат биологических наук

**Алена Абду-Хамидовна Деменева**<sup>4</sup>, аспирант кафедры растениеводства, селекции и семеноводства

**Элеонора Дмитриевна Машковская**<sup>5</sup>, студентка 1-го курса

**Денис Михайлович Щеклеин**<sup>6</sup>, студент 1-го курса

Information about the authors:

**Sergey Vitalievich Khizhnyak**<sup>1</sup>, Professor at the Department of Ecology and Nature Management, Doctor of Biological Sciences, Professor

**Victoria Viktorovna Keler**<sup>2</sup>, Associate Professor at the Department of Plant Growing, Breeding and Seed Growing, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

**Sofia Vladimirovna Ovsyankina**<sup>3</sup>, Head of the Interdepartmental Scientific and Innovation Laboratory of Agricultural and Environmental Biotechnology of the IAET, Candidate of Biological Sciences

**Alena Abdu-Khamidovna Demeneva**<sup>4</sup>, Postgraduate Student at the Department of Crop Production, selection and seed production

**Eleonora Dmitrievna Mashkovskaya**<sup>5</sup>, 1st year Student

**Denis Mikhailovich Shcheklein**<sup>6</sup>, 1st year Student

