

Научная статья/Research Article

УДК 632.9

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-10-152-159

**Сергей Витальевич Хижняк^{1✉}, Ирина Сергеевна Коротченко²,
Ольга Владимировна Романова³, Иван Сергеевич Машура⁴**^{1,2,3,4}Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия¹skhizhnyak@yandex.ru²kisaspi@mail.ru³romikanus71@mail.ru⁴mashura-00@mail.ru**ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ *BIPOLARIS SOROKINIANA* К ФУНГИЦИДАМ
«ИНШУР ПЕРФОРМ» И «ВИАЛ ТРИО»**

Цель исследования – изучить чувствительность *B. sorokiniana* к фунгицидам «Иншур Перформ» и «Виал Трио» на примере штамма, выделенного из корней пораженной обыкновенной корневой гнилью пшеницы в учебно-научном комплексе «Борский» (Сухобузимский район Красноярского края). Установлено, что при экспозиции в течение 24 часов в присутствии рабочего раствора препарата «Иншур Перформ» прорастание конидий не отличается от прорастания в контроле, хотя длина сформировавшихся за это время проростковых гиф статистически значимо ($p < 0,001$) ниже контроля. В диапазоне концентраций от рабочего раствора до рабочего раствора, разведенного в 32 раза, эффект препарата «Иншур Перформ» в отношении *B. sorokiniana* не зависит от концентрации ни в плане влияния на прорастание конидий, ни в плане влияния на длину проростковых гиф. В противоположность препарату «Иншур Перформ» препарат «Виал Трио» обладает ярко выраженной фунгицидной активностью в отношении регионального изолята *B. sorokiniana*. При 24-часовой экспозиции в рабочем растворе «Виал Трио», а также в рабочем растворе, разведенном в 2 раза, прорастания конидий не происходит. При разведениях рабочего раствора в 4–64 раза отмечается прорастание части конидий, однако во всем диапазоне разведений оно статистически ($p < 0,001$) значимо ниже, чем в контрольном варианте. То же относится и к длине проростковых гиф. Зависимость эффекта препарата «Виал Трио» от концентрации в диапазоне разведений рабочего раствора в 4–64 раза носит нелинейный характер. Для прорастания конидий она описывается экспоненциальной функцией ($R^2 = 0,9997$, $p < 0,001$), для роста мицелия – модифицированным уравнением Моно ($R^2 = 0,9763$, статистическая значимость уравнения $p < 0,001$).

Ключевые слова: фунгициды, гельминториоз, пшеница, резистентность, *Bipolaris sorokiniana*, Красноярский край

Для цитирования: Чувствительность *Bipolaris sorokiniana* к фунгицидам «Иншур Перформ» и «Виал Трио» / С.В. Хижняк [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 10. С. 152–159. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-10-152-159.

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания ЮУБСИ УФИЦ РАН по теме № АААА-А18-118011990151-7.

**Sergey Vitalievich Khizhnyak^{1✉}, Irina Sergeevna Korotchenko², Olga Vladimirovna Romanova³,
Ivan Sergeevich Mashura⁴**^{1,2,3,4}Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia¹skhizhnyak@yandex.ru²kisaspi@mail.ru³romikanus71@mail.ru⁴mashura-00@mail.ru

SENSITIVITY OF *BIPOLARIS SOROKINIANA*
TO FUNGICIDES “INSUR PERFORM” AND “VIAL TRIO”

The purpose of research is to study the sensitivity of *B. sorokiniana* to the fungicides “Inshur Perform” and “Vial Trio” for using the example of a strain isolated from the roots of wheat affected by common root rot in the educational and scientific complex Borsky (Sukhobuzimo District of the Krasnoyarsk Region). It was found that when exposed for 24 hours in the presence of a working solution of the drug “Inshur Perform”, the germination of conidia does not differ from germination in the control, although the length of the seedling hyphae formed during this time is statistically significantly ($p < 0.001$) lower than the control. In the concentration range from the working solution to the working solution diluted 32 times, the effect of the drug “Inshur Perform” against *B. sorokiniana* does not depend on the concentration, either in terms of the effect on the germination of conidia, or in terms of the effect on the length of seedling hyphae. In contrast to the drug “Inshur Perform”, the drug “Vial Trio” has pronounced fungicidal activity against the regional isolate of *B. sorokiniana*. With a 24-hour exposure in the “Vial Trio” working solution, as well as in a working solution diluted 2 times, conidia do not germinate. When the working solution is diluted 4–64 times, germination of some conidia is observed, but over the entire range of dilutions it is statistically ($p < 0.001$) significantly lower than in the control variant. The same applies to the length of seedling hyphae. The dependence of the effect of the drug “Vial Trio” on concentration in the range of dilutions of the working solution by 4–64 times is nonlinear. For conidial germination it is described by an exponential function ($R^2 = 0.9997$, $p < 0.001$), for mycelial growth – by the modified Monod equation ($R^2 = 0.9763$, statistical significance of the equation $p < 0.001$).

Keywords: fungicides, helminthoriosis, wheat, resistance, *Bipolaris sorokiniana*, Krasnoyarsk Region

For citation: Sensitivity of *Bipolaris sorokiniana* to fungicides “Inshur Perform” and “Vial Trio” / S.V. Khizhnyak [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2023;(10): 152–159. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-10-152-159.

Acknowledgments: the work has been carried out within the framework of the state task of the Southern Branch of the Institute of Strategic Research of the Ural Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences on the topic № AAAA-A18-118011990151-7.

Введение. Интенсивное ведение сельского хозяйства невозможно без проведения мероприятий по борьбе с болезнями сельскохозяйственных растений. Обыкновенная корневая гниль зерновых (гельминториоз), заболевание пшеницы, вызываемое фитопатогенными грибами *Bipolaris sorokiniana*, широко распространено в регионах с континентальным климатом, в том числе в Сибири [1]. В борьбе с распространением фитопатогена необходим комплексный подход [2], с соблюдением ряда мероприятий, таких как предпосевная обработка семян, соблюдение севооборотов, обязательная зяблевая обработка почвы, оптимальные сроки посева, оптимальная глубина заделки семян, сбалансированное внесение минеральных удобрений и другие [3–5].

Использование средств защиты растений остается главным способом контроля вредных организмов на сельскохозяйственных культурах. Однако в последние десятилетия во всем мире отмечается рост резистентности фитопатогенных грибов к применяемым химическим препаратам [6–8]. В результате ранее эффективные препараты снижают либо полностью теряют свою эффективность [9]. В этой связи в каждом регионе необходим постоянный мониторинг

чувствительности местных штаммов возбудителей болезней к коммерческим фунгицидам с целью выбора протравителей, наиболее эффективных против региональных популяций *B. sorokiniana*.

Как правило, протравители, содержащие в своем составе одно действующее вещество, обладают низкой фунгицидной активностью. В связи с этим более эффективными являются препараты, содержащие два и более действующих веществ [10]. Ряд авторов указывают на достаточно высокую эффективность применения таких препаратов, как «Иншур Перформ» (от 97,6 до 100 %) [11, 12] и «Виал Трио», которые характеризуются не только высокой степенью биологической эффективности против возбудителя корневой гнили (до 98 %), но и обладают пролонгированной защитой проростка при высоком инфекционном фоне [13].

Цель исследования – изучить чувствительность *B. sorokiniana* к фунгицидам «Иншур Перформ» и «Виал Трио» на примере изолята, выделенного из корней пораженной обыкновенной корневой гнилью пшеницы в учебно-научном комплексе «Борский» (Сухобузимский район Красноярского края).

Объекты и методы. В качестве тестируемых протравителей использовали препараты «Иншур Перформ» и «Виал Трио», являющиеся контактными и системными фунгицидами. В качестве тест-культуры для оценки чувствительности к фунгицидам использовали моноконидиальный изолят возбудителя обыкновенной корневой гнили зерновых *B. sorokiniana*, выделенный из пораженной корневой гнилью мягкой яровой пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта Новосибирская 15, выращенной в учебно-научном комплексе (УНПК) «Борский» ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, Сухобузимский район Красноярского края [15, 16].

Выделение *B. sorokiniana* проводили из предварительно промытых корней мягкой яровой пшеницы, помещенных в течение двух недель в чашки Петри на среду Чапека-Докса. В качестве индуктора прорастания конидий использовали сахарозу в концентрации 1 г/л [17].

Проверку фунгицидных свойств препаратов проводили с помощью теста, основанного на прорастании конидий, и дальнейшего микроскопирования и фотографирования полученных препаратов [8, 18].

Эксперименты проводили в плашке для иммуноферментного анализа. В ячейки с помощью микропипет-дозатора вносили по 20 мкл суспензии конидий в смеси с разными концентрациями фунгицидов, после чего инкубировали во влажной камере при температуре 26 °С в течение 24 ч. Контролем служили суспензии конидий без фунгицидов. После 5 и 24 ч инкубирования подсчитывали число проросших и непроросших конидий и измеряли длину проростковых гиф по микрофотографиям набора полей зрения. Микрофотографии выполняли с помощью микроскопа Микмед-6 вариант 3, оснащенного цифровой USB-камерой DCM-13E. Измерение длины мицелия по микрофотографиям проводили с помощью программы ImageJ.

Сравнение вариантов с контролем по прорастанию конидий проводили с применением точного F-теста для таблиц 2 × 2 с использованием он-лайн калькулятора. Множественное сравнение вариантов по прорастанию конидий между собой проводили с помощью теста χ^2 (хи-квадрат). Сравнение вариантов с контролем по длине проростковых гиф проводили с помощью двухвыборочного t-теста. Множественное сравнение вариантов между собой по длине гиф проводили однофакторным дисперсионным анализом. Для изучения связи между концентрацией изучаемых препаратов, прорастанием

конидий и длиной гиф применяли корреляционный и регрессионный анализ.

В качестве программного обеспечения использовали пакет StatSoft STATISTICA 8.0 и пакет анализа MS Excel 2007.

Результаты и их обсуждение. В результате исследования выявлено, что на начальной стадии прорастания *B. sorokiniana* препараты «Иншур Перформ» и «Виал Трио» оказали ярко выраженный фунгистатический эффект, проявившийся в статистически значимом ($p < 0,001$) снижении прорастания конидий и подавлении роста проростковых гиф. При этом фунгистатическое действие препарата «Виал Трио» было несколько выше, чем фунгистатическое действие препарата «Иншур Перформ».

Так, уже через 5 ч инкубирования началось массовое прорастание конидий тест-культуры в контроле и составило 22,5 %, а в рабочих растворах препаратов «Иншур Перформ» и «Виал Трио» прорастания конидий не наблюдалось. При применении препарата «Иншур Перформ» незначительное прорастание конидий (0,5 %) отмечено лишь в рабочем растворе, разведенном в 4 раза, при этом длина проростковых гиф была статистически значимо ($p < 0,001$) меньше, чем в контрольном варианте. Разведение рабочего раствора препарата в 8, 16 и 32 раза не привело к статистически значимому увеличению прорастания конидий, однако статистически значимо ($p < 0,001$) увеличило длину проростковых гиф.

В варианте с препаратом «Виал Трио» через 5 ч инкубирования незначительное прорастание конидий (0,6 %) отмечено в рабочем растворе, разведенном в 8 раз, при этом длина проростковых гиф также была статистически значимо ($p < 0,001$) меньше, чем в контроле. Разведение рабочего раствора препарата в 16 и 32 раза не привело к статистически значимому увеличению прорастания конидий и длины проростковых гиф.

После 24 ч инкубирования *B. sorokiniana* в контрольном варианте сформировал развитый мицелий. В присутствии препарата «Иншур Перформ» прорастание конидий наблюдалось во всех вариантах эксперимента, включая рабочий раствор препарата, хотя длина гиф при этом существенно уступала длине гиф в контроле. Анализ по критерию χ^2 не выявил статистически значимых различий между вариантами с различными разбавлениями препарата «Иншур Перформ» по прорастанию конидий. Значение критерия χ^2 составило 3,4 при критическом значении для уровня значимости $0,05 \chi^2_{0,05} = 11,1$ (табл. 1).

Регрессионный анализ также не выявил влияния концентрации препарата в исследуемом диапазоне на прорастание конидий.

В отличие от препарата «Иншур Перформ» препарат «Виал Трио» обеспечил полное по-

давление прорастания конидий *B. sorokiniana* при инкубировании в течение 24 ч как в рабочем растворе, так и в рабочем растворе, разведенном в 2 раза (рис. 1).



Рис. 1. Примеры конидий *B. sorokiniana* после 24 ч инкубирования в растворах изучаемых препаратов: 1, 2 – «Иншур Перформ» (рабочий раствор и рабочий раствор, разведенный в 2 раза); 3, 4 – «Виал Трио» (рабочий раствор и рабочий раствор, разведенный в 2 раза)

При более высоких разведениях препарата прорастание конидий наблюдалось, однако на всех изученных концентрациях оно было статистически значимо ($p < 0,001$) ниже, чем в контроле, и даже при максимальном разведении рабочего раствора (в 64 раза) составило всего 11,8 % (табл. 1).

Хотя длина проростковых гиф в присутствии «Иншур Перформ» была во всех вариантах

статистически значимо ($p < 0,001$) ниже, чем в контроле, концентрация препарата не проявила существенного воздействия и на параметры распределения длины проростковых гиф.

По мере увеличения концентрации препарата «Иншур Перформ» наблюдаются небольшие тренды к снижению максимальной и минимальной длины проростковых гиф, однако эти тренды являются статистически незначимыми (рис. 2).

Таблица 1

Прорастание конидий *B. sorokiniana* в присутствии различных концентраций препаратов «Иншур Перформ» и «Виал Трио» после 24 ч инкубирования

Вариант эксперимента	Прорастание, %		Значимость различий с контролем	
	Иншур Перформ	Виал Трио	Иншур Перформ	Виал Трио
Рабочий раствор	32,1	0,0	Нет	< 0,001
Разбавление рабочего раствора:				
в 2 раза	36,2	0,0	Нет	< 0,001
в 4 раза	28,6	1,8	Нет	< 0,001
в 8 раз	28,6	2,7	Нет	< 0,001
в 16 раз	26,6	4,0	Нет	< 0,001
в 32 раза	29,8	6,7	Нет	< 0,001
в 64 раза	–	11,8	–	< 0,001

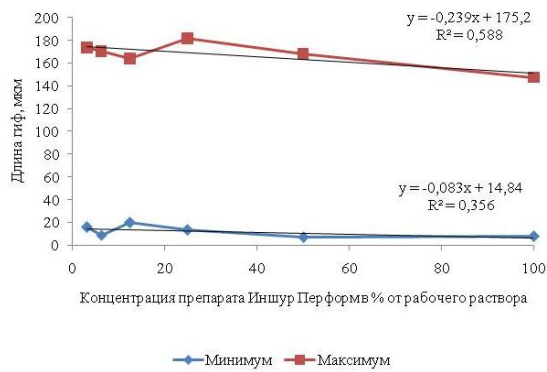


Рис. 2. Влияние концентрации препарата «Иншур Перформ» на максимальную и минимальную длину проростковых гиф тест-культуры после 24 ч инкубирования в растворах препарата

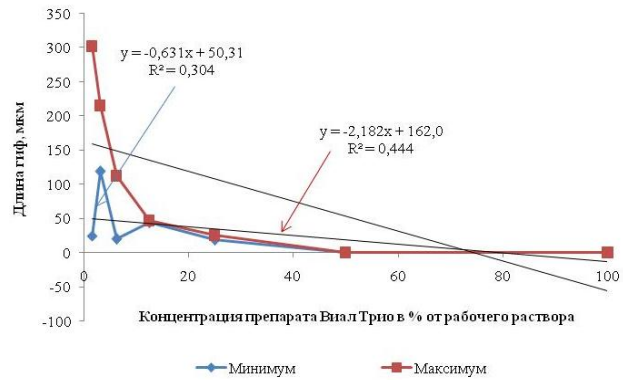


Рис. 3. Влияние концентрации препарата «Виал Трио» на максимальную и минимальную длину проростковых гиф тест-культуры после 24 ч инкубирования в растворах препарата

В тех случаях, когда конидии *B. sorokiniana* проросли в растворах препарата «Виал Трио», длина проростковых гиф была статистически значимо ($p < 0,001$) ниже, чем в контроле, на всех изученных концентрациях препарата. Эффект подавления роста гиф сохранялся даже при разведении рабочего раствора препарата в 64 раза (рис. 3).

Препарат «Виал Трио» оказал в высшей степени значимое влияние на параметры распределения длины проростковых гиф. Дисперсионный анализ подтвердил статистическую значимость влияния концентрации «Виал Трио» в диапазоне разведений рабочего раствора в 4–64 раза на среднюю длину проростковых гиф.

Зависимость длины проростковых гиф от концентрации препарата в диапазоне разведений рабочего раствора в 2–64 раза носит ярко выраженный нелинейный характер и может быть описано уравнением вида

$$Y = a_0 - \frac{a_1 X}{a_2 + X}, \quad (1)$$

где Y – средняя длина проростковых гиф, мкм; X – концентрация препарата, % от рабочего раствора; a_0 , a_1 и a_2 – коэффициенты.

Результаты подбора коэффициентов методом наименьших квадратов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Коэффициенты в уравнении (1)

Коэффициент	Значение	Уровень значимости, p
a_0	275,36334	$< 0,01$
a_1	294,793	$< 0,01$
a_2	3,579991	$< 0,01$

Полученное уравнение, фактически представляющее собой взятое с обратным знаком уравнение Моно с дополнительным свободным членом, адекватно описывает зависимость длины проростковых гиф *B. sorokiniana* от концентрации препарата «Виал Трио» в диапазоне разведений рабочего раствора в 2–64 раза после 24 ч инкубирования в присутствии препарата. Статистическая значимость уравнения $p < 0,001$, все коэффициенты статистически значимы, коэффициент детерминации $R^2 = 0,9763$, что го-

ворит о высоком совпадении рассчитанных по уравнению значений прорастания конидий с экспериментальными значениями.

Заключение. Таким образом, препарат «Виал Трио» показал высокую фунгицидную активность в отношении изолята *B. sorokiniana*, выделенного из региональной популяции возбудителя обыкновенной корневой гнили зерновых. Эта активность проявилась в способности полностью подавлять прорастание конидий фитопатогена не только в концентрации, соответ-

вующей рабочему раствору препарата, но и при разбавлении рабочего раствора в 2 раза.

При этом ярко выраженный фунгицидный эффект, заключающийся в статистически значимом снижении прорастания конидий и ингибировании роста мицелия тест-культуры, сохранялся даже при разбавлении рабочего раствора в 64 раза.

На основании проведенных исследований при выборе протравителя семян зерновых культур в регионе следует отказаться от препарата «Иншур Перформ» в пользу протравителя «Виал Трио».

Список источников

1. *Паразитирование Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem. в системе органов сортов яровой пшеницы в северной лесостепи Приобья / Е.Ю. Торопова [и др.] // Вестник НГАУ. 2022. № 1 (62). С. 76–87. DOI: 10.31677/2072-6724-2022-62-1-76-87.
2. Романова О.В. Влияние способов обработки почвы на развитие тест-культуры // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития. Красноярск, 2017. С. 145–148.
3. *Агротехнические* приемы борьбы с корневыми гнилями / В.В. Немченко [и др.] // Защита и карантин растений. 2014. № 8. С. 15–16.
4. Корневые гнили яровой пшеницы в Зауралье и меры борьбы с ними / И.Н. Порсеев [и др.] // АПК России. 2017. Т. 24, № 1. С. 212–219.
5. *Заселенность* почвы засушливой Кулундинской зоны Алтая фитопатогеном *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem / Е.Ю. Торопова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 1. С. 12–15. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10102.
6. *Modern fungicides: Mechanisms of action, fungal resistance and phytotoxic effects* / E.V. Baibakova [et al.] // Annual Research & Review in Biology. 2019. P. 1–16. DOI: 10.9734/arrb/2019/v32i330083.
7. Brent K.J. Historical perspectives of fungicide resistance. In: Fungicide resistance in crop protection: risk and management / T.S. Thind (ed.). CABI, Wallingford, UK. 2012: 3–20. DOI: 10.1079/9781845939052.0003.
8. Еськова Е.Н., Хижняк С.В. Чувствительность возбудителя обыкновенной корневой гнили зерновых *Bipolaris sorokiniana* к фунгицидам различного химического состава // Вестник КрасГАУ. 2021. № 12 (177). С. 3–10. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-12-3-10.
9. 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.
10. Мехдиев И.Т. Изучение биологической эффективности фунгицидов против корневой гнили // Национальная ассоциация ученых. 2016. № 4-2 (20). С. 38–39.
11. Гусев И.В., Чекмарев В.В. Влияние протравителей семян на возбудителя обыкновенной корневой гнили пшеницы // Научный журнал. 2021. № 2 (57). С. 59–60.
12. Порсеев И.Н., Торопова Е.Ю., Малинников А.А. Эффективность протравителей семян в ограничении корневых гнилей яровой пшеницы // Защита и карантин растений. 2016. № 2. С. 24–25.
13. Влияние протравителей Виал Трио, ВСК и Табу, ВСК на вредные объекты в посевах ярового ячменя / С.А. Моисеев [и др.] // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 79. С. 146–148.
14. Овсянкина А.В., Глинушкин А.П. Фунгицидная активность средств защиты против грибов // Russian Agricultural Science Review. 2015. Т. 6, № 6-2. С. 43–47.
15. Келер В.В., Хижняк С.В. Аспекты повышения продуктивности и рентабельности производства зерна яровой пшеницы в Красноярском крае // Вестник КрасГАУ. 2019. № 6. С. 28–34.
16. Keler V.V., Khizhnyak S.V. Cost-effective reducing the environmental impact of wheat production in Siberia, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2019. 315 052001.
17. Хижняк С.В., Мануковский Н.С. Фитосанитарные свойства почвоподобного субстрата // Вестник КрасГАУ. 2016. № 11 (122). С. 90–96.
18. Хижняк С.В., Пучкова Е.П., Петрушкина С.А. Экспресс-метод выявления штаммов-антагонистов для биологической защиты растений от фитопатогенных грибов // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: мат-лы нац. науч.-практ. конф. 2019. Ч. 2. С. 590–594.

References

1. *Parazitirovanie Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem. v sisteme organov sortov yarovoj pshenicy v severnoj lesostepi Priob'ya / E.Yu. Toropova [i dr.] // Vestnik NGAU. 2022. № 1 (62). S. 76–87. DOI: 10.31677/2072-6724-2022-62-1-76-87.
2. Romanova O.V. Vliyanie sposobov obrabotki pochvy na razvitie test-kul'tury // Nauka i obrazovanie: opyt, problemy, perspektivy razvitiya. Krasnoyarsk, 2017. S. 145–148.
3. *Agrotehnicheskie priemy bor'by s kornevymi gnilyami* / V.V. Nemchenko [i dr.] // Zashchita i karantin rastenij. 2014. № 8. S. 15–16.
4. 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.
5. *Zaselennost' pochvy zasushlivoj Kulundinskoj zony Altaya fitopatogenom Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem / E.Yu. Toropova [i dr.] // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2020. T. 34, № 1. S. 12–15. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10102.
6. *Modern fungicides: Mechanisms of action, fungal resistance and phytotoxic effects* / E.V. Babakova [et al.] // Annual Research & Review in Biology. 2019. P. 1–16. DOI: 10.9734/arrb/2019/v3i330083.
7. Brent K.J. Historical perspectives of fungicide resistance. In: *Fungicide resistance in crop protection: risk and management* / T.S. Thind (ed.). CABI, Wallingford, UK. 2012: 3–20. DOI: 10.1079/9781845939052.0003.
8. Es'kova E.N., Hizhnyak S.V. Chuvstvitel'nost' vozbuditelya obyknovennoj 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.
9. Scherbakova L.A. Razvitie rezistentnosti k fungicidam u fitopatogennyh gribov i ih hemo-sensibilizaciya kak sposob povysheniya zashchitnoj `effektivnosti triazolov i strobilurinov // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2019. T. 54, № 5. S. 875–891. DOI: 10.15389/agro-biology.2019.5.875rus.
10. Mehdiyev I.T. Izuchenie biologicheskoy `effektivnosti fungicidov protiv kornevoj gnili // Nacional'naya asociaciya uchenyh. 2016. № 4-2 (20). S. 38–39.
11. Gusev I.V., Chekmarev V.V. Vliyanie protravitelej semyan na vozbuditelya obyknovennoj kornevoj gnili pshenicy // Nauchnyj zhurnal. 2021. № 2 (57). S. 59–60.
12. Porsev I.N., Toropova E.Yu., Malinnikov A.A. `Effektivnost' protravitelej semyan v ogranichenii kornevyyh gnilej yarovoj pshenicy // Zashchita i karantin rastenij. 2016. № 2. S. 24–25.
13. Vliyanie protravitelej Vial Trio, VSK i Tabu, VSK na vrednye ob'ekty v posevah yarovogo yachmenya / S.A. Moiseev [i dr.] // Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya. 2021. № 79. S. 146–148.
14. Ovsyankina A.V., Glinushkin A.P. Fungicidnaya aktivnost' sredstv zashchity protiv gribov // Russian Agricultural Science Review. 2015. T. 6, № 6-2. S. 43–47.
15. Keler V.V., Hizhnyak S.V. Aspekty povysheniya produktivnosti i rentabel'nosti proizvodstva zerna yarovoj pshenicy v Krasnoyarskom krae // Vestnik KrasGAU. 2019. № 6. S. 28–34.
16. Keler V.V., Khizhnyak S.V. Cost-effective reducing the environmental impact of wheat production in Siberia, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2019. 315 052001.
17. Hizhnyak S.V., Manukovskij N.S. Fitosanitarnye svoystva pochvopodobnogo substrata // Vestnik KrasGAU. 2016. № 11 (122). S. 90–96.
18. Hizhnyak S.V., Puchkova E.P., Petrushkina S.A. `Ekspress-metod vyyavleniya shtammov-antagonistov dlya biologicheskoy zashchity rastenij ot fitopatogennyh gribov // Prioritetnye napravleniya nauchno-tehnologicheskogo razvitiya agropryshlennogo kompleksa Rossii: mat-ly nac. nauch.-prakt. konf. 2019. Ch. 2. S. 590–594.

Статья принята к публикации 18.04.2023 / The article accepted for publication 18.04.2023.

Информация об авторах:

Сергей Витальевич Хижняк¹, профессор кафедры экологии и природопользования, доктор биологических наук, доцент

Ирина Сергеевна Коротченко², доцент кафедры экологии и природопользования, кандидат биологических наук, доцент

Ольга Владимировна Романова³, доцент кафедры экологии и природопользования, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Иван Сергеевич Машура⁴, магистрант 1-го года обучения

Information about the authors:

Sergey Vitalievich Khizhnyak¹, Professor at the Department of Ecology and Environmental Management, Doctor of Biological Sciences, Docent

Irina Sergeevna Korotchenko², Associate Professor at the Department of Ecology and Environmental Management, Candidate of Biological Sciences, Docent

Olga Vladimirovna Romanova³, Associate Professor, Department of Ecology and Environmental Management, Candidate of Agricultural Sciences, Docent

Ivan Sergeevich Mashura⁴, 1st year Master's Student

