

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНГИЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ

Кекало А.Ю., Заргарян Н.Ю., Филиппов А.С., Немченко В.В.

Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук
Екатеринбург, Россия

Для цитирования: Кекало А.Ю., Заргарян Н.Ю., Филиппов А.С., Немченко В.В. Эффективность применения фунгицидов для защиты яровой пшеницы от корневых гнилей // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 3. С. 24–30. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-3-3

For citation: Kekalo A.Yu., Zargaryan N.Yu., Filippov A.S., Nemchenko V.V. Effektivnost' primeneniya fungitsidov dlya zashchity yarovoi pshenitsy ot kornevykh gnilei [Efficiency of application of fungicides for spring wheat protection against root rots]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 3, pp. 24–30. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-3-3

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

В условиях Уральского федерального округа изучено поражение зерновых культур обыкновенной корневой гнилью. Ранее преобладало поражение пшеницы возбудителями *Bipolaris sorokiniana*, в последние годы происходит постепенное изменение структуры микробиоценоза с доминированием фузариевых грибов (*Fusarium* spp.). При нулевых и минимальных технологиях возделывания зерновых культур (no-till, mini-till) обязательны протравливание семенного материала и фунгицидная обработка посевов. Эффективность и целесообразность применения препаратов фунгицидного действия исследована на семенах яровой пшеницы сорта Омская 36. Полевые эксперименты проведены в Курганской области на черноземе выщелоченном в 2009–2017 гг. Потери урожая от фитопатогенных грибов в значительной степени определялись гидротермической обстановкой периода вегетации. Наибольший урон продуктивности пшеницы болезни данной группы нанесли в засушливое время (11% в годы с удовлетворительными условиями вегетации, 22% – в острозасушливые). Отмечена необходимость дифференцированного подхода к защите семенного материала от инфекций. Обязательному протравливанию подлежат партии семян с высокой зараженностью возбудителями корневых гнилей. На семенах пшеницы с зараженностью возбудителями корневых гнилей более 15% при доминировании

EFFICIENCY OF APPLICATION OF FUNGICIDES FOR SPRING WHEAT PROTECTION AGAINST ROOT ROTS

Kekalo A.Yu., Zargaryan N.Yu.,
Filippov A.S., Nemchenko V.V.

Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre,
Ural Branch of the Russian Academy
of Sciences
Ekaterinburg, Russia

Infestation of grain crops by common root rot in the conditions of Ural Federal District was studied. In previous years, infestation of wheat by *Bipolaris sorokiniana* pathogens predominated, but in recent years, there has been a gradual shift in the structure of microbiocenosis with the prevalence of *Fusarium* spp. fungi. With zero and minimum grain crop tillage technologies (no-till, mini-till), chemical disinfection of seeds and fungicidal crop treatment becomes imperative. The efficiency and feasibility of using fungicides was studied on the seeds of spring wheat, cultivar Omskaya 36. Field experiments were conducted in the conditions of Kurgan region on leached chernozem in the period of 2009–2017. Yield losses caused by phytopathogenic fungi were largely determined by the hydrothermal conditions during the growing season. The largest damage to wheat productivity was caused by diseases of this group during dry periods (11% in years with satisfactory growing conditions, 22% in extremely dry years). It was discovered that the approach to protecting seeds from infections should be differentiated. Batches of seeds with high contamination by root rot pathogens are subject to mandatory chemical disinfection. Application of seed disinfectants based on two active agents is effective on wheat seeds infected by root rot pathogens over 15%, with the predominance of fungi genus

грибов рода *Fusarium* spp. эффективно применение протравителей на основе двух действующих веществ. Хозяйственная эффективность от применения однокомпонентных протравителей семян (тебуконазол, тритиконазол) составила 8–9%. При обработке семян протравителями на основе двух действующих веществ урожайность повышалась на 14–16%. На относительно здоровом семенном материале не рекомендуется использование системных протравителей. Более целесообразно применение биологического фунгицида на основе сенной палочки.

Ключевые слова: яровая пшеница, протравители семян, биологическая эффективность, корневые гнили, урожайность

ВВЕДЕНИЕ

Оперативным методом защиты семян и всходов от поражения фитопатогенными грибами является обработка их препаратами фунгицидного действия. Протравливание имеет ряд преимуществ перед другими способами применения фунгицидов. Во-первых, в отличие от опрыскивания носителем химического вещества при обработке семенного материала становится само семя, действующее вещество оказывается в непосредственной близости от того места, где оно необходимо. Это обеспечивает целевую и интенсивную защиту от болезней на ранних стадиях развития растений. Риск потери урожая или невсхожести семян значительно сокращается, повышаются посевные качества. В итоге окупаются экономические затраты и увеличивается прибыль от применения фунгицидов. Во-вторых, при протравливании в расчете на 1 га вносят небольшое количество действующего вещества химиката, быстро разлагающегося в почве и отсутствующего в урожае. В этом состоит экологичность данного способа [1–4]. Кроме того, протравливание проводят заблаговременно до посева на отдельных площадках, что разгружает напряженность полевых работ.

Широко распространено мнение об обязательном профилактическом приме-

Fusarium spp. Economic efficiency from the use of single-component seed disinfectants (tebuconazole, triticonazole) was 8–9%. When seeds were treated with seed disinfectants based on two active agents, the yield increased by 14–16%. The use of systemic seed disinfectants is not recommended on relatively healthy seed material. It is more appropriate to use biological fungicide based on *Bacillus subtilis*.

Keywords: spring wheat, seed disinfectants, biological efficiency, root rot, yield

нении протравливания семян. Однако в связи с высокой стоимостью современных фунгицидов и проблемой экологической безопасности агроэкосистем требуется более детальный подход к определению целесообразности данного мероприятия. Часто при положительной биологической эффективности, когда происходит гибель патогена, хозяйственная эффективность (влияние на урожай) может быть нулевой или даже отрицательной.

Потери урожая пшеницы в условиях Уральского федерального округа ежегодно вызывают такие вредные объекты, как обыкновенные корневые гнили. Если раньше доминирующим возбудителем болезни являлся гриб *Bipolaris sorokiniana*, то в последние годы происходит постепенное изменение структуры микробиоценоза с доминированием фузариевых грибов [5–8].

Согласно данным Курганского филиала Россельхозцентра, зараженность семенного материала грибами рода *Fusarium* spp. с 2009 по 2017 г. возросла от 1–4 до 15–23% (максимальные показатели в 2010, 2013, 2017 гг.).

Исследования ученых Сибири и Зауралья указывают на то, что на семенном материале преимущественно присутствуют *Fusarium sporotrichoides*, *culmorum*,

gibbosum, *poae*, *oxysporum*. Причем разнообразие видов гриба на подземных органах растений в 2–3 раза больше, чем на семенах, т.е. почва является основной экологической нишей данных организмов, а семена – дополнительной. Следовательно, стратегия защитных мероприятий в отношении корневых гнилей должна быть основана на оздоровлении почвы, усилении ее супрессивности [5–7, 9–11].

Биологическая эффективность фунгицидов в отношении возбудителей корневых гнилей пшеницы, как правило, составляет не более 60–70% [4, 5, 8–12]. Дело в том, что паразитические грибки приспособились и умеют частично деактивировать примененные против них яды. Фитосанитарная долговременная стабилизация агроценоза возможна при условии борьбы не только с семенной, но и почвенной инфекцией, т.е. борьба с возбудителями корневых гнилей должна быть комплексной и многолетней.

Смена доминирующего вида в составе фитопатогенного комплекса обуславливает необходимость подбора действующих веществ протравителей, максимально эффективных против фузариозной инфекции. Кроме того, требуется смена тактики химической защиты на более экологически безопасную – с дифференцированным применением пестицидов в сочетании с биологическими средствами при доминирующей роли агротехнического метода защиты растений.

Цель исследований – изучить эффективность применения протравителей семян и биопрепаратов на яровой пшенице для подбора наиболее эффективных из них, улучшающих фитосанитарное состояние посевов и повышающих продуктивность культуры.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования выполнены в Курганском научно-исследовательском институте сельского хозяйства – филиале Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (Курганском НИИСХ – филиале УрФАНИЦ УрО РАН) в лаборатории регуляторов роста и защиты растений в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования по направлению 153 Программы ФНИ государственных академий наук по теме «Усовершенствовать систему интегрированной защиты растений в ресурсосберегающих технологиях на основе одностороннего применения биологических и химических средств защиты растений нового поколения и комплексного их использования с регуляторами роста и внекорневыми подкормками». Опыты проведены на центральном опытном поле Курганского НИИСХ – филиала УрФАНИЦ УрО РАН в 2009–2017 гг. на яровой пшенице сорта Омская 36. Объекты исследований – возбудители корневых гнилей зерновых культур *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium* spp. Почва – чернозем выщелоченный среднесуглинистый среднегумусный. Предшественник – чистый ранний пар с поверхностной обработкой почвы. Схема опыта включала обработку семян препаратами фунгицидного действия: Фитоспорин-М (1 л/т), Раксил ультра (0,25 л/т), Бункер (0,5 л/т), Премис 200 (0,2 л/т), Ламадор (0,2 л/т), Виал ТрасТ (0,4 л/т), Дивиденд экстрим (0,6 л/т), Иншур перформ (0,5 л/т), а также контроль без обработки семян. Площадь делянки 20 м², повторность четырехкратная, размещение делянок систематическое. Наблюдения и учеты проведены по общепринятым в Российской Федерации методикам^{1,2,3}.

¹Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. СПб.: ВИЗР, 2009. 378 с.

²Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1989. 239 с.

³Экологический мониторинг и методы совершенствования защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков: методические рекомендации / под ред. В.И. Танского. СПб.: ВИЗР, 2002, 76 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Почвенно-семенные патогены вредоносны, потери урожая от них в значительной степени определяются гидротермическими условиями периода вегетации. Ежегодно урон продуктивности пшеницы наносят корневые гнили. Корреляционный анализ результатов опыта показал, что зависимость между урожайностью пшеницы и развитием корневых гнилей характеризовалась как заметная и высокая отрицательная ($r = -0.55-0.91$).

Отмечено, что чем сильнее растения испытывают дефицит влаги, тем больший урон продуктивности пшеницы наносят болезни данной группы. Так, в годы с ГТК = 0,3 (острая засуха 2010, 2012 гг.) потери урожая составили 22%, при умеренно засушливых условиях (2009, 2014 гг.) с ГТК = 0,7 – на уровне 13%, при удовлет-

ворительных условиях (2011, 2013, 2015–2017 гг.) – 11%.

Семена пшеницы в среднем за годы исследований были заражены возбудителем *Bipolaris sorokiniana* на 1,5% и на 10% – фузариозной инфекцией. Химические протравители стабильно по годам имели хорошую биологическую эффективность (69–76%) (см. рис. 1).

Исключение составляли препараты на основе тебуконазола в годы с удовлетворительными погодными условиями (52%). Защитное влияние биофунгицида на основе сенной палочки отмечено на уровне 57–60% в годы с засушливыми явлениями, при удовлетворительных условиях периода вегетации – биологическая эффективность была низкой (39%) (см. рис. 1).

Продуктивность яровой пшеницы в значительной степени определялась гид-

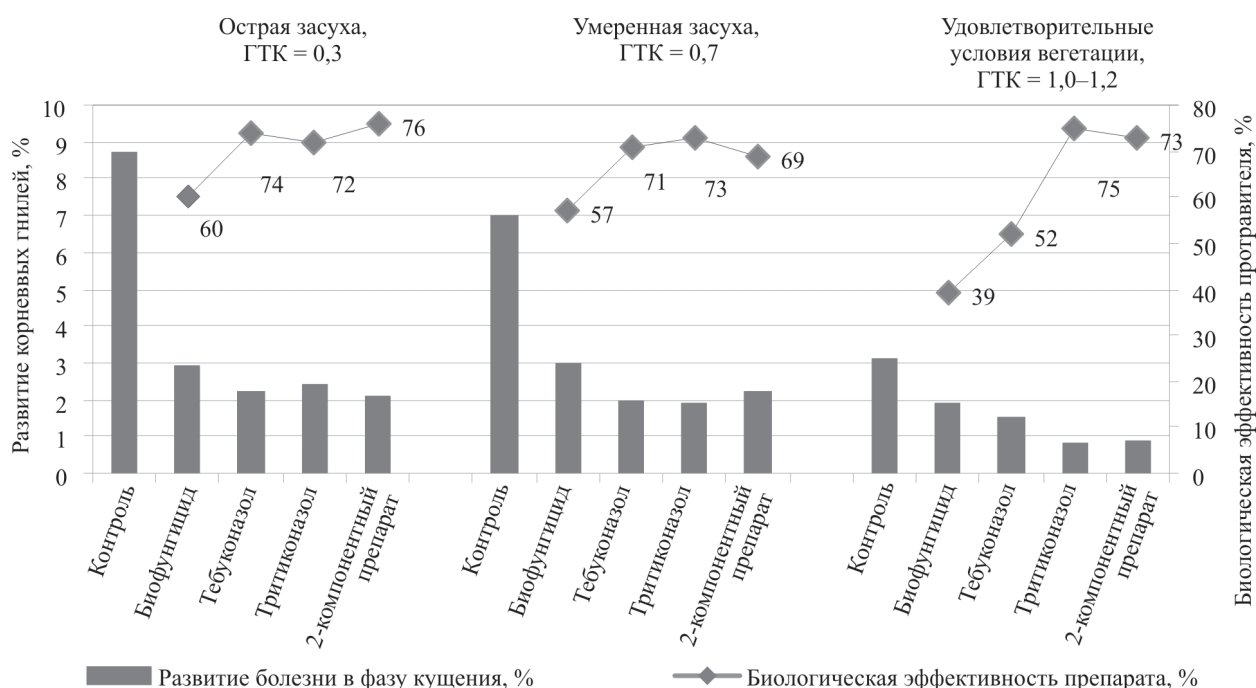


Рис. 1. Развитие корневых гнилей на пшенице яровой в фазу кущения и биологическая эффективность протравителей семян (2009–2017 гг.):

(биофунгицид Фитоспорин-М 1 л/т, тебуконазол (Бункер 0,5 л/т, Раксил ультра 0,25 л/т), трифлуконазол (Премис 200 0,2 л/т), 2-компонентный протравитель (в среднем по препаратам Ламадор 0,2 л/т, Виал ТрасТ 0,4 л/т, Дивиденд экстрим 0,6 л/т, Иншур перформ 0,5 л/т)

Fig. 1. Development of root rot in spring wheat in the tillering phase and biological effectiveness of seed disinfectants (2009–2017):

(Biofungicide Fitosporin-M 1 l/t; Tebuconazole - Bunker 0.5 l/t, Raxil ultra 0.25 l/t; Trifluconazole - Premis 200 0.2 l/t; 2-component disinfectant - Lamador 0.2 l/t, Vial TrasT 0/4 l/t, Dividend Extreme 0.6 l/t; Insur perform 0.5 l/t)

ротермическими условиями периода вегетации, составляя от 10,3 ц/га в условиях острой засухи (ГТК = 0,3) до 22,8 ц/га при удовлетворительных условиях (ГТК более 1). Уровень сохраненного урожая при использовании протравителей семян – от 1,1 до 3,3 ц/га. Стабильность позитивного действия на урожайность отмечена при обработке семян поликомпонентными фунгицидными протравителями (Ламадор 0,2 л/т, Виал ТрасТ 0,4 л/т, Дивиденд экстрим 0,6 л/т, Иншур перформ 0,5 л/т). Биофунгицид обеспечил прибавку урожайности пшеницы 1,4–2,2 ц/га (см. рис. 2).

Регрессионный анализ данных по продуктивности пшеницы и элементам структуры урожая показал основную зависимость урожайности от плотности продуктивного стеблестоя ($y = -1,8932x^2 + 88,221x - 681,33R^2 = 0,6737$). Связь озерненности колоса с уровнем урожайности характеризовалась как заметная ($r = 0,56$), с массой 1000 зерен в основное время ис-

следований она была также заметной и высокой ($r = 0,67–0,82$). Исключение составили годы с острозасушливыми условиями, когда связей между показателями не отмечено.

Практически за весь период исследований протравливание семян являлось экономически целесообразным защитным мероприятием. Уровень рентабельности возрастал относительно контроля без обработки на 11–15%. Исключением стали годы с острозасушливыми условиями, когда из-за низкой продуктивности возделывание пшеницы было нерентабельно. Однако даже в эти годы на вариантах с защитой семян убытки были ниже, чем на контроле.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подход к защите семенного материала от инфекций должен быть дифференцированным. Обязательному протравливанию подлежат партии семян с высокой зара-

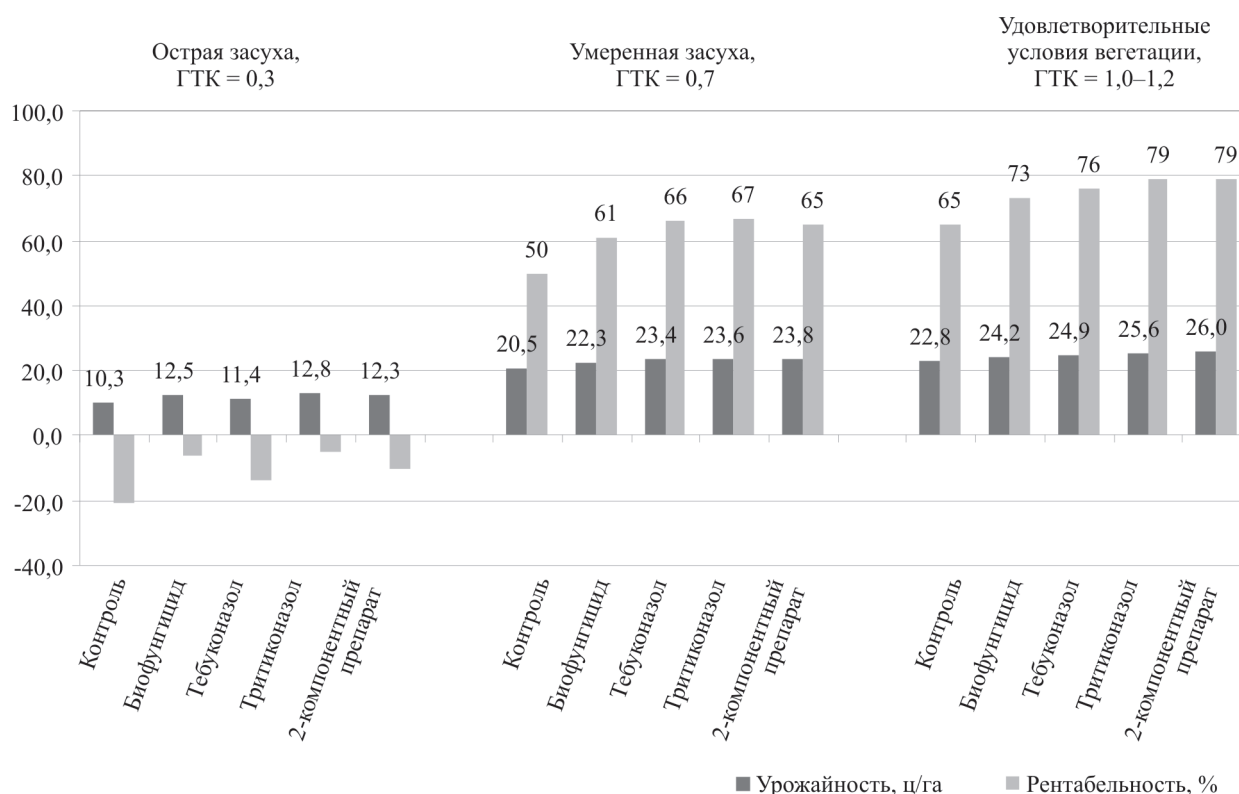


Рис. 2. Влияние протравителей семян на урожайность и рентабельность яровой пшеницы (2009–2017 гг.)

Fig. 2. Effect of seed disinfectants on the yield and profitability of spring wheat (2009–2017)

женностью возбудителями обыкновенных корневых гнилей (суммарно более 15%, в том числе по фузариозной гнили 5%). Исследования показали эффективность применения протравителей системного действия и поликомпонентного состава: сохраненный урожай составил 2,8–3,3 ц/га. Результативно защищали растения от корневых гнилей такие сочетания фунгицидных действующих веществ, как дифеноконазол + мефеноксам (Дивиденд экстрим), тритиконазол + пираклостробин (Иншур перформ), протиоконазол + тебуконазол (Ламадор), тиабендазол + тебуконазол (Виал ТрасТ). На относительно здоровом семенном материале целесообразно применение биофунгицида на основе *Bacillus subtilis*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абелинцев В.И. Возможности современных протравителей семян зерновых культур // Защита и карантин растений. 2011. № 2. С. 19–21.
2. Здрозжевская С.Д., Гришечника Л.Д. Влияние погодных условий на эффективность протравителей // Защита и карантин растений. 2019. № 2. С. 11–12.
3. Тютерева С.Л. Механизмы действия фунгицидов на фитопатогенные грибы: монография. СПб.: ИПК «Нива», 2010. 172 с.
4. Зерновые культуры (выращивание, уборка, доработка и использование) / Под общ. ред. Д. Шпаара. 3-е изд. дораб. и доп.: монография. М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2008. Т. 2. 656 с.
5. Торопова Е.Ю., Воробьева И.Г., Мустафин М.А., Селюк М.П. Грибы рода *Fusarium* в Западной Сибири // Защита и карантин растений. 2019. № 1. С. 20–23.
6. Порсев И.Н. Адаптивные фитосанитарные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Зауралья / Под ред. В.А. Чулкиной: монография. Шадринск: Изд-во ОГУП «Шадринский дом печати», 2009. 320 с.
7. Коломиец Т.М., Панкратова Л.Ф. Патогенный комплекс возбудителей корневой гнили пшеницы в разных регионах России // Защита и карантин растений. 2016. № 2. С. 37–40.

8. Кекало А.Ю., Немченко В.В., Заргарян Н.Ю., Цыпышева М.Ю. Защита зерновых культур от болезней: монография. Куртамыш, ООО «Куртамышская типография», 2017. 172 с.
9. Власенко Н.Г. К вопросу об агротехнологиях вообще и фитосанитарных технологиях в частности // Вестник защиты растений. 2008. № 2. С. 3–10.
10. Glinushkin P., Akimov T.A., Beloshapkina O.O., Molnar J., Sycheva I.I., Temirbekova S.K., Kvitko A.V., Dorozhkina L.A., Startsev V.I., Pestov G.V., Spiridonov Y.Y., Batalova G.A., Zakharenko V.A. Fungicidal Activity of Seed Disinfectants Against Root Rot of Wheat in Various Types of Soils // Entomology and Applied Science Letters. 2018. Vol. 5. N 2. P. 101–107.
11. Сидорова Т.М., Асатурова А.М., Хомяк А.И. Биологически активные метаболиты *Bacillus subtilis* и их роль в контроле фитопатогенных микроорганизмов // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53, № 1. С. 29–37. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.1.29rus
12. Глинушкин А.П., Соколов М.С., Торопова Е.Ю. Фитосанитарные и гигиенические требования к здоровой почве: монография. М.: «Издательство Агропрус», 2016. 288 с.

REFERENCES

1. Abelentsev V.I. Vozmozhnosti sovremennykh protравitelei semyan zernovykh kul'tur [Possibilities of modern seed disinfectants of grain crops]. *Zashchita i karantin rastenii* [Board of Plant Protection and Quarantine], 2011, no. 2, pp. 19–21. (In Russian).
2. Zdrozhevskaya S.D., Grishechkina L.D. Vliyaniye pogodnykh uslovii na effektivnost' protравitelei [Influence of weather conditions on the effectiveness of disinfectants]. *Zashchita i karantin rasteni* [Board of Plant Protection and Quarantine], 2019, no. 2. pp. 11–12. (In Russian).
3. Tyuterev S.L. *Mekhanizmy deistviya fungitsidov na fitopatogennyye griby* [The mechanisms of action of fungicides on phytopathogenic fungi]. St. Petersburg, IPK «Niva» Publ., 2010, 172 p. (In Russian).
4. *Zernovye kul'tury (vyrashchivaniye, uborka, dorabotka i ispol'zovaniye)* [Grains (cultivation, harvesting, refinement and use)]. Under the general editorship of D. Shpaara. Moscow, ID ООО «DLV АГРОДЕЛО» Publ., 2008, vol. 2, 656 p. (In Russian).

5. Toropova E.Yu., Vorob'eva I.G., Mustafina M.A., Selyuk M.P. Griby roda *Fusarium* v Za-padnoi Sibiri [Fungi of *Fusarium* genus on wheat grains in Western Siberia]. *Zashchita i karantin rastenii* [Board of Plant Protection and Quarantine], 2019, no. 1, pp. 20–23. (In Russian).
6. Porsev I.N. *Adaptivnye fitosanitarnye tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v usloviyakh Zaural'ya*. Monografiya [Adaptive phytosanitary technologies of cultivation of agricultural crops in the conditions of Zauralye]. Edited by V.A. Chulkinoi. Shadrinsk, OGUP «Shadrinskii dom pečati» Publ., 2009. 320 p. (In Russian).
7. Kolomiets T.M., Pankratova L.F. Patogennyi kompleks vzbuditelei kornevoi gnili pshenitsy v raznykh regionakh Rossii [Pathogenic complex of pathogens of root rot of wheat in different regions of Russia]. *Zashchita i karantin rastenii*. [Board of Plant Protection and Quarantine], 2016, no. 2, pp. 37–40. (In Russian).
8. Kekalo A.Yu., Nemchenko V.V., Zargaryan N.Yu., Tsypysheva M.Yu. *Zashchita zernovykh kul'tur ot boleznei* [Protection of grain crops from diseases]. Kurtamysh, «Kurtamyshskaya tipografiya» Publ., 2017, 172 p. (In Russian).
9. Vlasenko N.G. K voprosu ob agrotekhnologiyakh voobshche i fitosanitarnykh tekhnologiyakh v chastnosti [On the issue of agricultural technologies in general and phytosanitary technologies in particular]. *Vestnik zashchity rastenii* [Plant Protection News], 2008, no. 2, pp. 3–10. (In Russian).
10. Glinushkin P., Akimov T.A., Beloshapkina O.O., Molnar J., Sycheva I. I., Temirbekova S.K., Kvitko A.V., Dorozhkina L.A., Startsev V.I., Pestsov G.V., Spiridonov Y.Y., Batalova G. A., Zakharenko V.A. Fungicidal Activity of Seed Disinfectants Against Root Rot of Wheat in Various Types of Soils. *Entomology and Applied Science Letters*, 2018, vol. 5, no. 2, pp. 101–107
11. Sidorova T.M., Asaturova A.M., Khomyak A.I. Biologicheski aktivnye metabolity *Bacillus subtilis* i ikh rol' v kontrole fitopatogennykh mikroorganizmov [Biologically active metabolites of *Bacillus subtilis* and their role in the control of phytopathogenic microorganisms]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural Biology], 2018, vol. 53, no. 1, pp. 29–37. (In Russian). DOI: 10.15389/agrobiology.2018.1.29 rus
12. Glinushkin A.P., Sokolov M.S., Toropova E. Yu. *Fitosanitarnye i gigienicheskie trebovaniya k zdorovoi pochve* [Phytosanitary and hygienic requirements for healthy soil]. Moscow, «Izdatel'stvo Agrorus», 2016, 288 p. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

(✉) **Кекало А.Ю.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории регуляторов роста и защиты растений; **адрес для переписки:** Россия, 620142, г. Екатеринбург, улица Белинского, 112а; e-mail: alena.kekalo@mail.ru

Заргарян Н.Ю., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Филиппов А.С., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

Немченко В.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

(✉) **Kekalo A.Yu.**, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher of the laboratory of growth regulators and plant protection; **address:** 112a Belinskiy Street, Ekaterinburg, 620142, Russia; e-mail: alena.kekalo@mail.ru

Zargaryan N.Yu., Candidate of Science in Agriculture, Lead researcher

Filippov A.S., Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher

Nemchenko V.V., Doctor of Science in Agriculture, Professor, Chief Researcher

Дата поступления статьи 19.04.2019
Received by the editors 19.04.2019