

внесении листового удобрения Терра-сорб Комплекс в дозах по 0,4 л/га в два срока – в фазе начала бутонизации и в фазе полной бутонизации.

Литература

- Лапа, В. В. Использование жидких удобрений Адоб, Басфолиар и Солюбор ДФ в посевах зерновых культур, рапса и льна / В. В. Лапа, В. В. Рак // Белорусское сельское хозяйство. – 2007. – № 5. – С. 37.
- Песковский, Г. А. Эффективность применения некорневых удобрений Эколист на рапсе / Г. А. Песковский // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 3. – С. 60–62.
- Пилюк, Я. Э. Некорневая подкормка озимого рапса удобрениями типа Басфолиар, Адоб и Солюбор ДФ как метод повышения урожайности культуры / Я. Э. Пилюк, С. Г. Яковчик, В. В. Зеленяк // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 9. – С. 42–44.
- Рак, М. В. Применение микроудобрений в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / М. В. Рак, Г. М. Сафроновская, С. А. Титова // Земляробства і ахова раслін. – 2007. – № 2. – С. 7–11.
- Чикалова, Ж. В. Актуальность изучения различных видов, форм и доз микроудобрений в посевах ярового и озимого рапса при разных уровнях азотного питания / Ж. В. Чикалова, М. В. Рак // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2008. – С. 134–135.
- Schnug, Ewald. Für hohe Rapsertreger werden Spurennährstoffe immer wichtig. Rapsanbau für Könnner / Ewald Schnug // Das Magazin für moderne Landwirtschaft. Landwirtschaftsverlag GmbH Münster. – Hilstrup, 1991. – P. 50–53.
- Яхимчак, А. Некорневые подкормки эффективны и в посевах рапса / А. Яхимчак // Белорусское сельское хозяйство. – 2006. – № 1. – С. 18–19.
- Пилюк, Я. Э. Научные основы селекции и технологии возделывания рапса (*Brassica napus oleifera* Metzg.) в Беларуси: дис. ... д-ра с.-х. наук в виде научного доклада: 06.01.05; 06.01.09 / Я. Э. Пилюк. – Жодино, 2021. – 80 л.

УДК 633.11«321»:632.484

Влияние состава протравителей на эффективность ограничения семенной и почвенной инфекции яровой пшеницы

Н. А. Крупенько, кандидат биологических наук, Е. И. Жук, кандидат с.-х. наук
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 17.05.2022)

В статье проанализирована эффективность 18 протравителей в защите от семенной и почвенной инфекции зерна яровой пшеницы в зависимости от состава действующих веществ за период 2010–2021 гг. Наличие в составе протравителей семян флудиоксонил или прохлораза обуславливает 100%-ное снижение зараженности зерновок грибами рода *Fusarium*. Самыми эффективными препаратами в снижении инфицированности зерновок грибами *Alternaria* spp. были флудиоксонилсодержащие препараты. В защите яровой пшеницы от фузариозной корневой гнили биологическая эффективность всех проанализированных протравителей независимо от их состава была высокой даже в условиях искусственного инфекционного фона болезни.

Введение

Семена и почва являются источником инфекции до 60 % всех болезней сельскохозяйственных культур [21]. Поражение растений только грибными болезнями приводит к существенному снижению урожайности, а также неоспоримо влияет на качество получаемой продукции.

Исследования ученых свидетельствуют, что в настоящее время партии семян любой зерновой культуры независимо от региона ее возделывания инфицированы возбудителями болезней [9, 19, 20, 22, 26]. При этом в отдельных случаях значения показателя являются чрезвычайно высокими [2, 3, 11, 16], что обуславливает риск раннего проявления ряда болезней. Так, поражение патогенами, вызывающими корневую гниль, в период прорастания семян может обуславливать побурение, искривление и угнетение проростков, формирование некрозов на корнях, а при интенсивном заражении – гибель растений. Вредоносность корневой гнили зер-

Efficacy of 18 seed dressers for protection of spring wheat against soil and seed infection, depending on the composition of active ingredients is represented for the period 2010–2021. Efficacy of seed dressers including fludioxonil or prochloraz for protection against Fusarium fungi on seeds has reached 100 %. The most effective seed dressers against Alternaria fungi on seeds are ones including fludioxonil. Regardless of their composition, all analyzed seed dressers provides a high efficacy against Fusarium root rot even in an artificial inoculation with pathogens before sowing.

новых культур в отдельных регионах в зависимости от гидротермических условий может достигать 30–35 % [4].

Развитие болезней, источниками инфекции которых являются семена и почва, усиливается в случае нарушения агротехники. Так, при насыщении севооборотов зерновыми культурами, минимальной обработке почвы, нарушениях фона минеральных удобрений риск развития болезней увеличивается [10, 17, 24, 25]. Это обусловлено тем, что почва в условиях любого агроценоза является многолетним резерватом покоящихся структур фитопатогенных грибов (хламидоспор, склероциев и т. д.). Как отмечает Е. Ю. Торопова, исходная численность популяции таких видов в почве имеет решающее значение [18].

Единственным радикальным, наиболее важным приемом, влияющим на формирование и поддержание оптимальной фитопатологической ситуации в посевах, на начальном этапе является протравливание семян. Это достигается в результате снижения пораженности

проростков семенной и почвенной инфекцией, а также за счет появления дружных всходов. Благодаря протравливанию возможный риск раннего поражения болезнями растений, находящихся в наиболее уязвимой стадии онтогенеза, снижается.

В настоящее время предпосевная обработка семян рассматривается как один из наиболее эффективных, целенаправленных и экономически целесообразных и экологически малоопасных приемов [5].

Ассортимент протравителей семян, разрешенных для применения на яровой пшенице в Беларуси, включает свыше 45 препаратов. В связи с этим для специалистов агрономических служб возникают определенные трудности, связанные с выбором биологически и экономически эффективного препарата. В данной работе обобщены многолетние данные исследований по изучению влияния протравителей семян культуры на почвенную и семенную инфекцию в зависимости от состава компонентов. Критерием для дифференциации препаратов послужило наличие (отсутствие) в их составе флудиоксонила и прохлораза, обеспечивающих высокую эффективность в защите озимой пшеницы от болезней [8].

Материалы и методы исследований

Изучение эффективности протравителей семян яровой пшеницы, перечень которых представлен в таблице 1, проводили в 2010–2021 гг. в лаборатории фитопатологии РУП «Институт защиты растений».

Почвы опытных участков дерново-подзолистые среднесуглинистые. Агротехника общепринятая для возделывания пшеницы яровой в центральной агроклиматической зоне Беларуси [12]. Стадии развития растений отмечали в соответствии со шкалой ВВСН [13].



Корневая гниль

Для определения влияния препаратов на семенную инфекцию проводили фитоэкспертизу в соответствии с требованиями ГОСТ с использованием метода рулонов [15], оценку лабораторной и полевой всхожести – согласно общепринятым методикам [14].

Оценку эффективности протравителей семян в защите от фузариозной корневой гнили осуществляли согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» в условиях искусственных инфекционных фонов, которые готовили за 1–1,5 месяца до сева [1]. Нарботку инокулюма осуществляли на зерновом субстрате с использованием высокопатогенных изолятов гриба *Fusarium culmorum* (Wm. G. Sm.) Sacc. Инфекционный материал вносили в почву непосредственно перед севом из расчета 30 г на погонный метр. Размер опытной делянки составлял 1 м², повторность опыта 4-кратная.

Степень поражения растений культуры корневой гнилью определяли путем проведения учетов в динамике по стандартным методикам, предложенным А. Е. Чумаковым, Т. И. Захаровой, А. Ф. Коршуновой и Р. И. Щекочиной [7, 23]. Биологическую эффективность препаратов рассчитывали по снижению развития болезни в сравнении с вариантом без протравливания.

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли по общепринятым методикам с использованием программного обеспечения MS Excel [6]. В связи с большим количеством полученных данных в статье представлены усредненные значения показателей по каждой группе протравителей, для оценки различий между анализируемыми группами препаратов использовали стандартное отклонение.

Результаты исследований и их обсуждение

Фитоэкспертиза семян методом рулонов – наиболее простой в применении способ, который позволяет оперативно получить информацию о фитопатологическом состоянии семенного материала. Так, было установлено, что на зерновках яровой пшеницы встречались грибы *Fusarium* spp. и *Alternaria* spp., инфицированность которыми в среднем составила 15,7 % и 68,8 % соответственно (таблица 2).

Наиболее эффективный способ снижения зараженности семенного материала грибами-возбудителями болезней – протравливание. Обобщение многолетних данных позволило установить, что препараты, в состав которых входит флудиоксонил или прохлораз, обеспечили 100 % биологическую эффективность в отношении фузариозной инфекции. В то же время максимальные значения показателя в отношении грибов рода *Alternaria* spp. отмечены при использовании флудиоксонилсодержащих протравителей – 97,5 % (таблица 3).

Высокая зараженность семян является одной из предпосылок раннего развития корневой гнили, а в случае проникновения мицелия возбудителей во внутренние слои зерновок обуславливает снижение всхожести или изреженность посевов вследствие полной гибели проростков. Поэтому роль протравливания в формировании оптимального по густоте посева сложно переоценить. Исследования показали, что лабораторная всхожесть при применении всех проанализированных протравителей была на одном уровне – 92,9–95,4 %, тогда как максимальные значения полевой всхожести отмечены

Таблица 1 – Препараты, включенные в исследования

Препараты, содержащие в составе		
флудиоксонил	прохлораз	другие д. в.
Максим Форте, КС – 2,0 л/т (2015, 2018–2019); Прокси-ма, КС – 2,0 л/т (2018–2019); Рекорд Форте, КС – 2,0 л/т (2017–2018);	Кинто Дуо, КС – 2,5 л/т (2010–2014); Санидан, КС – 1,0 л/т (2012–2013)	Винцит Форте, КС – 1,25 л/т (2012–2013); Винцит, КС – 2,0 л/т (2010–2011); Витовт, КС – 2,0 л/т (2010–2011); Гераклион, КС – 1,2 л/т (2020–2021); Иншур Перформ, КС – 0,5 л/т (2012–2016, 2019–2020); Ламадор Про, КС – 0,5 л/т (2010–2011); Ламадор, КС – 0,2 л/т (2010–2011); Оплот Трио, ВСК – 0,6 л/т (2016, 2020–2021); Протего Макс, МЭ – 1,0 л/т (2019–2020); Раксил, КС – 0,5 л/т (2010–2011); Ранчо, КС – 0,5 л/т (2010–2012); Систива, КС – 0,75 л/т (2012–2013); Скарлет, МЭ – 0,4 л/т (2012, 2015, 2019)

Примечание – В скобках указаны годы исследований.

Таблица 2 – Посевные качества непротравленных семян яровой пшеницы (2010–2021 гг.)

Значение показателя	Инфицированность грибами, %		Всхожесть, %	
	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Alternaria</i> spp.	лабораторная	полевая
Среднее*	15,7 ±12,7	68,8 ±23,8	94,4 ±3,7	81,9 ±7,0
Мин. – макс.	2,0–45,0	16,0–93,0	86,0–98,0	70,3–90,3

Примечание – Представлены средние значения показателя ± стандартное отклонение.

Таблица 3 – Биологическая эффективность протравителей в снижении инфицированности семян яровой пшеницы

Возбудители	Биологическая эффективность (%) препаратов, содержащих в составе		
	флудиоксонил	прохлораз	другие д. в.
<i>Fusarium</i> spp.	100 ±0,0	100 ±0,0	92,2 ±17,1
<i>Alternaria</i> spp.	97,5 ±4,6	89,2 ±10,1	69,3 ±28,1

Примечание – Представлены средние значения показателя ± стандартное отклонение.

Таблица 4 – Влияние протравителей на всхожесть семян (%) яровой пшеницы

Всхожесть	Препараты, содержащие в составе		
	флудиоксонил	прохлораз	другие д. в.
Лабораторная	92,9 ±5,9	95,4 ±3,6	94,1 ±4,3
Полевая	78,8 ±5,1	84,2 ±6,0	83,3 ±7,8

Примечание – Представлены средние значения показателя ± стандартное отклонение.

Таблица 5 – Биологическая эффективность протравителей семян в снижении развития фузариозной корневой гнили в условиях искусственного инфекционного фона

Стадия развития растений	Биологическая эффективность (%) препаратов, содержащих в составе		
	флудиоксонил	прохлораз	другие д. в.
Середина кущения	50,8 ±8,6	51,7 ±15,3	52,3 ±12,7
Стадия 2-х узлов	48,9 ±10,7	57,1 ±14,1	54,3 ±14,2

Примечание – Представлены средние значения показателя ± стандартное отклонение.

при протравливании препаратами, содержащими прохлораз или другие действующие вещества (таблица 4).

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что все проанализированные протравители семян независимо от состава были эффективными в защите яровой пшеницы от фузариозной корневой гнили даже в условиях искусственной инокуляции почвы возбудителями болезни (таблица 5). При этом фунгицидное действие препаратов было продолжительным – до стадии 2-х узлов.

инфекции грибов рода *Fusarium* spp. При этом флудиоксонилсодержащие препараты также являются наиболее эффективными в снижении инфицированности зерновок грибами *Alternaria* spp. В защите яровой пшеницы от корневой гнили фузариозной этиологии биологическая эффективность всех проанализированных протравителей, независимо от их состава, была высокой даже в условиях искусственного инфекционного фона болезни.

Литература

1. Болезни зерновых культур / С. Д. Здрожевская [и др.] // Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; ред. С. Ф. Буга; рец.: В. Л. Налобова, В. А. Тимофеева. – Несвиж, 2007. – С. 61–101.
2. Гагкаева, Т. Ю. Зараженность зерна пшеницы грибами *Fusarium* и *Alternaria* на юге России в 2010 году / Т. Ю. Гаг-

Заключение

Проведенные многолетние исследования позволили установить, что наличие в составе протравителей флудиоксонила или прохлораза обуславливает 100%-ную эффективность в защите яровой пшеницы от семенной

- каева, Ф. Б. Ганнибал, О. П. Гаврилова // Защита и карантин растений. – 2012. – № 1. – С. 37–41.
3. Ганнибал, Ф. Б. Изучение факторов, влияющих на развитие альтернариоза зерна у злаков, возделываемых в Европейской части России / Ф. Б. Ганнибал // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, № 3. – С. 605–615.
 4. Григорьев, М. Ф. Роль микромицетов в поражении зерновых культур корневыми гнилями в Центральном Нечерноземье России / М. Ф. Григорьев // Известия ТСХА. – 2012. – Вып. 1. – С. 101–117.
 5. Средства защиты растений для предпосевной обработки семян / В. И. Долженко [и др.]. – СПб.: ВИЗР, 2001. – 54 с.
 6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
 7. Коршунова, А. Ф. Защита пшеницы от корневых гнилей / А. Ф. Коршунова, А. Е. Чумаков, Р. И. Щекочихина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос, 1976. – 186 с.
 8. Крупенько, Н. А. Влияние состава протравителей семян на их эффективность в защите озимой пшеницы от болезней / Н. А. Крупенько, И. Н. Одинцова // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – 2021. – Минск: Колорград, 2021. – Вып. 45. – С. 145–152.
 9. Лаптев, А. Б. Новые препараты для защиты яровых зерновых культур от семенной и почвенной инфекции / А. Б. Лаптев, О. В. Кунгурцева // Защита и карантин растений. – 2016. – № 2. – С. 20–23.
 10. Максимов, В. А. Поражение зерновых культур корневыми гнилями в различных севооборотах / В. А. Максимов, С. А. Замятин, Н. Н. Апаева // Вестник защиты растений. – 2011. – № 2. – С. 53–56.
 11. Мониторинг и контроль заболеваний пшеницы в Южном Зауралье / С. Д. Каракотов [и др.] // Защита и карантин растений. – 2019. – № 7. – С. 18–25.
 12. Организационно-технические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов // Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]; под общ. ред.: В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 288 с.
 13. Пригге, Г. Грибные болезни зерновых культур / Г. Пригге, М. Герхард, И. Хабермайер; под ред. Ю. М. Стройкова. – Лимбургерхоф: Ландвиртшафтсферлаг, 2004. – 183 с.
 14. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: ГОСТ 12038-84. – Взамен ГОСТ 12038-66; введ. 01.07.1986. – Минск: Белстандарт, 1986. – 49 с.
 15. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями: ГОСТ 12044-93. – Взамен ГОСТ 12044-81; введ. 01.01.1995. – Минск: Белстандарт, 1995. – 87 с.
 16. Семенина, Т. В. Качество семян не позволяет экономить на протравливании / Т. В. Семенина // Защита и карантин растений. – 2013. – № 8. – С. 19–21.
 17. Танский, В. И. Влияние способов обработки почвы на развитие вредных организмов / В. И. Танский // Вестник защиты растений. – 2007. – № 3. – С. 14–22.
 18. Торопова, Е. Ю. Диагностика здоровья почвы / Е. Ю. Торопова // Защита и карантин растений. – 2019. – № 4. – С. 19–22.
 19. Грибы рода *Fusarium* на зерне пшеницы в Западной Сибири / Е. Ю. Торопова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2019. – № 1. – С. 21–23.
 20. Тютерева, С. Л. Протравливание семян зерновых колосовых культур / С. Л. Тютерева. – М.: Защита и карантин растений, 2005. – 132 с. (Приложение к журналу «Защита и карантин растений»; № 3).
 21. Тютерева, С. Л. Совершенствование химического метода защиты сельскохозяйственных культур от семенной и почвенной инфекции / С. Л. Тютерева. – СПб.: ВИЗР, 2000. – 251 с.
 22. Хазиев, А. З. Роль протравливания семян в борьбе с корневыми гнилями / А. З. Хазиев, Т. В. Зайцева, Ф. М. Хакимуллина // Защита и карантин растений. – 2015. – № 3. – С. 20–23.
 23. Чумаков, А. Е. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур / А. Е. Чумаков, Т. И. Захарова; Всесоюз. акад. с.-х. наук им. Ленина, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – М.: Агропромиздат, 1990. – 127 с.
 24. Infection of stem bases and grains of winter wheat by *Fusarium culmorum* and *F. graminearum* and effects of tillage method and maize-stalk residues / G. L. Bateman [et al.] // Plant Pathology. – 2007. – Vol. 56. – P. 604–614.
 25. Łukanowski, A. Winter wheat stem base infestation and fungal communities occurring on stems in dependence on cropping system // Phytopathologia. – 2009. – Vol. 53. – P. 43–55.
 26. What influences the composition of fungi in wheat grains? [Electronic resource] / B. Bankina [et al.] // Acta Agrobotanica. – 2017. – Vol. 70, No. 4. – Mode of access: <https://pbsociety.org.pl/journals/index.php/aa/article/view/aa.1726/7406> – Data of access: 07.07.2022.

УДК 633.1:632.4 (476)

Развитие корневой гнили в посевах зерновых культур в Беларуси

*Н. А. Крупенько, кандидат биологических наук, А. Г. Жуковский, кандидат с.-х. наук, С. Ф. Буга, доктор с.-х. наук, Е. И. Жук, кандидат с.-х. наук, Т. Г. Пилат, кандидат биологических наук, В. А. Радивон, старший научный сотрудник, В. Г. Лешкевич, Н. Л. Свидуневич, Н. Г. Поплавская, А. А. Жуковская, Н. А. Бурнос, И. Н. Одинцова, научные сотрудники
Институт защиты растений*

(Дата поступления статьи в редакцию 27.05.2022)

В статье представлены результаты многолетнего мониторинга (2017–2021 гг.) развития корневой гнили в посевах зерновых культур в условиях сортоиспытательных станций и участков. Проведенные исследования свидетельствуют о ежегодной поражаемости посевов озимых (пшеница, тритикале, рожь, ячмень) и яровых (пшеница, ячмень, тритикале, овес) зерновых культур корневой гнилью. При этом из озимых культур сильнее поражаются ячмень и пшеница, яровых – пшеница. За период исследований развитие болезни среди

The article presents the data of long-term monitoring (2017–2021) of the development of root rot on cereal crops in the conditions of variety testing stations and plots of Belarus. The data represents that disease is common on winter crops (wheat, triticale, rye, barley) and spring crops (wheat, barley, triticale, oats). Among winter crops, barley and wheat crops were more intensively affected during the observation period, and among spring crops wheat as well. During investigation disease severity among winter crops has reached 49,7 % (wheat), 29,7 % (triticale), 22,7 % (rye),