



ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ СЕВЕРОКАВКАЗСКОЙ И БЕЛОРУССКОЙ ПОПУЛЯЦИЙ *MICRODOCHIUM NIVALE* (FR.) SAMUELS & HALLET К ФУНГИЦИДАМ

✉ Волкова Г.В.¹, Яхник Я.В.¹, Жуковский А.Г.²

¹Федеральный научный центр биологической защиты растений
Краснодар, Россия

²Институт защиты растений

Минская область, Агротерритория Прилуки, Республика Беларусь

✉ e-mail: galvol.bpp@yandex.ru

Розовая снежная плесень (возбудитель *Microdochium nivale*) – наиболее распространенный во всем мире низкотемпературный патоген. Изучена чувствительность двух географически отдаленных популяций возбудителя розовой снежной плесени (юга России и Республики Беларусь) к девяти современным фунгицидам. Для исследования отобраны фунгициды, включенные в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации и рекомендуемые для обработки против снежной плесени. Материалом для изучения служила чистая культура гриба *M. nivale*. В исследовании использован метод агаровых блоков. Внесение растворов фунгицидов в питательную среду осуществляли двумя стандартными методами – внесением в среду и растиранием препарата по поверхности среды шпателем. Выявлены препараты, обладающие 100%-м фунгицидным действием против обеих изучаемых популяций: Поларис, МЭ, Кинто Дуо, КС и Баритон Супер, КС. Препараты Оплот Трио, ВСК, Вайбранс Трио, ТКС, Максим Форте, КС показали 100%-ю эффективность только против белорусской популяции патогена. Определено, что применение двух методов внесения препарата в питательную среду (внесение и растирание по поверхности агара) имеет высокий коэффициент корреляции (для белорусской популяции $-r_{xy} = 1,0$, для северокавказской $-r_{xy} = 0,99$). Однако внесение меньше ингибирует рост колоний, поэтому является более предпочтительным в исследованиях по изучению чувствительности к препаратам чистой культуры гриба *M. nivale*. Выявлена статистически достоверная разница между чувствительностью к фунгицидам популяций географически отдаленных регионов (при использовании метода внесения $F_t 5,32 < F_f 23,2$, метода растирания – $F_t 5,32 < F_f 37,7$). Данные свидетельствуют о гетерогенности возбудителя снежной плесени по чувствительности к современному ассортименту протравителей семян.

Ключевые слова: снежная плесень, выпревание, *Microdochium nivale*, озимые зерновые культуры

SENSITIVITY OF THE NORTH CAUCASIAN AND BELARUSIAN POPULATIONS OF *MICRODOCHIUM NIVALE* (FR.) SAMUELS & HALLET TO FUNGICIDES

✉ Volkova G.V.¹, Yakhnik Ya.V.¹, Zhukovsky A.G.²

¹Federal Scientific Center for Biological Plant Protection
Krasnodar, Russia

²Plant Protection Institute

The agrotown of Priluki, Minsk region, Republic of Belarus

✉ e-mail: galvol.bpp@yandex.ru

Pink snow rot (pathogen *Microdochium nivale*) is the most common low-temperature pathogen worldwide. Sensitivity of two geographically distant populations of the pink snow rot pathogen (southern Russia and the Republic of Belarus) to nine modern fungicides was studied. The fungicides

included in the State Catalogue of pesticides and agrochemicals permitted for use in the Russian Federation and recommended for treatment against snow rot were selected for the study. The material for the study was a pure culture of the fungus *M. nivale*. The agar block method was used in this study. The fungicide solutions were introduced into the nutrient medium using two standard methods: by interfering with the medium and by rubbing the preparation on the medium surface with a spatula. The preparations with 100% fungicidal effect against both studied populations were identified: Polaris, OE, Quinto Duo, SC and Bariton Super, SC. Oplot Trio, WS, Vybrance Trio, FC, Maxim Forte, SC showed 100% efficacy only against the Belarusian population of the pathogen. It was determined that the use of two methods of introducing the preparation into the nutrient medium (intervention and rubbing on the agar surface) has a high correlation coefficient (for the Belarusian population - $r_{xy} = 1.0$, for the North Caucasian population - $r_{xy} = 0.99$). However, intervention is less likely to inhibit colony growth and is therefore preferable in drug sensitivity studies of pure culture of the fungus *M. nivale*. A statistically significant difference was found between the sensitivity to fungicides of populations from geographically distant regions ($F_t 5.32 < F_f 23.2$ for the intervention method, $F_t 5.32 < F_f 37.7$ for the rubbing method). The data indicate the heterogeneity of the snow rot pathogen in terms of sensitivity to the modern assortment of seed dressing agents.

Keywords: snow rot, rotting, *Microdochium nivale*, winter cereals

Для цитирования: Волкова Г.В., Яхник Я.В., Жуковский А.Г. Чувствительность северокавказской и белорусской популяций *Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & Hallet к фунгицидам // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 6. С. 42–50. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-6-5>

For citation: Volkova G.V., Yakhnik Ya.V., Zhukovsky A.G. Sensitivity of the North Caucasian and Belarusian populations of *Microdochium nivale* (FR.) Samuels&Hallet to fungicides. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 52, no. 6, pp. 42–50. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-6-5>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Благодарность

Исследования выполнены при поддержке грантов РФФИ № 20-54-00026 Бел_а и БРФФИ № B20P-2727.

Acknowledgements

The research was supported by RFRF grants No. 20-54-00026 Bel_a and BRRFRF No. B20R-2727.

ВВЕДЕНИЕ

Microdochium nivale (Fr.) Samuels & Hallet – наиболее распространенный низкотемпературный фитопатоген, поражающий злаки и травы в районах с устойчивым снежным покровом [1]. В Республике Беларусь болезнь является одной из наиболее распространенных вредоносных [2]. По данным V .Gorshkov et al. [3], на территории России еще в 1970-х годах снежная плесень считалась болезнью, поражающей злаки только в тех регионах, где растения находились под снежным покровом не менее 100 дней. На юге России фитопатоген встречался в единичных случаях до 1995 г., с 2000 г. отмечена динамика его распространения и развития. В настоящее время патоген распространен на всей территории страны, где в промышленных масштабах возделывают озимые зерновые культуры.

Эффективная защита посевов озимых зерновых культур от розовой снежной плесени возможна путем обработки семян препаратами фунгицидного действия на основе контактных действующих веществ, например флудиоксонилем и прохлоразом [2]. Европейские исследователи также указывают, что единственным доступным механизмом химического контроля болезни в Северной Европе является предпосевная обработка семян фунгицидами [4]. В настоящее время разработан и допущен к применению ряд специализированных фунгицидов-протравителей семян, способных существенно снизить поражение растений возбудителем розовой снежной плесени [5]. В то же время не существует эффективной стратегии защиты сельскохозяйственных культур от розовой снежной плесени из-за ряда ограничительных мер, таких как сокращение

списка разрешенных препаратов и особенности обработки в зимний период. На наш взгляд, фолиарное применение фунгицидов для защиты озимых зерновых культур от снежной плесени затруднительно проводить в осенний период ввиду того, что температура воздуха во время применения фунгицидов должна быть не ниже 12 °С, а с момента обработки до ухода растений озимых зерновых культур в состояние покоя (осеннее прекращение вегетации) должно пройти 10–14 дней.

В то же время остро возникает проблема резистентности, которая имеет большие негативные последствия при защите растений в хозяйствах практически всех категорий [6]. Одними из первых опубликованных данных о потере чувствительности *M. nivale* к бензимидазолам являются исследования проблемы поражения розовой снежной плесенью полей для гольфа. Спустя 10 лет проблема резистентности снежной плесени к данному действующему веществу уже имела повсеместное распространение [7]. Устойчивость к стробилуринам впервые выявлена французскими исследователями при анализе причин эпифитотии 2007, 2008 гг. [8]. Проведены полевые испытания эффективности фунгицидов на основе стробилуринов и обнаружено образование сразу нескольких механизмов устойчивости, а также положительной перекрестной резистентности. В настоящее время доминирующее положение на рынке химических фунгицидов занимают триазолы, широкое внедрение которых позволило улучшить фитосанитарную обстановку на зерновых полях. Однако в исследованиях О.П. Гавриловой и соавт. [9] отмечено, что 45% штаммов *M. nivale* имеют резистентность к препаратам, содержащим триазолы. Стоит отметить, что увеличение нормы расхода препаратов приводит к ускорению образования резистентных форм возбудителей и к уничтожению полезной микрофлоры почвы.

В многолетних исследованиях белорусских ученых, проводивших скрининг наиболее распространенных протравителей, отмечены высокая биологическая эффектив-

ность препарата Баритон, КС (86,9%), Кинто Дуо, КС (92,4%), Максим Форте, КС (93,4%) и 100%-я эффективность препарата Кинто Плюс, КС [2]. Изучение чувствительности изолятов *M. nivale*, отобранных на посевах пшеницы Центрально-Черноземного региона Российской Федерации, показало полное ингибирование роста колоний препаратами Максим, КС и Кинто Дуо, КС [5].

Сведения о чувствительности популяции *M. nivale* к основному ассортименту фунгицидов на юге России являются недостаточными и нуждаются в дополнении.

Цель исследования – изучить чувствительность двух географически отдаленных популяций возбудителя розовой снежной плесени к девяти современным фунгицидам.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в Республиканском унитарном предприятии «Институт защиты растений» (Агрогородок Прилуки, Республика Беларусь) и Федеральном научном центре биологической защиты растений (Краснодар, Россия) в 2021, 2022 гг. с использованием базы УНУ «Фитотрон для выделения, идентификации, изучения и поддержания рас, штаммов, фенотипов патогенов» (<http://ckp-rf.ru/usu/> № 671925) и объектов БРК ФГБНУ ФНЦБЗР «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов» (регистрационный номер УНУ: 671925). Климатические условия смоделированы с помощью климатокамеры Binder KBWF 720.

Для исследования отобрано девять фунгицидов, включенных в Государственный каталог пестицидов: Максим Форте, КС (азоксистробин 10 г/л + тебуконазол 15 г/л + флудиоксонил 25 г/л), Вайбранс Трио, ТКС (седаксан 25 г/л + тебуконазол 10 г/л + флудиоксонил 25 г/л), Поларис, МЭ (имазалил 25 г/л + прохлораз 100 г/л + тебуконазол 15 г/л), Кинто Дуо, КС (прохлораз 60 г/л + тритиконозол 20 г/л), Кинто Плюс, КС (тритиконозол 33,3 г/л + флудиоксонил 33,3 г/л + флуксапироксад 33,3 г/л), Баритон Супер, КС (протиоконазол 50 г/л + тебуконазол 10 г/л + флудиоксонил 37,5 г/л), Скарлет,

МЭ (имазалил 100 г/л + тебуконазол 60 г/л), Оплот Трио, ВСК (азоксистробин 40 г/л + дифеноконазол 90 г/л + тебуконазол 45 г/л), Кредо, СК (карбендазим 500 г/л)¹.

Материалом служила чистая культура гриба *M. nivale*. Были получены моноспоровые культуры, затем смесь изолятов из каждого региона. Видовую принадлежность изолятов определяли с помощью молекулярных методов. Принадлежность штаммов к виду *M. nivale* устанавливали при помощи реал тайм ПЦР с видоспецифичными праймерами [10, 11]. ПЦР проводили с помощью термоциклера CFX96 Real-Time System (BioRad, США). Отсев чистой культуры возбудителя розовой снежной плесени осуществляли на картофельно-глюкозный агар. Гриб культивировали при температуре 10–15 °С (12 ч) под УФ лампами 30W UVB (280–315 nm). При проведении скрининга фунгицидов использован модифицированный нами метод агаровых блоков. Расчет количества препаратов и приготовление их рабочих растворов выполнены с использованием метода расчета Чекмарева согласно рекомендуемым нормам применения при обработке семенного материала стандартным расходом рабочей жидкости [12]. Внесение растворов фунгицидов в питательную среду осуществляли двумя стандартными методами – внесением в среду и растиранием препарата по поверхности среды шпателем.

Статистическую обработку проводили с использованием программного обеспечения Statistica 13.3, различия выборок оценивали с помощью критерия Фишера (при $\alpha = 0,05$); связь между признаками – по шкале Чеддока. Биологическую эффективность рассчитывали по общепринятой формуле Аббота на 7-е сутки по ингибированию роста мицелия патогена на твердой питательной среде².

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полное ингибирование роста колоний белорусской популяции патогена при внесе-

нии препарата в среду методом внесения выявлено у большинства фунгицидов (см. табл. 1); 100%-е подавление фунгицидом, имеющим в составе действующее вещество флудиоксонил, также отмечено в исследованиях штаммов грибов рода *Microdochium*, выделенных из зерновых культур и злаковых трав различного географического происхождения [9]. Препарат Скарлет, МЭ вызвал неполное ингибирование роста колоний с биологической эффективностью на уровне 97,6%. В состав препарата входит имазалил – вещество из класса имидазолов. Действующее вещество имеет высокую опасность для водных биоценозов и токсичность для человека, но отличается высокой активностью против гелиминтоспориозной и фузариозной гнилей зерновых культур, а также высокой активностью против патогенов, устойчивых к бензимидазолам [13]. Имазалилсодержащие препараты обладают синергическим эффектом против трудноконтролируемых болезней, которые передаются и через семена, и через почву, но их наличие в составе препарата с другими действующими веществами с различным механизмом действия снижает риск появления резистентных штаммов фитопатогенов [14]. Тебуконазол, входящий в состав фунгицида, относится к триазолам третьего поколения, является эффективным системным фунгицидом для предпосевной обработки семян зерновых культур. Важно отметить, что препараты на основе тебуконазола замедляют темпы развития устойчивости ко всей группе триазолов. Биологическая эффективность препарата Кредо, СК составила 75,4%. Действующее вещество карбендазим является одним из первых системных фунгицидов класса бензимидазолов. Несмотря на широкое внедрение в производство и эффективное применение, имеет ряд недостатков, таких как медленное перемещение по растению-хозяину и быстрое формирование резистентных популяций.

¹ Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Пестициды. Издание официальное. М., 2021. Ч. 1. 795 с.

² Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: монография. М.: Агропромиздат. 1985. 351 с.

Табл. 1. Скрининг эффективности фунгицидов против белорусской и северокавказской популяций *M. nivale* методом вмешательства (ФГБНУ ФНЦБЗР, 2022 г.)**Table 1.** Screening of the effectiveness of fungicides against the Belarusian and North Caucasian populations of *M. nivale* by an intervention method (FSBSI FSCBPP, 2022)

Препарат	Белорусская популяция		Северокавказская популяция	
	Диаметр колоний, мм	Биологическая эффективность, %	Диаметр колоний, мм	Биологическая эффективность, %
Максим Форте, КС	0	100	18,7 ± 1,25	57,3
Вайбранс Трио, ТКС	0	100	5,7 ± 1,2	87,0
Поларис, МЭ	0	100	0	100
Кинто Дуо, КС	0	100	0	100
Кинто Плюс, КС	0	100	10,0 ± 1,6	77,1
Баритон Супер, КС	0	100	0	100
Скарлет, МЭ	1,3 ± 0,5	97,6	1,3 ± 0,3	96,9
Оплот Трио, ВСК	0	100	3,0 ± 0,8	93,1
Кредо, СК	13,7 ± 2,6	75,4	2,7 ± 0,6	93,9
Контроль	55,7 ± 1,2	–	43,7 ± 2,3	–

Скрининг фунгицидов, подавляющих развитие северокавказской популяции *M. nivale*, также выявил различия в биологической эффективности препаратов. При внесении раствора фунгицида в питательную среду полное ингибирование роста северокавказской популяции *M. nivale* выявлено в опыте с фунгицидами Поларис, МЭ, Кинто Дуо, КС и Баритон Супер, КС. Следует отметить, что в состав препаратов Поларис, МЭ и Кинто Дуо, КС входит действующее вещество прохлораз из класса имидазолов. Вследствие высокой эффективности для ингибирования роста колоний всех изучаемых популяций можно определить, что вещество является эффективным против популяции *M. nivale*. Также стоит отметить высокую эффективность данного действующего вещества против бактериозов. В состав фунгицида Баритон Супер, КС помимо широко распространенного препарата тебуконазол входят действующее вещество относительно недавнего внедрения в производство пропиконазол (класс триазолы), действие которого направлено также на увеличение габитуса и мощности растения-хозяина. Действующее вещество флудиоксонил (химический класс фенилпирролы) – один из самых популярных и наиболее успешных классов

фунгицидов, так как за 30 лет интенсивного использования в области защиты сельскохозяйственных растений практически не зарегистрировано ни одного случая полевой устойчивости [15]. Механизмы его действия до сих пор досконально не изучены. Выявлено, что вещество ингибирует в основном прорастание конидий, зародышевую трубку и рост мицелия.

Высокий уровень биологической эффективности отмечен у препаратов Скарлет, МЭ (96,9%), Кредо, СК (93,9%) и Оплот Трио, ВСК (93,1%). В состав фунгицида Оплот Трио, ВСК включен азоксистробин (химический класс стробилурины) и дифеноконазол, тебуконазол (химический класс триазолы). Азоксистробин, являясь синтетическим аналогом природных токсинов, положительно влияет на фотосинтезирующую активность и габитус растения-хозяина, но неоднократное применение препарата приводит к быстрому накоплению устойчивых рас патогенов [14]. Дифеноконазол, помимо фунгицидного, обладает ростостимулирующим действием на растение, тебуконазол широко используется как эффективный фунгицид со слабым ретардантным эффектом.

У препарата Вайбранс Трио, ТКС биологическая эффективность выявлена на

уровне 87,0%, у Кинто Плюс, КС – 77,1% (см. рис. 1). Данные фунгициды состоят из комбинации действующих веществ триазолового и фенилпирролового химических классов. Также в состав фунгицидов Вайбранс Трио, ТКС входит относительно новый препарат седаксан, обладающий не только фунгицидным действием, но и в комбинации с флудиоксонилем обеспечивающий профилактику появления патогенов, обладающих высоким потенциалом развития



Рис. 1. Ингибирование роста колоний северокавказской популяции *M. nivale* при внесении препарата Кинто плюс, КС в среду методом вмешивания (слева) и растирания (справа)

Fig. 1. Inhibition of the growth of colonies of the North Caucasian population of *M. nivale* when introducing drug Kinto Plus, CS into the medium by the method of intervention (left) and rubbing (right)

устойчивости [15]. Минимальное значение биологической эффективности выявлено у препарата Максим Форте, КС – 57,3%. В состав препарата входит комбинация действующих веществ на основе стробилуринов (азоксистробин), триазолов (тебуконазол) и фенилпирролов (флудиоксонил).

Использование метода внесения препарата в питательную среду с равномерным распределением по поверхности агаровой пластины шпателем выявило увеличение эффективности действия препарата во всех опытных вариантах (см. табл. 2). При распределении вещества по поверхности агара площадь данной поверхности аналогична площади семени пшеницы при протравливании [12]. Однако при внесении вещества в среду методом вмешивания концентрация препарата снижается, что провоцирует рост колоний гриба. При сравнении корреляции между результатами, полученными с использованием двух методов, коэффициент выявлен весьма высоким для обеих популяций (для белорусской популяции $r_{xy} = 1,0$, для северокавказской $r_{xy} = 0,99$). Несмотря на то, что результаты имели прямую зависимость между двумя методами внесения фунгицида в среду, выборки были статистически различными (для белорусской попу-

Табл. 2. Скрининг эффективности фунгицидов против популяций *M. nivale* методом растирания (ФГБНУ ФНЦБЗР, 2022 г.)

Table 2. Screening of the effectiveness of fungicides against *M. nivale* populations by a rubbing method (FSBSI FSCBPP, 2022)

Препарат	Белорусская популяция		Северокавказская популяция	
	Диаметр колоний, мм	Биологическая эффективность, %	Диаметр колоний, мм	Биологическая эффективность, %
Максим Форте, КС	0	100	17,8 ± 3,0	65,7
Вайбранс Трио, ТКС	0	100	2,6 ± 0,8	95,0
Поларис, МЭ	0	100	0	100
Кинто Дуо, КС	0	100	0	100
Кинто Плюс, КС	0	100	6 ± 1,1	88,5
Баритон Супер, КС	0	100	0	100
Скарлет, МЭ	0	100	0	100
Оплот Трио, ВСК	0	100	0	100
Кредо, СК	14,7 ± 2,6	77,4	1,2 ± 0,7	97,7
Контроль	65,0 ± 0,6	–	52 ± 4,3	–



Рис. 2. Полное ингибирование роста колоний белорусской (слева) и северокавказской (справа) популяций *M. nivale* при внесении препаратов Скарлет, МЭ (слева) и Поларис, МЭ (справа) методом растирания

Fig. 2. Complete inhibition of colony growth of the Belarusian (left) and North Caucasian (right) populations of *M. nivale* when applying Scarlet, ME (left) and Polaris, ME (right) preparations by rubbing

ляции $F_t 5,12 < F_f 10713$, для северокавказской – $F_t 5,32 < F_f 430,4$).

Скрининг фунгицидов, подавляющих развитие белорусской популяции *M. nivale* на агаровых пластинах, выявил 100%-е ингибирование роста мицелия при внесении препаратов Максим Форте, КС, Вайбранс Трио, ТКС, Поларис, МЭ, Кинто Дуо, КС, Кинто Плюс, КС, Баритон Супер, КС, Скарлет, МЭ, Оплот Трио, ВСК (см. рис. 2). При внесении препарата Кредо, СК рост мицелия ингибировался не полностью, биологическая эффективность составила 77,4%.

Фунгициды Поларис, МЭ, Кинто Дуо, КС, Баритон Супер, КС, Скарлет, МЭ, Оплот Трио, ВСК полностью ингибировали рост колоний гриба северокавказской популяции *M. nivale* на агаровых пластинах. При внесении препарата Кредо, СК наблюдали незначительный рост колоний, биологическая эффективность составила 97,7%. Внесение в среду фунгицида Вайбранс Трио, ТКС также не полностью ингибировало рост колоний, биологическая эффективность – 95,0%. У препарата Кинто Плюс, КС данный показатель на уровне 88,5%. Наименьшее значение биологической эффективности отмечено для препарата Максим Форте, КС – 65,7%.

При проведении сравнительного анализа между чувствительностью к фунгицидам популяций патогена географически отдаленных регионов выявлена статистически достоверная разница между полученными

результатами (при использовании метода вмешивания $F_t 5,32 < F_f 23,2$, при использовании метода растирания – $F_t 5,32 < F_f 37,7$). Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о гетерогенности возбудителя розовой снежной плесени по чувствительности к фунгицидам.

ВЫВОДЫ

1. Скрининг девяти химических фунгицидов против популяции *M. nivale* в чистой культуре позволил выявить препараты, обладающие 100%-м фунгицидным действием против обеих изучаемых популяций: Поларис, МЭ, Кинто Дуо, КС и Баритон Супер, КС. Препараты Оплот Трио, ВСК, Вайбранс Трио, ТКС, Максим Форте, КС показали 100%-ю эффективность только против белорусской популяции патогена.

2. Применение двух методов внесения препарата в питательную среду (вмешивание и растирание по поверхности) имеет высокий коэффициент корреляции (для белорусской популяции $r_{xy} = 1,0$, для северокавказской – $r_{xy} = 0,99$). Метод вмешивания меньше ингибирует рост колоний, вследствие чего является более предпочтительным в изучении чувствительности к препаратам чистой культуры гриба *M. nivale*.

3. Выявлена статистически достоверная разница между чувствительностью к фунгицидам популяций географически отдален-

ных регионов (при использовании метода вмешивания $F_t 5,32 < F_f 23,2$, при использовании метода растирания – $F_t 5,32 < F_f 37,7$), что свидетельствует о гетерогенности возбудителя розовой снежной плесени по чувствительности к современному ассортименту протравителей семян.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gagkaeva T.Y., Orina A.S., Gavrilova O.P., Gogina N.N. Evidence of *Microdochium* fungi associated with cereal grains in Russia // *Microorganisms*. 2020. N 3. С. 340. DOI: 10.3390/microorganisms8030340.
2. Жуковский А.Г., Крупенько Н.А., Буга С.Ф. Особенности действия протравителей в оздоровлении посевов озимых зерновых культур в условиях Беларуси // *Вестник защиты растений*. 2019. № 4. С. 28–35. DOI: 10.31993/2308-6459-2019-4-102-28-35.
3. Gorshkov V., Osipova E., Ponomareva M., Ponomarev S., Gogoleva N., Petrova O., Korzun V. Rye Snow Mold-Associated *Microdochium nivale* Strains Inhabiting a Common Area: Variability in Genetics, Morphotype, Extracellular Enzymatic Activities, and Virulence // *Journal of Fungi*. 2020. N 4. P. 335. DOI: 10.3390/jof6040335.
4. Ponomareva M.L., Gorshkov V.Y., Ponomarev S. N., Korzun V., Miedaner T. Snow mold of winter cereals: A complex disease and a challenge for resistance breeding // *Theoretical and Applied Genetics*. 2021. № 2. P. 419–433. DOI: 10.1007/s00122-020-03725-7.
5. Чекмарев В.В. Гриб *Microdochium nivale* и эффективные фунгициды для контроля его развития // *Colloquium-journal*. 2020. № 5 (57). С. 53–54. DOI: 10.24411/2520-6990-2020-11395.
6. Lucas J.A., Hawkins N.J., Fraaije B.A. The evolution of fungicide resistance // *Advances in applied microbiology*. 2015. N 90. P. 29–92. DOI: 10.1016/bs.aambs.2014.09.001.
7. Pennucci A., Beevet R.E., Laracy E.P. Dicarboximide-resistant strains of *Microdochium nivale* in New Zealand // *Australasian Plant Pathology*. 1990. N 2. P. 38–41.
8. Walker A.S., Auclair C., Gredt M., Leroux P. First occurrence of resistance to strobilurin fungicides in *Microdochium nivale* and *Microdochium majus* from French naturally infected wheat grains // *Pest Management Science: formerly*

Pesticide Science. 2009. N 8. P. 906–915. DOI: 10.1002/ps.1772.

9. Гаврилова О.П., Орина А.С., Гагкаева Т.Ю., Усольцева М.Ю. Эффективность подавления фунгицидами роста грибов р. *Microdochium* – возбудителей снежной плесени злаков // *Защита и карантин растений*. 2021. № 4. С. 17–20. DOI: 10.47528/1026\$8634_2021_4_17.
10. Bulat S. UP-PCR analysis and ITS1 ribotyping of strains of *Trichoderma* and *Gliocladium* // *Mycological Research*. 1998. N 102. P. 933–943.
11. Nielsen L.K. *Microdochium nivale* and *Microdochium majus* in seed samples of Danish small grain cereals // *Crop Protection*. 2013. N 43. P. 192–200. DOI: 10.1016/j.cropro.2012.09.002.
12. Selyutina O.Y., Khalikov S.S., Polyakov N.E. Arabinogalactan and glycyrrhizin based nanopesticides as novel delivery systems for plant protection // *Environmental Science and Pollution Research*. 2020. N 27. P. 5864–5872. DOI: 10.1007/s11356-019-07397-9.
13. Белицкая М.Н., Грибуст И.Р., Байбакова Е.В., Нефедьева Е.Э., Шайхиев И.Г. Исследование и сравнительный анализ действующих веществ современных протравителей зерновых культур // *Вестник Казанского технологического университета*. 2015. № 9. С. 32–36.
14. Bersching K., Jacob S. The Molecular Mechanism of Fludioxonil Action Is Different to Osmotic Stress Sensing // *Journal of Fungi*. 2021. N 7 (5). P. 393. DOI: 10.3390/jof7050393.
15. Zeun R., Scalliet G., Oostendorp M. Biological activity of sedaxane a novel broad-spectrum fungicide for seed treatment // *Pest management science*. 2013. N 69 (4). P. 527–34. DOI: 10.1002/ps.3405.

REFERENCES

1. Gagkaeva T.Y., Orina A.S., Gavrilova O.P., Gogina N.N. Evidence of *Microdochium* fungi associated with cereal grains in Russia. *Microorganisms*, 2020, no. 3, 340 p. DOI: 10.3390/microorganisms8030340.
2. Zhukovsky A.G., Krupenko N.A., Buga S.F. Effects of seed dresser application to obtain healthy seeds and crops of winter cereals under conditions of Belarus. *Vestnik zashchity rastenii = Plant Protection news*, 2019, no. 4, pp. 28 – 35. (In Russian). DOI: 10.31993/2308-6459-2019-4-102-28-35.

3. Gorshkov V., Osipova E., Ponomareva M., Ponomarev S., Gogoleva N., Petrova O., Korzun V. Rye Snow Mold-Associated *Microdochium nivale* Strains Inhabiting a Common Area: Variability in Genetics, Morphotype, Extracellular Enzymatic Activities, and Virulence. *Journal of Fungi*, 2020, no. 4, p. 335. DOI: 10.3390/jof6040335.
4. Ponomareva M.L., Gorshkov V.Y., Ponomarev S.N., Korzun V., Miedaner T. Snow mold of winter cereals: A complex disease and a challenge for resistance breeding. *Theoretical and Applied Genetics*, 2021, no. 2, pp. 419–433. DOI: 10.1007/s00122-020-03725-7.
5. Chekmarev V.V. Fungus *Microdochium nivale* and effective fungicides to control its development. *Colloquium-journal = Colloquium-journal*, 2020, no. 5 (57), pp. 53–54. (In Russian). DOI: 10.24411/2520-6990-2020-11395.
6. Lucas J.A., Hawkins N.J., Fraaije B.A. The evolution of fungicide resistance. *Advances in applied microbiology*, 2015, no. 90, pp. 29–92. DOI: 10.1016/bs.aambs.2014.09.001.
7. Pennucci A., Beevet R.E., Laracy E.P. Dicarboximide-resistant strains of *Microdochium nivale* in New Zealand. *Australasian Plant Pathology*, 1990, no. 2, pp. 38–41.
8. Walker A.S., Auclair C., Gredt M., Leroux P. First occurrence of resistance to strobilurin fungicides in *Microdochium nivale* and *Microdochium majus* from French naturally infected wheat grains. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 2009, no. 8, pp. 906–915. DOI: 10.1002/ps.1772.
9. Gavrilova O.P., Orina A.S., Gagkaeva T.Yu., Usol'ceva M.Yu. Effectiveness of fungicide inhibition of growth of fungi *Microdochium* sp. – the causal agents of snow mould of cereals. *Zashchita i karantin rastenii = Plant Protection and Quarantine*, 2021, no. 4, pp. 17–20. (In Russian). DOI: 10.47528/10268634_2021_4_17.
10. Bulat S. UP-PCR analysis and ITS1 ribotyping of strains of *Trichoderma* and *Gliocladium*. *Mycological Research*, 1998, no. 102, pp. 933–943.
11. Nielsen L.K. *Microdochium nivale* and *Microdochium majus* in seed samples of Danish small grain cereals. *Crop Protection*, 2013, no. 43, pp. 192–200. DOI: 10.1016/j.cropro.2012.09.002.
12. Selyutina O.Y., Khalikov S.S., Polyakov N.E. Arabinogalactan and glycyrrhizin based nanopesticides as novel delivery systems for plant protection. *Environmental Science and Pollution Research*, 2020, no. 27, pp. 5864–5872. DOI: 10.1007/s11356-019-07397-9.
13. Belitskaya M.N., Gribust I.R., Baibakova E.V., Nefedieva E.E., Shaikhev I.G. Study and comparative analysis of active substances of modern cereal seed dressers. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta = Bulletin of the Technological University*, 2015, no. 9, pp. 32–36. (In Russian).
14. Bersching K., Jacob S. The Molecular Mechanism of Fludioxonil Action Is Different to Osmotic Stress Sensing. *Journal of Fungi*, 2021, no. 7 (5), p. 393. DOI: 10.3390/jof7050393.
15. Zeun R., Scalliet G., Oostendorp M. Biological activity of sedaxane a novel broad-spectrum fungicide for seed treatment. *Pest management science*, 2013, no. 69 (4), pp. 527–534. DOI: 10.1002/ps.3405.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Волкова Г.В.**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, руководитель лаборатории; **адрес для переписки:** Россия, 350039, Краснодарский край, Краснодар, ВНИИБЗР; e-mail: galvol.bpp@yandex.ru

Яхник Я.В., младший научный сотрудник; e-mail: yahnik1@mail.ru

Жуковский А.Г., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, первый заместитель директора; e-mail: zhukowski.alex@gmail.com

AUTHOR INFORMATION

✉ **Galina V. Volkova**, Doctor of Science in Biology, Head Researcher, Laboratory Head; **address:** All-Russian Research Institute of Biological Protection of Plants, Krasnodar, Krasnodar Region, 350039, Russia; e-mail: galvol.bpp@yandex.ru

Yana V. Yakhnik, Junior Researcher; e-mail: yahnik1@mail.ru

Alexandr G. Zhukovsky, Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor, First Deputy Director; e-mail: zhukowski.alex@gmail.com

Дата поступления статьи / Received by the editors 02.06.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 04.10.2022
Дата публикации / Published 27.12.2022