

ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ ОВСА В УСЛОВИЯХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

✉ **Разина А.А., Дятлова О.Г.**

Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Иркутская область, с. Пивовариха, Россия

✉ e-mail: gnu_iniiish_nauka@mail.ru

Представлены результаты фитопатологического обследования партий районированных сортов овса Ровесник и Егорыч урожаев 2015, 2016 гг. и 2020, 2021 гг., выращенных в разных районах Иркутской области. Зараженность микромицетами определяли методом влажной камеры по ГОСТ 12044–93. Погодные условия в годы выращивания обследуемых партий овса были теплыми и характеризовались отклонением увлажнения в период вегетации от нормы, что приводило к ослаблению растений и к усилению развития фитопатогенных микромицетов. Установлена высокая повсеместная встречаемость грибов из рода *Alternaria*. Зараженность грибами из рода *Alternaria* овса сорта Ровесник, выращенного в 2015 г., составила от 20 до 36%, в 2016 г. – от 44 до 83%. Сорт Егорыч в 2016 г. заражен от 43 до 91%. В партиях урожая 2020 г. и 2021 г. независимо от сорта зараженность составила от 70 до 100% и от 60 до 98% соответственно. *Bipolaris* spp. отмечен во всех анализируемых партиях овса сорта Ровесник в урожае 2015, 2016 гг. при варьировании зараженности 3–12 и 4–37% соответственно. Сорт Егорыч урожая 2016 г. имел зараженность от 3 до 87%. В урожае 2020 и 2021 гг. выявлены единичные партии, свободные от *Bipolaris* spp., но большинство из них независимо от сорта имели степень заражения 7–40 и 3–45% соответственно в 2020 г. и в 2021 г. Встречаемость фитопатогенов из рода *Fusarium* spp. не зависела от сорта, но сильно отличалась по годам. В зерне большинства партий урожая 2015, 2016 гг. зараженность микромицетами *Fusarium* spp. была в интервале 1–24%, а в урожае 2020, 2021 гг. преобладали партии с очень высоким заражением этим возбудителем (23–93, 20–67% соответственно). Единичные партии были свободны от *Fusarium* spp.

Ключевые слова: овес, сорта, микромицеты, фитопатогены

PHYTOPATHOGENIC MICROMYCETES OF OATS UNDER THE CONDITIONS OF THE IRKUTSK REGION

✉ **Razina A.A., Dyatlova O.G.**

Irkutsk Research Institute of Agriculture

Pivovarikha, Irkutsk region, Russia

✉ e-mail: gnu_iniiish_nauka@mail.ru

The results of phytopathological examination of grain batches of oat zoned varieties Rovesnik and Egorych grown in different areas of the Irkutsk region and harvested in 2015-2016 and in 2020-2021 have been presented. Infestation with micromycetes was determined by the wet chamber method according to GOST 12044-93. The weather conditions during the growing years of the examined oat batches were warm and characterized by a deviation of moisture during the growing season from the norm which led to plants weakening and the reinforced development of phytopathogenic micromycetes. A high ubiquitous occurrence of fungi from the genus *Alternaria* has been established. In 2015 the infestation of oat cultivar with Rovesnik fungi from the genus *Alternaria* ranged from 20 to 36%, and that grown in 2016 – from 44 to 83%. The variety Egorych in 2016 was infested from 43 to 91%. In the batches harvested in 2020 and 2021, irrespective to a cultivar, the infestation was from 70 to 100% and from 60 to 98%, correspondingly. *Bipolaris* spp. was observed in all the analyzed batches of oat variety Rovesnik in the harvests of 2015 and 2016 with a varying infestation range of 3-12% and 4-37%, respectively. The cultivar Egorych harvested in 2016 had the infestation level from 3 to 87%. In the harvests of 2020 and 2021, single batches free from *Bipolaris* spp. were found, but most of them had a degree of infestation, regardless of a variety, of 7-40% and 3-45%,

respectively, in 2020 and 2021. The occurrence of phytopathogens of the genus *Fusarium* spp. did not depend on the variety, but it differed greatly in years. In the grain of most batches harvested in 2015-2016, the infestation with micromycetes *Fusarium* spp. was within the range of 1-24%, and in the harvest of 2020-2021 the batches with very high infestation with this pathogen prevailed – 23-93% and 20-67%, respectively. Single batches were free of *Fusarium* spp.

Keywords: oats, cultivars, micromycetes, phytopathogens

Для цитирования: Разина А.А., Дятлова О.Г. Фитопатогенные микромицеты овса в условиях Иркутской области // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 2. С. 39–45. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-5>. EDN GWLEYQ.

For citation: Razina A.A., Dyatlova O.G. Phytopathogenic micromycetes of oats under the conditions of the Irkutsk region. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 52, no. 2, pp. 39–45. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-2-5>. EDN GWLEYQ.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Овес – важнейшая продовольственная и зернофуражная культура России. Биологический потенциал продуктивности овса ограничивают различные виды ржавчины и головни, корневая гниль, красно-бурая пятнистость листьев, в микобиоте зерна доминируют представители родов *Fusarium* и *Alternaria*.

Решению проблемы устойчивости овса к ряду возбудителей болезней посвящено много исследований в различных регионах нашей страны, в результате которых выявлены механизмы устойчивости этой культуры к фитопатогенам [1], созданы сорта, устойчивые к корончатой и стеблевой ржавчине, пыльной и твердой головне, корневой гнили [2], выделены образцы овса, устойчивые и высокоустойчивые к сибирской популяции возбудителя красно-бурой пятнистости *Drechslera avenae* (Eidam.) Ito et Kuribay [3]. Исследовано влияние токсических метаболитов грибов рода *Fusarium* на процессы морфогенеза и регенерации растений в культуре незрелых зародышей ярового овса [4], изучена эффективность применения биометода для защиты овса от фитопатогенов [5].

Грибы из родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium* и *Aspergillus* являются основными продуцентами микотоксинов, имеющих хозяйственное значение. Кроме снижения продуктивности овса и других зерновых культур из-за поражения различными возбудителями болезней большое значение во

всем мире имеет заражение посевов токсигенными грибами из родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium* и *Aspergillus* и накопление в растительной продукции опасных для здоровья человека и животных микотоксинов [6–8].

В России наиболее распространенными микотоксинами для продовольственного зерна овса являются альтернариатоксины, Т-2 и НТ-2, НЕОС, ЦИТ, ДОН [9, 10]. Показано влияние биохимического состава и некоторых морфологических признаков зерна овса различных сортов на зараженность их микромицетами родов *Alternaria* и *Fusarium* и накопление токсинов [11, 12]. Предпосевное протравливание семян считается обоснованной стратегией снижения риска загрязнения микотоксинами будущего урожая [13].

В Иркутской области в настоящее время возрастает значение овса не только как фуражной культуры, но и продовольственной как для внутреннего потребления в регионе, так и для экспорта. В системе севооборотов региона перспективными являются предшественники для пшеницы с использованием овса как одного из компонентов в составе однолетних трав, в смеси с рапсом в качестве сидерата.

В связи с этим большое значение приобретает изучение микобиоты зерна овса, определяющей зараженность его микотоксинами, и определение возможности использования зерна для продовольственных и фуражных целей. Также фитосанитарное

состояние семян овса как предшественника пшеницы в составе однолетних трав и сидератов при их отсутствии показывает зараженность почвы патогенами корневой гнили или способствует поступлению инфекции в почву с зараженными семенами.

Цель исследований – выявить зараженность микромицетами семян овса, выращенного в Иркутской области.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Зараженность зерна овса микромицетами определяли методом влажной камеры¹. Исследования проведены на 65 образцах районированных сортов овса Ровесник и Егорыч из разных почвенно-климатических зон Иркутской области урожая 2015, 2016 и 2020, 2021 гг.

Сельскохозяйственные предприятия Иркутской области сеют овес второй или третьей культурой после ценного предшественника (пар, горох, пласт многолетних трав, кукуруза). Традиционна осенняя зябь (отвальная и безотвальная), также распространены различные виды безотвальной обработки осенью или весной (дискование и культивация). Хозяйства, имеющие современную технику (ПК Кузбасс, Обь-4), проводят прямой посев овса. Из-за трудного финансового положения хозяйства практически не протравливают семена овса.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее преобладало заражение овса фитопатогенным микромицетом *Bipolaris* spp., в настоящее время происходит постепенное изменение структуры микробиоценоза этой культуры. В литературе имеются сведения об изменении фитопатогенного комплекса на семенах яровой пшеницы – *Bipolaris sorokiniana* не является преобладающим микромицетом [14].

В наших исследованиях все партии овса, подвергшиеся фитопатологической экспертизе, в большей степени были заражены комплексом микромицетов из родов *Alternaria* и *Fusarium*, меньше – *Bipolaris* sp.

Погодные условия в годы выращивания обследуемых партий овса были теплыми и характеризовались отклонением увлажнения в период вегетации от нормы, что приводило к ослаблению растений и к усилению развития фитопатогенных микромицетов, преимущественно токсинообразующих *Alternaria* spp. и *Fusarium* spp. и накоплению их на зерне (см. табл. 1, 2).

Установлена высокая повсеместная встречаемость грибов из рода *Alternaria*. Степень зараженности ими варьировала в зависимости от года урожая. Так, в партиях овса сорта Ровесник, выращенного в 2015 г., который характеризовался по ГТК как засушливый, зараженность грибами этого рода составила от 20 до 36% (среднее – 26%). В 2016 г. – по ГТК влажного, зерно урожая сорта Ровесник было заражено от 44 до 83% (среднее 61%), сорта Егорыч – от 43 до 91% (среднее 61%). В партиях урожаев 2020 г. и 2021 г. – слабо засушливых и влажных по разным районам независимо от сорта интервал зараженности был соответственно от 70 до 100% (среднее 78–92%) и от 60 до 98% (среднее 83–96%). Слабо засушливые и влажные условия вегетационных периодов способствуют высокой зараженности зерна грибами рода *Alternaria* 72–96%.

Bipolaris spp. отмечен во всех анализируемых партиях овса сорта Ровесник в урожае 2015, 2016 гг. при варьировании зараженности 3–12, 4–37% соответственно. Сорт Егорыч урожая 2016 г. имел зараженность от 3 до 87%. В урожае 2020 и 2021 гг. выявлены единичные партии, свободные от *Bipolaris* spp., но большинство имели степень заражения независимо от сорта 7–40 и 3–45% соответственно в 2020 г. и 2021 г. По районам зараженность партий *Bipolaris* spp. также различалась. У сорта Ровесник самой низкой (до 10%) в 2015 г. она отмечена в Куйтунском районе, в 2020 г. – в Заларинском и Тайшетском районах, в 2021 г. – в Аларском, Боханском и Заларинском районах. Сорт Егорыч наименьшее заражение в 2020 г. имел в Тайшетском районе, в

¹ГОСТ 12044–93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 33 с.

Табл. 1. Результаты фитопатологического анализа зерна овса сорта Ровесник**Table 1.** Results of phytopathological analysis of Rovesnik cultivar oat grain

Сорт, район, число партий	Год урожая	ГТК	Микромицеты, %			Общее заражение, %	Всхожесть, %
			<i>Alternaria</i> spp.	<i>Bipolaris</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.		
Ровесник, Куйтунский, 6 партий	2015	0,99	26	8	20	49	90
Ровесник, Заларинский, 8 партий	2016	1,66	61	19	31	81	76
Ровесник (среднее)	2020	–	85	17	54	100	69
В том числе:							
Аларский, 2 партии	2020	1,17	78	12	91	100	51
Баяндаевский, 2 партии	2020	1,62	89	20	53	100	66
Боханский, 1 партия	2020	1,27	88	20	0	100	71
Заларинский район, 2 партии	2020	1,20	80	5	55	100	57
Тайшетский, 2 партии	2020	1,65	92	4	65	100	83
Усть-Удинский, 2 партии	2020	1,19	87	40	63	100	88
Ровесник (среднее)	2021	–	92	16	28	100	68
В том числе:							
Аларский, 2 партии	2021	1,39	94	8	23	100	88
Баяндаевский, 2 партии	2021	1,70	90	45	26	100	57
Боханский, 3 партии	2021	1,35	92	7	19	100	68
Заларинский, 2 партии	2021	1,53	93	3	46	100	60

Табл. 2. Результаты фитопатологического анализа зерна овса сорта Егорыч**Table 2.** Results of phytopathological analysis of Egorych cultivar oat grain

Сорт, район, число партий	Год урожая	ГТК	Микромицеты, %			Общее заражение, %	Всхожесть, %
			<i>Alternaria</i> spp.	<i>Bipolaris</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.		
Егорыч, Заларинский, 9 партий	2016	1,66	61	28	20	82	86
Егорыч (среднее)	2020	–	79	15	36	100	72
В том числе:							
Аларский, 2 партии	2020	1,17	82	13	45	100	63
Баяндаевский, 2 партии	2020	1,62	81	15	42	100	75
Боханский, 2 партии	2020	1,27	78	30	23	100	63
Заларинский, 2 партии	2020	1,20	72	11	43	100	62
Тайшетский, 2 партии	2020	1,65	90	4	35	100	80
Усть-Удинский, 3 партии	2020	1,19	74	20	32	100	86
Егорыч (среднее)	2021	–	90	10	27	100	57
В том числе:							
Аларский, 2 партии	2021	1,39	85	8	25	100	45
Баяндаевский, 3 партии	2021	1,70	83	7	16	96	50
Боханский, 3 партии	2021	1,35	96	10	37	100	65
Заларинский, 3 партии	2021	1,53	96	16	30	100	68

2021 г. – в Аларском и Баяндаевском районах. Влияние гидротермических условий на степень зараженности зерна *Bipolaris* spp. не установлено, так у сорта Егорыч при значении ГТК 1,65 зараженность составила 4%, а 1,27 – 30%, у сорта Ровесник при ГТК 1,62 зараженность 20%, 1,65 – 4%.

Встречаемость фитопатогенов из рода *Fusarium* spp. не зависела от сорта, но сильно отличалась по годам. В зерне большинства партий урожая 2015, 2016 гг. зараженность микромицетами *Fusarium* spp. была в интервале 1–24% (среднее 20–31%), а в урожае 2020, 2021 гг. преобладали партии с очень высоким заражением этим возбудителем – 23–93% (среднее 0–91%), 20–67% (среднее 16–46%) соответственно. Единичные партии были свободны от *Fusarium* spp. Зерно обоих анализируемых сортов овса наиболее сильно было заражено в 2020 г. во всех изучаемых районах при ГТК от 1,17 до 1,65, особенно сорта Ровесник – средняя зараженность партий этого сорта была на 18% больше по сравнению с сортом Егорыч.

Широкие диапазоны заражения микромицетами в пределах рассматриваемых годов, районов и сортов позволяют предположить, что степень зараженности партий овса зависит не только от этих факторов, но и от приемов агротехники при выращивании культуры, применяемой в конкретном хозяйстве. Микромицеты зараженных семян овса могут способствовать усилению патогенности почвы и отрицательно влиять на фитосанитарную ситуацию в зерновых севооборотах. В настоящее время они применяются в Иркутской области при зерноживотноводческой специализации предприятий со стойловым содержанием животных, требующей использования концентрированных зерновых кормов, что вынуждает хозяйства сокращать пары и пропашные культуры.

С точки зрения безопасности использования зерна на продовольственные и фуражные цели необходимо обратить внимание

на высокую зараженность в регионе зерна овса токсинообразующими грибами родов *Alternaria* и *Fusarium*. Отрицательное действие высокой зараженности фитопатогенными микромицетами проявилось в снижении лабораторной всхожести овса, которая в подавляющем числе партий не превышала 87% и не могла соответствовать по качеству российскому стандарту ГОСТ Р 52325–2005 (см. табл. 1 и 2)².

В целях получения высокого урожая зерна, свободного от микотоксинов, и формирования благоприятной ситуации в зерновых агроценозах при возделывании овса следует отдавать предпочтение агроприемам, снижающим накопление и распространение фитопатогенных микромицетов, и учитывать фитосанитарное состояние семян. Партии семян с высокой зараженностью требуют обязательного предпосевного протравливания фунгицидами, разрешенными для применения в Российской Федерации.

ВЫВОДЫ

1. Фитопатогенные микромицеты родов *Alternaria* и *Fusarium* являются преобладающими при заражении зерна партий овса, выращенных в Иркутской области в 2015, 2016 и 2020, 2021 гг. *Bipolaris* spp. встречается реже, но в подавляющем числе обследованных партий превышает порог вредоносности заражения семян.

2. Аграриям Иркутской области в целях производства безопасной продовольственной продукции необходимо обратить внимание на высокую зараженность в регионе зерна овса токсинообразующими грибами родов *Alternaria* и *Fusarium*.

3. Микромицеты зараженных семян овса могут способствовать усилению патогенности почвы и сыграть отрицательную роль в формировании фитосанитарной ситуации в зерновых севооборотах, широко применяемых в настоящее время в Иркутской области.

²Семена сельскохозяйственных растений. Сортные и посевные качества. Общие и технические условия. М.: Стандартинформ, 2009. 23 с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исачкова О.А. Устойчивость голозерного овса к семенной инфекции // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. № 2. С. 11–16. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-2-2.
2. Баталова Г.А. Селекция зерновых культур на иммунитет на Северо-Востоке Европейской территории России // Зерновое хозяйство России. 2017. № 3. С. 8–11.
3. Нешумаева Н.А., Голубев С.С. Оценка устойчивости овса к сибирской популяции возбудителя красно-бурой пятнистости *Drechslera avenae* // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 5. С. 48–51.
4. Зобова Н.В., Луговцева С.Ю., Нешумаева Н.А. Исследование влияния метаболитов микомицетов рода *Fusarium* на каллусную культуру овса // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 7. С. 24–28.
5. Власов А.Г., Купцов В.Н., Халецкий С.П., Коломиец Э.И. Применение биопестицида Бактавен для защиты посевов овса от болезней // Вестник защиты растений. 2017. № 2. С. 40–45.
6. Левитин М.М., Джавахия Г.Г. Токсикогенные грибы и проблемы продовольственной безопасности (обзор) // Достижения науки и техники АПК. 2020. № 12. С. 5–11.
7. Drakopoulos D., Kagi A., Alejandro G., Six J., Jenny E., Forrer H-R., Musa T., Meca G., Vogelgsang S. Prevention of *Fusarium* head blight infection and mycotoxins in wheat with cut-and-carry biofumigation and botanicals. *Field Crops Research*, 2020, no. 246, P. 107681.
8. Кононенко Г.П., Зотова А.Е., Буркин А.А. Опыт микотоксикологического обследования зернофуражных культур // Сельскохозяйственная биология. 2021. № 5. С. 958–967. DOI: 10.15389/agrobiology.2021.5.958rus.
9. Киселева М.Г., Седова И.Б., Чальый З.А., Захарова Л.П., Аристархова Т.Б., Тутельян В.А. Анализ продовольственного зерна в Российской Федерации на загрязненность широким спектром микотоксинов (на примере урожая 2018 года) // Сельскохозяйственная биология. 2021. № 3. С. 559–577. DOI: 10.15389/agrobiology.2021.3.559rus.
10. Орина А.С., Гаврилова О.П., Гагкаева Т.Ю., Голина Н.Н. Контаминация зерна в Западной Сибири грибами *Alternaria* и их микотоксинами // Вестник защиты растений. 2021. № 3. С. 153–162.

11. Лоскутов И.Г., Шеленга Т.В., Конарев А.В., Хорева В.И., Шварда А.Л., Блинова Е.В., Гнутиков А.А. Биохимические аспекты взаимоотношений грибов и растений на примере фузариоза овса // Сельскохозяйственная биология. 2019. № 3. С. 575–588.
12. Орина А.С., Гаврилова О.П., Гагкаева Т.Ю., Лоскутов И.Г. Симбиотические взаимоотношения грибов *Fusarium* и *Alternaria*, колонизирующих зерно овса // Сельскохозяйственная биология. 2017. № 5. С. 986–994.
13. Sarrocco S., Vannacci G. Preharvest application of beneficial fungi as a strategy to prevent postharvest mycotoxin contamination: A review. *Crop Protection*, 2018, no. 110, pp. 160–170.
14. 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. № 3. С. 24–30. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-3-3.

REFERENCES

1. Isachkova O.A. Resistance of hulless oats to seed infection. *Sibirskij vestnik sel'skokhozyaistvennoy nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2018, no. 2, pp. 11–16. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2018-2-2.
2. Batalova G.A. Grain crop breeding for immunity in the north-east of the European territory of Russia. *Zernovoe khozyaistvo Rossii = Grain economy of Russia*, 2017, no. 3, pp. 8–11. (In Russian).
3. Neshumaeva N.A., Golubev S.S. Evaluation of oat resistance to Siberian population of a pathogenic agent of leaf stripe DRECHSLERA AVENAE. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2018, no. 5, pp. 48–51. (In Russian).
4. Zobova N.V., Lugovtsova S.Yu., Neshumaeva N.A. Study of the influence of micromycetes' metabolites of fusarium genus on callus oat culture. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2019, no. 7, pp. 24–28. (In Russian).
5. Vlasov A.G., Kuptsov V.N., Khaletsky S.P., Kolomiets E.I. Application of Bactaven biopesticide in oat crop protection against diseases. *Vestnik zaschity rastenij = Plant Protection News*, 2017, no. 2, pp. 40–45. (In Russian).

6. Levitin M.M., Dzhavakhiya V.G. Toxigenic fungi and food security issues (review). *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2020, no. 12, pp. 5–11. (In Russian).
7. Drakopoulos D., Kägi A., Alejandro G., Six J., Jenny E., Forrer H-R., Musa T., Meca G., Vogelgsang S. Prevention of Fusarium head blight infection and mycotoxins in wheat with cut-and-carry biofumigation and botanicals. *Field Crops Research*, 2020, no. 246, p. 107681.
8. Kononenko G.P., Zotova E.V., Burkin A.A. Advances in mycotoxicological research of forage grain crops. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2021, no. 5, pp. 958–967. (In Russian). DOI: 10.15389/agrobiology.2021.5.958rus.
9. Kiseleva M.G., Sedova I.B., Chalyy Z.A., Zakharova L.P., Aristarkhova T.V., Tutelyan V.A. Multi-mycotoxin screening of food grain produced in Russia in 2018. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2021, no. 3, pp. 559–577. (In Russian). DOI: 10.15389/agrobiology.2021.3.559rus.
10. Orina A.S., Gavrilova O.P., Gagkaeva T.Yu., Gogina N.N. Contamination of grain in West Siberia by *Alternaria* fungi and their mycotoxins. *Vestnik zashchity rastenij = Plant Protection News*, 2021, no. 3, pp. 153–162. (In Russian).
11. Loskutov I.G., Shelenga T.V., Konarev A.V., Horeva V.I., Shvarda A.L., Blinova E.V., Gnutikov A.A. Biochemical aspects of interactions between fungi and plants: a case study of *Fusarium* in oats. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2019, no. 3, pp. 575–588. (In Russian).
12. Orina A.S., Gavrilova O.P., Gagkaeva T. Yu., Loskutov I.G. Symbiotic relationships between aggressive *Fusarium* and *Alternaria* fungi colonizing oat grain. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2017, no. 5, pp. 986–994. (In Russian).
13. Sarrocco S., Vannacci G. Preharvest application of beneficial fungi as a strategy to prevent post-harvest mycotoxin contamination: A review. *Crop Protection*, 2018, no. 110, pp. 160–170.
14. Kekalo A.Yu., Zargaryan N.Yu., Filippov A.S., Nemchenko V.V. Efficiency of application of fungicides for spring wheat protection against root rots. *Sibirskij vestnik sel'skokhozyaistvennoy nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2019, no. 3, pp. 24–30. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2019-3-3.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ Разина А.А., кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник; адрес для переписки: 664511, Иркутская область, Иркутский район, с. Пивовариха, ул. Дачная, 14; e-mail: gnu_iniiish_nauka@mail.ru

Дятлова О.Г., научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ Alfiya A. Razina, Candidate of Science in Biology, Associate Professor, Senior Researcher; address: 14, Dachnaya St., Pivovarikhka, Irkutsk district, Irkutsk region, 664511; e-mail: gnu_iniiish_nauka@mail.ru

Olga G. Dyatlova, Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 20.01.2021
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 05.04.2022
Дата публикации / Published 25.05.2022