

 pismavavilov.ru

DOI 10.18699/LettersVJ-2023-9-03

Оригинальное исследование

## Вирулентность популяции возбудителя покрытой головни овса *Ustilago kollerii* в Новосибирской области

Н.П. Бехтольд , Е.А. Орлова , Ю.Н. Григорьев 

**Аннотация:** В Новосибирской области широко распространено заболевание покрытой головни овса, вызванное возбудителем *Ustilago kollerii* Wille. С 2013 по 2022 г. проведены исследования по определению расовой дифференциации популяции возбудителя покрытой головни овса. Работа выполнена на искусственном инфекционном фоне фитопатологического участка лаборатории генофонда растений СибНИИРС – филиала ИЦиГ СО РАН с использованием общепринятого российского набора сортов-дифференциаторов. Анализ экспериментальных данных показал, что новосибирская популяция *U. kollerii* не дифференцируется на расы. Сорта-дифференциаторы проявляют тип реакции, который не соотносится с известным ключом для определения рас. С 2020 г. выявлены изменения в вирулентности популяции *U. kollerii*. Высокоустойчивые сорта Monarch, Fulghum, Сиг и Орион с 2020 г. стали в значительной степени поражаться патогеном. Стабильную устойчивость к возбудителю покрытой головни за все годы наблюдений проявляли сорта Black Diamond, Black Mesdag и Львовский 1026. Отмечено отличие новосибирской популяции гриба по вирулентности от популяций Омской области и Алтайского края.

**Ключевые слова:** овес посевной; вирулентность; популяция; покрытая головня; расовый состав; сорта-дифференциаторы; возбудитель; споры; сорт; иммунитет.

**Благодарности:** Работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН № FWNR-2022-0018.

**Для цитирования:** Бехтольд Н.П., Орлова Е.А., Григорьев Ю.Н. Вирулентность популяции возбудителя покрытой головни овса *Ustilago kollerii* в Новосибирской области. *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2023;9(1):15-20. DOI 10.18699/LettersVJ-2023-9-03

Original article

## Virulence of the pathogen of covered smut of oats *Ustilago kollerii* in the Novosibirsk region

N.P. Behtold , E.A. Orlova , Yu.N. Grigoriev 

**Abstract:** In the Novosibirsk region, the disease of covered smut of oats caused by the pathogen *Ustilago kollerii* Wille is widespread. Between 2013 and 2022 studies were carried out to determine the racial differentiation of the population of the causative agent of covered smut of oats. The work was carried out on an artificial infectious background of the phytopathological site of the Plant Gene Pool Laboratory of SibNIIRS, a branch of the Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, using the generally accepted Russian set of differentiator varieties. An analysis of the experimental data showed that the Novosibirsk population of *U. kollerii* does not differentiate into races. Varietal differentiators exhibit a type of response that does not correlate with the known key for determining races. It was revealed that since 2020 there have been changes in the virulence of the *U. kollerii* population. The highly resistant cultivars Monarch, Fulghum, Sig and Orion have been heavily attacked by the pathogen since 2020. Varieties Black Diamond, Black Mesdag and Lgovsky 1026 showed stable resistance to the pathogen of covered smut over all the years of observations. The difference of the Novosibirsk population of the fungus in terms of virulence from the populations of the Omsk Region and Altai Territory was noted.

**Key words:** seed oats; virulence; population; dusty smut; covered smut; racial composition; differentiator varieties; pathogen; spores; variety; immunity.

**Acknowledgments:** The work was supported by the budget project of the ICG SB RAS No. FWNR-2022-0018.

**For citation:** Behtold N.P., Orlova E.A., Grigoriev Yu.N. Virulence of the pathogen of covered smut of oats *Ustilago kollerii* in the Novosibirsk region. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2023;9(1):15-20. DOI 10.18699/LettersVJ-2023-9-03 (in Russian)

Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал Федерального исследовательского центра Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, р.п. Краснообск, Новосибирская область, Россия  
Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

 telichkinanina@mail.ru

© Бехтольд Н.П., Орлова Е.А., Григорьев Ю.Н., 2023

## Введение

Овес – универсальная по распространенности и использованию культура (Градобоев, Баталова, 2020). Овес выращивают во всех зерносеющих областях России, он служит сырьем для пищевой и комбикормовой промышленности (Николаев и др., 2019). В Новосибирской области овес находится на третьем месте по занимаемым площадям, уступая пшенице и яровому ячменю. Выращивают в основном пленчатые сорта сибирской селекции. С 2013 по 2022 г. площадь данной культуры варьировала от 155.8 до 228 тыс. га<sup>1</sup>.

Овес подвержен многим грибным заболеваниям, которые выступают ключевыми причинами ухудшения качества зерна и снижения урожая. Среди них наиболее вредоносные пыльная (*Ustilago avenae* Pers.) и покрытая (*Ustilago kollerii* Wille) головня (Мешкова, Пяткова, 2017; Мешкова и др., 2020). Головневые заболевания вызывают микроскопические грибы класса Basidiomycetes порядка Ustilaginales. Специализированные паразиты способны заражать растения только одного вида (Бахарева, 1978, 2003). В Новосибирской области (по данным полевой апробации посевов) максимальное распространение головневых болезней на растениях овса в 2022 г. составило 20.0 %<sup>2</sup>.

Возбудитель покрытой головни овса (*U. kollerii* Wille) – одно из наиболее распространенных и вредоносных инфекционных заболеваний. Симптомы заболевания заметны с начала выхода метелок из влагалища. Внешние колосковые чешуи каждого колоска разрушаются только частично, поэтому споры не рассыпаются и колоски сохраняют нормальную форму – при обмолоте не пылят, а разламываются на кусочки (рис. 1).

Хламидоспоры возбудителя гладкие, светло-коричневые. При прорастании образуют четырехклеточный промицелий со споридиями (рис. 2). На семенах овса хламидоспоры сохраняются в бороздках, трещинах и между чешуями. При набухании семян они прорастают, образуют споридии и дикариотические гифы, которые инокулируют колеоптиле (Кривченко, 1984). Наиболее благоприятная температура почвы для развития возбудителя составляет 10–25 °С.

Потеря сортами устойчивости объясняется появлением новых вирулентных рас. Исследования многих авторов подтверждают, что первый этап при работе с головневыми грибами заключается в определении расового состава популяции в конкретной агроклиматической зоне (Заушинцева и др., 2005; Христов и др., 2007; Свиркова и др., 2016; Орлова, Бехтольд, 2019). В сравнении с другими фитопатогенными грибами в отношении возбудителей головневых понятие о расе видоизменено в связи со спецификой биологии гриба. Расы в применении к головневым – чаще всего либо культурально различающиеся гаплоидные клетки, либо отличающиеся по вирулентности споровые популяции. Несмотря на эти особенности возбудителя, термин «физиологическая раса» установлен и определяется как образец хламидоспор,

который имеет относительно одинаковую вирулентность на определенных тест-сортах (Бахарева, 1981, 2003; Кривченко, 1984).

Исследования расового состава возбудителя покрытой головни овса начал проводить Н.И. Вавилов. Еще в 1918 г. ученый отметил физиологическую специализацию возбудителя на сорте Black Mesdag. Расовую дифференциацию головни овса изучали в США (G.M. Reed, K. Sampson, J.W. Tervet, E.D. Hansing, T.R. Staton), Канаде (W.J. Cherewick, J. Nielsen), Шотландии (E.G. Gray) и Чехословакии (P. Bartos) (Nielsen, 1977; Вавилов, 1986). Идентификацию рас возбудителя покрытой головни в России продолжили специалисты Всесоюзного института растениеводства (ныне Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, ВИР) под руководством В.И. Кривченко (1984). Учеными предложен тестерный ряд, включавший набор сортов-дифференциаторов Холтона и Роденхайзера, дополненный устойчивыми в России сортами. Всего на этом наборе для нашей страны установлены четыре расы покрытой головни овса (Кривченко, 1984).

По данным Л.В. Пестовой (1981), при обследовании территории Алтайского края отмечено появление новых 12 рас *U. kollerii*. На посевах в Омской области в 1978 г. выявлена раса У-2, к которой проявляют устойчивость три сорта стандартного тест-набора – Victory, Fulghum и Black Mesdag (Мешкова, Пяткова, 2017). В Новосибирской области изучением расового состава покрытой головни овса занималась Ж.А. Бахарева, которая определила расу 1 (1978). В дальнейшем исследований по определению расового состава популяции возбудителя покрытой головни овса не проводили. В связи с этим нами с 2013 г. продолжено изучение вирулентности популяции возбудителя заболевания *U. kollerii* в Новосибирской области.

## Материалы и методы

Анализ вирулентности популяции возбудителя покрытой головни овса проводили в 2013–2022 гг. в полевых условиях на инфекционном фоне фитопатологического участка лаборатории генофонда растений СибНИИРС – филиала ИЦиГ СО РАН, расположенного в 17 км от Новосибирска.

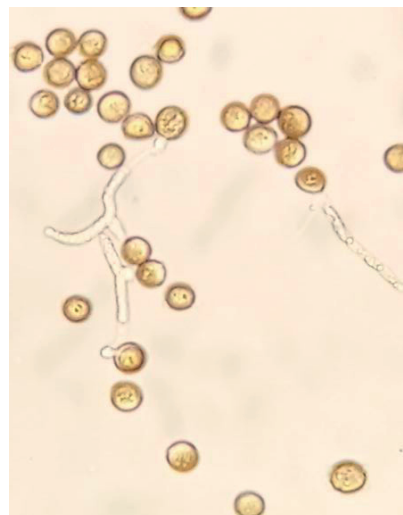
Семена инфицировали за месяц до посева телиоспорами *U. kollerii* на приборе РТ-1 по методике Кривченко (1984) (рис. 3). Инфекционный материал собирали ежегодно с отдельных колосьев различных сортов с селекционных полей СибНИИРС в фазу молочно-восковой спелости. Инокулюм для заражения готовили из расчета 2 г спор на 1 л воды. Для быстрого и массового прорастания хламидоспор использовали питательную среду, содержащую 0.2 % агар-агара и 1 % глюкозы. Семена изучаемых образцов помещали в бумажные пакеты в количестве 80–90 зерен в двух повторениях. В стакан прибора наливали по 300 мл питательной среды и добавляли инокулюм. Обработанные семена овса высыпали обратно в бумажные пакеты, закрывали полиэтиленовой пленкой и оставляли на сутки при комнатной температуре. На следующий день пакеты открывали для просушивания. Подсушенные семена помещали в прохладное место и хранили до посева.

<sup>1</sup> Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство. Методологические пояснения. Доступно: <https://novosibstat.gks.ru/folder/32616>

<sup>2</sup> Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Новосибирской области в 2021 году и прогноз развития вредных объектов в 2022 году. Новосибирск, 2022. Доступно: <https://direct.farm/content/c08/c0888fe705354d39b32fea41117dd8ec4043266.pdf>



**Рис. 1.** Пораженная *U. kollerii* метелка  
**Fig. 1.** Panicle affected by *U. kollerii*



**Рис. 2.** Прорастание хламидоспор *U. kollerii*  
**Fig. 2.** Germination of chlamydospores *U. kollerii*



**Рис. 3.** Прибор РТ-1  
**Fig. 3.** Device RT-1

Опыты размещали по пару. Обработка почвы – зяблевая вспашка, ранневесеннее боронование, предпосевные культивация и внесение удобрений. Посев осуществляли в первой декаде мая кассетной сеялкой СКС-6, каждого сорта высевали не менее 100 инфицированных зерен (рис. 4). Погодные условия в годы исследований различались, но в основном были благоприятными для создания инфекционного фона, а также роста и развития растений овса. Дифференциацию рас возбудителя осуществляли по методике ВИР на общепринятом российском наборе сортов-дифференциаторов с идентифицированными генами устойчивости *Uk* (табл. 1) (Кривченко, 1984).

Учетную реакцию каждого сорта фиксировали по максимальному поражению. Подсчет больных и здоровых метелок проводили в фазу молочной спелости зерна. Степень устойчивости растений определяли по шкале В.И. Кривченко (1984), где R (Resistance) – устойчивые сорта (поражение до 10 %), S (Sensitive) – восприимчивые сорта (поражение более 10 %). Полученные результаты сопоставляли с ключом для определения физиологических рас (табл. 2).

С целью контроля вирулентности популяций проводили оценку устойчивых сортов Сиг, Орион и стандарта восприимчивости – Ровесник.



Рис. 4. Фитопатологический участок

Fig. 4. Phytopathological site

Таблица 1. Тест-сорты для идентификации рас возбудителя покрытой головни овса

Table 1. Test-varieties for the identification of race covered smut of oats

№ по каталогу ВИР	Сорт	Происхождение	Ген устойчивости
			<i>Uk</i>
8054	Anthony	США	–
1830	Black Diamond	Франция	–
8259	Victory	Швеция	24, 25
1854	Gothland	США	–
2038	Monarch	Франция	–
2022	Fulghum	США	–
9981	Leline	США	–
9809	Black Mesdag	Франция	–
10790	Льговский 1026	СССР	–

Таблица 2. Ключ для определения рас *U. kollerii*Table 2. Race key for *U. kollerii*

№ расы	Тип реакции сортов-дифференциаторов								
	Anthony	Black Diamond	Victory	Gothland	Monarch	Fulghum	Black Mesdag	Leline	Льговский 1026
1	S	R	R	S	S	R	R	R	S
2	S	R	R	S	R	R	R	R	S
3	S	R	R	S	S	R	R	S	R
4	S	R	R	R	S	R	R	R	R

Примечание. Здесь и далее в табл. 3: R – устойчивая реакция, S – восприимчивая реакция.

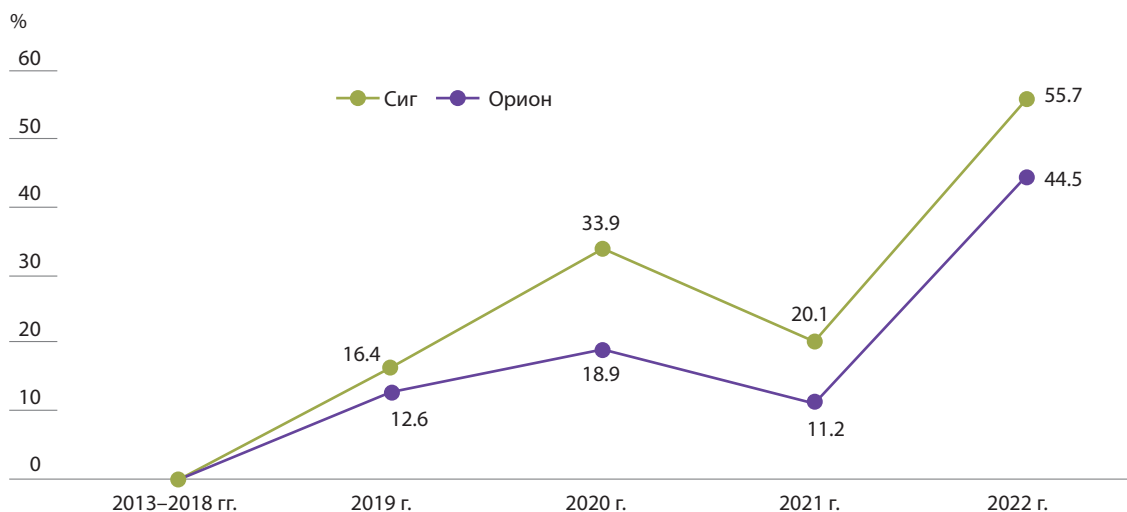
## Результаты и обсуждение

При анализе данных по изучению вирулентности покрытой головни овса установлено, что популяция возбудителя *U. kollerii* в Новосибирской области не дифференцируется с момента изучения, тип реакции не совпадал с известным

ключом для определения рас (табл. 3). Сорт Ровесник (индикатор восприимчивости) имел высокий процент поражения, что свидетельствовало о качественном искусственном инфекционном фоне. За все годы исследования сорта Anthony, Victory, Leline были восприимчивы к популяции

**Таблица 3.** Поражаемость (%) сортов-дифференциаторов овса популяцией возбудителя покрытой головни, 2013–2022 гг.  
**Table 3.** Infection (%) of varieties of oat differentiators by the population of the causative agent of covered smut, 2013–2022

Сорт	2013–2018 гг.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Anthony	(21.9–65.7) <b>S</b>	(27.5) <b>S</b>	(45.2) <b>S</b>	(12.3) <b>S</b>	(39.8) <b>S</b>
Black Diamond	(0) <b>R</b>	(0) <b>R</b>	(0) <b>R</b>	(0) <b>R</b>	(3.9) <b>R</b>
Victory	(11.9–27.0) <b>S</b>	(13.1) <b>S</b>	(45.5) <b>S</b>	(11.5) <b>S</b>	(25.8) <b>S</b>
Gothland	(0.0–1.5) <b>R</b>	(0) <b>R</b>	(9.9) <b>R</b>	(9.7) <b>R</b>	(4.9) <b>R</b>
Monarch	(0.0–2.3) <b>R</b>	(10.1) <b>R-S</b>	(62.7) <b>S</b>	(15.4) <b>S</b>	(50.2) <b>S</b>
Fulghum	(0) <b>R</b>	(0) <b>R</b>	(50.6) <b>S</b>	(40.1) <b>S</b>	(19.6) <b>S</b>
Black Mesdag	(0) <b>R</b>	(0) <b>R</b>	(2.9) <b>R</b>	(0) <b>R</b>	(0) <b>R</b>
Leline	(5.7–22.5) <b>S</b>	(42.8) <b>S</b>	(85.8) <b>S</b>	(80.2) <b>S</b>	(70.1) <b>S</b>
Льговский 1026	(0.0–9.4) <b>R</b>	(8.0) <b>R</b>	(2.3) <b>R</b>	(0) <b>R</b>	(6.4) <b>R</b>
Ровесник, индикатор	(29.3–61.9) <b>S</b>	(28.9) <b>S</b>	(51.4) <b>S</b>	(43.1) <b>S</b>	(82.4) <b>S</b>

**Рис. 5.** Динамика поражения сортов Сиг, Орион и Ровесник возбудителем *U. kollerii*, 2013–2022 гг.**Fig. 5.** Dynamics of infection of varieties Sig, Orion and Rovesnik by the pathogen *U. kollerii*, 2013–2022

возбудителя. Согласно ключу для определения рас, сорт Victory, несущий два гена устойчивости (*Uk-24* и *Uk-25*), выступал иммунным ко всем четырем расам. В представленном исследовании поражение этого тест-сорта составило от 11.9 до 45.5% (см. табл. 3). На протяжении десяти лет в Новосибирской области сохраняли устойчивость сорта Black Diamond, Black Mesdag и Льговский 1026.

С 2020 г. генетическая структура популяции претерпела изменения, появились новые расы, способные преодолеть устойчивость сортов Gothland, Monarch и Fulghum (см. табл. 3). Если до 2019 г. популяция возбудителя была авирулентна к сортам Monarch и Fulghum, то с 2020 г. сорта потеряли устойчивость. На протяжении трех лет (2020–2022 гг.) данные сорта показывали восприимчивую реакцию к патогену.

С учетом изменения поражения тест-сортов Monarch, Fulghum и сортов Сиг, Орион результаты изучения условно

разделили на два периода: с 2013 по 2018 и с 2019 по 2022 г. Сорта Сиг и Орион проявляли иммунитет к популяции покрытой головни до 2018 г. (рис. 5). Если в 2019 г. поражение возбудителем *U. kollerii* сорта Сиг составило 12.6%, сорта Орион – 16.4%, то в 2022 г. уже 44.5 и 55.7% соответственно. Мы можем предположить, что появились новые вирулентные расы, которые преодолели устойчивость сортов Monarch, Fulghum, Сиг и Орион. Изменение вирулентности патогенов, вероятно, обусловлено сортообновлением и генетической однородностью по устойчивости выращиваемых сортов.

По данным Л.В. Мешковой и О.В. Пятковой (2017), в Омской области в популяции *U. kollerii* зафиксирована раса У-2, которая в отличие от новосибирской популяции поражает сорта Black Diamond, Gothland и не поражает сорта Victory и Fulghum. В популяции Алтайского края Л.В. Пестовой (1996) отмечено 12 новых рас возбудителя покрытой головни. Все

расы были вирулентны к тест-сорт Black Diamond за исключением расы K-7. В сравнении с новосибирской популяцией эта раса поражала сорт Львовский 1026, но не поражала тест-сорт Fulghum. Таким образом, популяция покрытой головни овса в Новосибирской области отличается от популяций, распространенных на территории Омской области и Алтайского края.

## Заключение

Результаты представленного исследования показали изменения в популяции возбудителя *U. kollerii* по признаку вирулентности к сортам-дифференциаторам с 2019 г. На это указывает снижение устойчивости сортов Сиг и Орион, а также сортов-дифференциаторов Monarch и Fulghum. По ключу для определения рас *U. kollerii*, рекомендованному ВИР (1984), новосибирская популяция не дифференцируется в течение десяти лет наблюдений. Стабильную устойчивость к возбудителю покрытой головне овса проявляют сорта Black Diamond, Gothland, Black Mesdag и Львовский 1026. Отмечено отличие популяции гриба в Новосибирской области по признаку вирулентности от популяций Омской области и Алтайского края. Сорт Victory, несущий известные два гена устойчивости (*Uk-24*, *Uk-25*), в Новосибирской области является восприимчивым к *U. kollerii* (поражение семян до 45.5 %).

## Список литературы / References

Бахарева Ж.А. Изучение расового состава головневых заболеваний зерновых культур в Западной Сибири. В: Проблемы селекции и семеноводства полевых культур в Сибири. Новосибирск, 1978; 93-96.  
[Bakhareva Zh.A. The study of the racial composition of smut diseases of grain crops in Western Siberia. In: Problems of selection and seed production of field crops in Siberia. Novosibirsk, 1978;93-96. (in Russian)]

Бахарева Ж.А. Устойчивость зерновых культур к головневым болезням в Западной Сибири. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Новосибирск, 1981.  
[Bakhareva Zh.A. Resistance of grain crops to smut diseases in Western Siberia. Cand. Sci. (Agricul.) Dissertation. Novosibirsk, 1981. (in Russian)]

Бахарева Ж.А., Христов Ю.А. Создание сортов зерновых культур, устойчивых к головневым заболеваниям в Западной Сибири. Новосибирск: СибНИИРС, 2003.  
[Bakhareva Zh.A., Khristov Yu.A. Creation of varieties of grain crops resistant to smut diseases in Western Siberia. Novosibirsk: SibNIIRS Publ., 2003. (in Russian)]

Вавилов Н.И. Иммуниет растений к инфекционным заболеваниям. М.: Наука, 1986.  
[Vavilov N.I. Plant immunity to infectious diseases. Moscow: Nauka Publ., 1986. (in Russian)]

Градоболева Т.П., Баталова Г.А. Влияние факторов среды на устойчивость овса к пыльной головне. *Зерновое хозяйство России*. 2020;3(69):72-76. DOI 10.31367/2079-8725-2020-69-3-72-76.  
[Gradoboeva T.P., Batalova G.A. The effect of environmental factors on oats resistance to loose smut. *Grain Economy of Russia*. 2020;3(69): 72-76. DOI 10.31367/2079-8725-2020-69-3-72-76. (in Russian)]

Заушинцева А.В., Сартакова С.В., Чуманова Н.Н. Расовая дифференциация видов головни овса в Западной Сибири. В: Доклады и сообщения 9-й генетико-селекционной школы-семинара. Новосибирск, 2005;330-334.

[Zaushintsena A.V., Sartakova S.V., Chumanova N.N. Racial differentiation of oat smut species in Western Siberia. In: Reports and messages of the 9th genetic breeding school-seminar. Novosibirsk, 2005; 330-334. (in Russian)]

Кривченко В.И. Устойчивость зерновых колосовых к возбудителям головневых болезней. М.: Колос, 1984.  
[Krivchenko V.I. Resistance of grain crops to pathogens of smut diseases. Moscow: Kolos Publ., 1984. (in Russian)]

Мешкова Л.В., Николаев П.Н., Васюкевич С.В., Сабаяева О.Б., Пяткова О.В. Иммунологические исследования ячменя и овса по устойчивости к природным популяциям головневых заболеваний. *Достижения науки и техники АПК*. 2020;34(10):43-49. DOI 10.24411/0235-2451-2020-11006.  
[Meshkova L.V., Nikolaev P.N., Vasyukevich S.V., Sabaeva O.B., Pyatkova O.V. Immunological characteristics of barley and oats for resistance to natural populations of smut diseases. *Achievement of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2020;34(10):43-49. DOI 10.24411/0235-2451-2020-11006. (in Russian)]

Мешкова Л.В., Пяткова О.В. Мониторинг популяций возбудителей головневых заболеваний овса в Омской области. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2017; 11(157):13-18.  
[Meshkova L.V., Pyatkova O.V. Monitoring of pathogen populations of smuts of oats in the Omsk region. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2017;11(157):13-18. (in Russian)]

Николаев П.Н., Аниськов Н.И., Юсова О.А., Сафонова И.В. Адаптивность урожайности ярового овса в условиях Омского Прииртышья. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019;179(4):28-38. DOI 10.30901/2227-8834-2019-28-38.  
[Nikolaev P.N., Aniskov N.I., Yusova O.A., Safonova I.V. Adaptability of spring oat yield in the environments of the Near-Irtysh area in Omsk province. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2019;179(4):28-38. DOI 10.30901/2227-8834-2019-28-38. (in Russian)]

Орлова Е.А., Бехтольд Н.П. Характеристика генофонда яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по устойчивости к пыльной головне в условиях лесостепи Западной Сибири. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2019;23(5):551-558. DOI 10.18699/VJ19.524.  
[Orlova E.A., Baechtold N.P. Characteristics of the gene pool of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) for resistance to loose smut in the forest-steppe of Western Siberia. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019;23(5):551-558. DOI 10.18699/VJ19.524. (in Russian)]

Пестова Л.В. Изучение исходного материала овса на устойчивость к пыльной головне с целью использования в селекции в условиях Западной Сибири. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Новосибирск, 1981.  
[Pestova L.V. The study of the source material of oats for resistance to loose smut for the purpose of using in breeding in the conditions of Western Siberia. Cand. Sci. (Agricul.) Dissertation. Novosibirsk, 1981. (in Russian)]

Свиркова С.В., Старцев А.А., Заушинцева А.В. Болезни овса в Западной Сибири и генетические источники устойчивости. *Известия ТСХА*. 2016;1:108-115.  
[Svirikova S.V., Startsev A.A., Zaushintsena A.V. Oats diseases in Western Siberia and genetic sources of resistance. *Izvestiya TSHA*. 2016;1: 108-115. (in Russian)]

Христов Ю.А., Бахарева Ж.А., Орлова Е.А., Сочалова Л.П. Иммунологические исследования в селекционном процессе основных сельскохозяйственных культур. *Достижения науки и техники АПК*. 2007;12:14-16.  
[Khristov Yu.A., Bakhareva Zh.A., Orlova E.A., Sochalova L.P. Immunological studies in the selection process of the main agricultural crops. *Achievement Sci. Technol. Agro-Industrial Complex*. 2007;12:14-16. (in Russian)]

Nielsen J. A collection of cultivars of oats immune or highly resistant to smut. *Can. J. Plant Sci*. 1977;57(1):199-212. DOI 10.4141/cjps77-028.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 08.12.2022. После доработки 25.01.2023. Принята к публикации 01.02.2023.