

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК: 632.9+632.4:633.11

DOI: 10.31367/2079-8725-2021-75-3-82-87

НОВЫЕ ИСТОЧНИКИ УСТОЙЧИВОСТИ К МУЧНИСТОЙ РОСЕ СРЕДИ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ СЕЛЕКЦИОННЫХ ИММУНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГРАММ В АГРАРНОМ НАУЧНОМ ЦЕНТРЕ «ДОНСКОЙ»

Т.Г. Дерова, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X;

Н.В. Шишкин, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, nik.shishkin.1961@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3863-0297;

О.С. Кононенко, агроном лаборатории иммунитета и защиты растений, olapavlenko3008@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7012-6440

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Планомерные работы по созданию сортов озимой пшеницы с устойчивостью к комплексу наиболее вредоносных болезней в зоне деятельности «Аграрного научного центра «Донской» проводятся с начала 1970-х годов. За этот период создано большое количество сортов, проявляющих устойчивость к 3–4 болезням в условиях инфекционных фонов возбудителей болезней. В результате анализа сортов установлено низкое количество сортов с устойчивостью к мучнистой росе. Мучнистая роса, вызываемая грибом *Blumeria graminis* (DC) Speer, проявляется на посевах пшеницы ежегодно, поражая все надземные органы растений. Ранее в ФГБНУ «АНЦ «Донской» были созданы и широко возделывались в производстве сорта со средней устойчивостью к мучнистой росе: Танаис (2006), Находка (2015), Этюд, Шеф, Лилит (2016), Вольница (2017), Полина, Юбилей Дона, Подарок Крыму (2018), Нива Дона (2019). В последние годы селекционерами создан ряд сортов с высокой устойчивостью к патогену: Донская степь (2016), Премьера, Универ (2018), Приазовье, Золотой колос (2020). Но селекция на устойчивость к мучнистой росе сложна, так как объясняется небольшим количеством эффективных генов устойчивости и их источников. Поэтому целью исследования является выявление новых источников устойчивости к патогену. В условиях искусственного заражения в течение 10 лет проведено испытание 302 сортов и образцов озимой пшеницы отечественной и зарубежной селекции. Иммунных сортов не установлено, выявлен небольшой процент (15,2) устойчивых к возбудителю. Среди российских сортов это Л 3191 к-5-8, Ахмат, Алиевич, Барьер, Уляша, Княгиня Ольга, которые не имели поражения за годы испытаний. Из зарубежных сортов лучшими по устойчивости к мучнистой росе выявлены сорта Бомбус, Сейлор (Франция), Этана, Ротакс, КВС-Эмиль (Германия), Фиделиус (Австрия), MV 09-04 (Венгрия). Все выделившиеся источники устойчивости рекомендуются в селекционные программы на иммунитет.

Ключевые слова: мучнистая роса, устойчивость, восприимчивость, инфекционный фон, балл, сорт.

Для цитирования: Дерова Т.Г., Шишкин Н.В., Кононенко О.С. Новые источники устойчивости к мучнистой росе среди озимой мягкой пшеницы для корректировки селекционных иммунологических программ в «Аграрном научном центре «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2021. № 3(75). С. 82–87. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-75-3-82-87.



NEW SOURCES OF POWDERY MILDEW RESISTANCE AMONG WINTER BREAD WHEAT FOR ADJUSTING THE BREEDING IMMUNOLOGICAL PROGRAMS IN THE AGRICULTURAL RESEARCH CENTER “DONSKOY”

T.G. Derova, leading researcher of the laboratory for plant immunity and protection, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X;

N.V. Shishkin, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for plant immunity and protection, nik.shishkin.1961@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3863-0297;

O.S. Kononenko, agronomist of the laboratory for plant immunity and protection, olapavlenko3008@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7012-6440

FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy”,

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Systematic work on the development of winter wheat varieties possessing resistance to a complex of the most harmful diseases has been carried out in the Agricultural Research Center “Donskoy” since the early 1970s. During this period, there has been created a large number of varieties that possess resistance to 3–4 diseases in conditions of infectious backgrounds of pathogens. Due to the analysis of varieties, there was identified a small number of varieties resistant to powdery mildew. Powdery mildew, caused by the fungus *Blumeria graminis* (DC) Speer, annually occurs on wheat, affecting all aboveground plant organs. Earlier the FSBSI “ARC “Donskoy” developed and widely cultivated the medium-resistant varieties ‘Tanais’ (2006), ‘Nakhodka’ (2015), ‘Etyud’, ‘Shef’, ‘Lilit’ (2016), ‘Volnitsa’ (2017), ‘Polina’, ‘Yubiley Dona’, ‘Podarok Krymu’ (2018), ‘Niva Dona’ (2019). In recent years, breeders have developed such varieties with high resistance to the pathogen as ‘Donskaya Step’ (2016), ‘Premiera’, ‘Univer’ (2018), ‘Priazovye’,

'Zolotoy Kolos' (2020). But the breeding process of varieties for resistance to powdery mildew is difficult, since it is explained by the small number of effective resistance genes and their sources. Therefore, the purpose of the current study was to identify new sources of resistance to the pathogen. Under the conditions of artificial infection, during last 10 years there was conducted a testing of 302 varieties and samples of winter wheat of domestic and foreign breeding. There have not been identified immune varieties. There was identified a small percentage (15.2) of varieties that were resistant to the pathogen. Among the Russian varieties they were 'L 3191 k-5-8', 'Akhmat', 'Aliovich', 'Barier', 'Ulyasha', 'Knyaginya Olga', which were not attacked by the disease over the years of testing. Among foreign varieties, the varieties 'Bombus', 'Sailor' (France), 'Etana', 'Rotax', 'KVS-Emil' (Germany), 'Fidelius' (Austria), 'MV 09-04' (Hungary) were identified as the best ones in their resistance to powdery mildew. All identified sources of resistance have been recommended in breeding programs for immunity.

Keywords: powdery mildew, resistance, susceptibility, infectious background, unit, variety.

Введение. Существенные потери урожая при производстве зерна, а также снижение его качества на юге России наносит мучнистая роса, вызываемая грибом *Blumeria graminis* (DC) Speer, которая на посевах злаковых культур распространена повсеместно и ежегодно (Подгорный и др., 2015).

Проявляется данный возбудитель в виде мучнисто-белого налёта, который наиболее сильно развивается во влажные годы и на загущенных посевах. Мучнистая роса во время вегетации поражает все надземные органы, особенно листья и стебли, уменьшая ассимиляционную поверхность и разрушая хлорофилл.

Основными предпосылками для ежегодного развития мучнистой росы на посевах являются: достаточное количество в почве (на растительных остатках) инфекционного начала; восприимчивость к мучнистой росе (большой части) возделываемых в производстве сортов пшеницы; благоприятные климатические условия для развития болезни. Вредоносность болезни на посевах пшеницы составляет 35–40% (Simeone R. et al., 2020).

Мучнистая роса значительно реже вызывает сильные эпифитотии, чем бурая ржавчина и проявляет гораздо меньшую способность к образованию новых рас. Тем не менее, селекция на устойчивость к мучнистой росе так же сложна, как и к другим листовым болезням. Это объясняется небольшим количеством эффективных генов устойчивости и их источников (Wu X. et al., 2021; Li S. et al., 2020).

Для создания устойчивых сортов необходима иммунологическая характеристика высеваемых в данном регионе сортов озимой пшеницы, а также изучение мирового разнообразия коллекционных образцов ВИР. По данным наших исследований, среди современных сортов озимой пшеницы и образцов коллекции ВИР устойчивость к мучнистой росе в полевых условиях проявили 18% сортов и 8,2% образцов (Дерова и др., 2018).

В связи с этим создание и внедрение в производство устойчивых к мучнистой росе сортов пшеницы приобретает большую значимость и актуальность. Селекция озимой пшеницы в ФГБНУ «АНЦ «Донской» проводится с целью создания высокопродуктивных сортов с высоким качеством зерна и другими эколого-пластичными показателями, в том числе с устойчивостью к комплексу основных болезней в зонах выращивания зерна.

Работы в центре по выведению сортов озимой пшеницы, устойчивых к мучнистой росе,

как и к другим листовым пятнистостям, проводятся непрерывно и целенаправленно многие годы. Так, в различные годы были созданы и рекомендованы в производство сорта со средней устойчивостью к мучнистой росе: Танаис (2006), Находка (2015), Этюд, Шеф, Лилит (2016), Вольница (2017), Полина, Юбилей Дона, Подарок Крыму (2018), поражение которых во влажные годы не превышало 1,5 баллов, а в годы депрессии патогена посевы таких сортов были практически чистыми от мучнистой росы. (Марченко и др., 2018). Такие сорта позволяют стабилизировать популяцию возбудителя мучнистой росы за счет снижения его репродуктивной способности, которая напрямую связана с ежегодным запасом инфекционного начала на полях.

В последние годы селекционерами отдела селекции озимых пшениц ФГБНУ «АНЦ «Донской» создан ряд сортов, ежегодно проявляющих высокую устойчивость к мучнистой росе в условиях искусственного заражения патогеном: Донская степь (2016), Премьера, Универ (2018), Приазовье, Золотой колос (2020). В гибридизацию всех приведенных сортов в свое время привлекали многие источники устойчивости к мучнистой росе, такие как Павловка, Зимдар, Ростовчанка 5 (Россия), Куяльник, Мироновская 27 (Украина), Дарунок (Белоруссия) и т. д. (Скрипка и др., 2020).

Для дальнейшего предотвращения массового развития мучнистой росы на посевах озимой пшеницы с использованием устойчивых сортов, селекционерам необходима информация о новых источниках устойчивости к этому пластичному и ежегодно проявляющемуся патогену.

В связи с этим, целью нашей работы является – выявить наиболее ценные для селекции источники устойчивости к мучнистой росе среди современных сортов озимой пшеницы из стран Европы и России, для использования их при своевременной корректировке селекционных программ на иммунитет к комплексу патогенов.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на полевом участке лаборатории иммунитета и защиты растений ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2010–2019 гг. Проведена оценка 302 образцов озимой пшеницы разного эколого-географического происхождения на устойчивость к северокавказской популяции возбудителя мучнистой росы. Российский сортимент был представлен образцами из 8 областей и двух краёв; зарубеж-

ный – из 4-х стран ближнего и 9-и дальнего зарубежья.

Ежегодные инфекционные фоны по мучнистой росе создавали по методу, разработанному для листовых пятнистостей в «Аграрном научном центре «Донской» (Дерова, 1987). Объектом исследования являлась северокавказская популяция возбудителя мучнистой росы.

Сорта и образцы высевали 2-рядковыми деланками, которые располагались ярусами длиной 15 м. Полосы с испытуемыми сортами обсеивали смесью восприимчивых сортов, а также высевали их через 20 деланок. Тест-сортами по восприимчивости в различные годы служили сорта Иришка (2010–2016 гг.), Губернатор Дона (2010–2019 гг.), Тарасовская 29 (2010–2019 гг.), Морозко (2015–2019 гг.). Степень поражения сортов мучнистой росой определяли по следующей шкале ВИР (Вавилов, 1986):

0 – поражение отсутствует;

1 – очень слабое поражение (единичные мелкие подушечки на листьях и междоузлиях нижнего яруса);

2 – слабое поражение (умеренное количество подушечек на листьях и междоузлиях нижнего яруса);

3 – среднее поражение (подушечки в массе развиваются на нижних листьях и междоузлиях, доходя до верхних ярусов отдельными рассеянными пятнами);

4 – сильное поражение (подушечки в изобилии развиваются на всех листьях и междоузлиях, в том числе на верхних, поражение может захватить и колос).

Изученные сорта ранжировали на четыре группы по типу устойчивости к *B. graminis*: 1 – устойчивые (поражение не выше 1 балла); 2 – среднеустойчивые (поражение – 1–1,5 балла); 3 – средневосприимчивые (поражение 1,5–2 балла); 4 – восприимчивые (поражение выше 2 баллов) (Волкова и др., 2013).

Погодно-климатические условия в годы проведения исследований характеризовались контрастными показателями, что позволило получить объективную оценку устойчивости сортов.

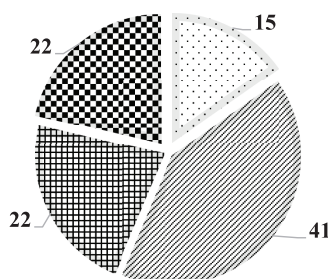
Результаты и их обсуждение. За последние 10 лет (2010–2019 гг.) на характер проявления и вредоносность мучнистой росы в южном регионе России, к которому относится Ростовская область, оказывали влияние генетические особенности районированных сортов озимой мягкой пшеницы и погодные условия осеннего и весеннего периодов вегетации культуры. В годы сильного развития патогена восприимчивые тест-сорта имели поражение до 3 баллов (2010, 2012–2014, 2017, 2018), в засушливые (2011, 2016, 2019 гг.) и в острозасушливый (2015 год) проявления мучнистой росы даже на восприимчивых сортах было заметно ниже (табл. 1).

1. Поражение восприимчивых тест-сорт озимой пшеницы при искусственном заражении мучнистой росой (2010–2019 гг.) 1. Powdery mildew attack of susceptible test-winter wheat varieties during artificial infection (2010–2019)

Сорт	Поражение мучнистой росой, балл									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Восприимчивые тест-сорта	3	2,5	3	3	3	2–2,5	2,5	3	3	2,5

В результате исследований изученные сорта озимой мягкой пшеницы были классифицированы следующим образом: устойчивые – 46 сортов (15% от числа изученных);

среднеустойчивые 124 (41%); средневосприимчивые – 67 (22%); восприимчивые – 65 (22%) (см. рисунок). Иммунных сортов к мучнистой росе не выявлено.



■ Устойчивые ▨ Слабо восприимчивые ▩ Средне восприимчивые ■ Восприимчивые

Соотношение сортов озимой пшеницы по устойчивости к *B. graminis*, % (2010–2019 гг.)
The ratio of the winter wheat varieties according to their resistance to *B. graminis*, % (2010–2019)

Среднюю устойчивость к мучнистой росе (поражение 1, 1,5 балла) проявили 124 сорта, или 41,1%. Это сорта как российской селекции:

Маркиз, Слава, Ставка, Сталь, КИВ-6, Ариадна, Боярыня, Донстар, Московская 56 и др., так и стран Европы: MV 15-04 (Венгрия), Дагмар

(Чехия), ХЕ 83-59, АРАСНЕ, Фамулус (Франция), Шестопаливка, Чорнява, Перлина (Украина), Норд 128, Рафи (Германия) и др.

Выделены средневосприимчивые сорта с поражением от 1,5 до 2 баллов, к которым отнесено 22,2% изученных сортов, относящихся как к отечественной селекции, так и к зарубежной.

Не выдерживали инфекционной нагрузки мучнистой росы 65 или 21,5%, восприимчивых сортов, поражение которых в годы испытаний достигало от 2–2,5 до 3 баллов. К примеру, из российских сортов это Мафэ, Батько, Каменя,

Донская лира, Краля, Курень, Жнея, Арфа, Донэко, Жатва Алтая, Казачий атаман, Морозко и др.

Наибольший интерес представляют устойчивые к мучнистой росе сорта, выделившиеся в процессе исследования. К таким сортам отнесено 46 или 15,2%, что также подтверждает мнение других авторов о небольшом количестве источников устойчивости к *B. graminis*. Среди них 19 сортов из стран Европы и 27 сортов российской селекции, или 41,3 и 58,7% соответственно (табл. 2, 3)

2. Лучшие по устойчивости к мучнистой росе европейские сорта озимой пшеницы за годы исследований на инфекционных фонах (2010–2019 гг.)

2. The best European winter wheat varieties in terms of powdery mildew resistance on infectious backgrounds over the years of study (2010–2019)

Сорт	Происхождение	Годы испытаний	Оценки min–max, балл	Сорт	Происхождение	Годы испытаний	Оценки min–max, балл
Солоха	Украина	2015–19	01–1	Бомбус	Франция	2012–14	01
Астарт	//	2016–19	1–1,5	Сейлор	//	2013–15	01–1
Журавка одесская	//	2018–19	01–1	ALTIGO	//	2014–19	0–1
Гилея	//	2016–19	01–1	СО 911	//	2014–19	01–1
Анисимовка	//	2016–18	01–1	ИГЛ	//	2016–18	01–1,5
Slavna	//	2017–19	01–1	ХЕ 97-10	//	2016–18	01
Риги	Германия	2011–14	01–1	Менестрель	Сербия	2011–13	01–1
Этана	//	2014–19	01–1	Фиделиус	Австрия	2012–16	01–1
Ротакс	//	2016–18	01	MV-09-04	Венгрия	2018–19	01–01–1
КВС-Эмиль	//	2018–19	01	Восприимчивый тест-сорт	Россия	2010–19	2,5–3,5

Сорта испытывали на инфекционных фонах от 2 до 6 лет. Часть сортов в благоприятные для мучнистой росы годы оценивали до 1 балла, но в обычные годы они имели оценку «следы» или 01 балла. Это сорта Солоха, Журавка одесская, Гилея, Анисимовка (Украина), ALTIGO, СО-911, ХЕ 97-10, ИГЛ (Франция), Риги (Германия). Менестрель (Сербия) и др.

Высокую устойчивость и в годы сильно-го развития мучнистой росы проявили со-

рта: Бомбус, Сейлор (Франция), Этана, Ротакс, КВС-Эмиль (Германия), Фиделиус (Австрия), MV 09-04 (Венгрия). Эти высокоустойчивые сорта широко вовлекаются в скрещивания, проводимые в отделе селекции озимых пшениц «Аграрного научного центра «Донской» с целью расширения генетического разнообразия источников устойчивости.

3. Реакция сортов озимой пшеницы российской селекции при испытании устойчивости к мучнистой росе на инфекционных фонах (2010–2019 гг.)

3. The reaction of winter wheat varieties of Russian selection when testing resistance to powdery mildew on infectious backgrounds (2010–2019)

Сорт	Годы испытаний	Оценки min–max, балл	Сорт	Годы испытаний	Оценки min–max, балл
Лига 1	2010–16	01–1...1,5	Феония	2012–15	01–1
Алексеич	2016–19	01–1	Княгиня Ольга	2015–19	01–1
Дуплет	2016–19	01...1–1,5	Лавина	2011–13	1–1,5
Л 3191 к-5-8	2017–19	01	Проза	2013–15	01–1
Ахмат	2018–19	01–1	Поэма	2013–17	01–1
Алиевич	2018–19	01...01–1	Прикуп	2015–17	01–1...1,5
Барьер	2018–19	01–1	Удачная	2016–18	01–1
Уляша	2018–19	01	Галина	2016–18	01–1
Фея	2018–19	01–1	Московская 40	2016–18	1
Партнер	2018–19	01–1	Немчиновская 17	2016–18	01–1
Вольница	2018–19	01–1	Восприимчивый тест-сорт	2010–19	2,5...3...3,5

Так, сорта Лига 1, Алексеич, Дуплет, Фея, Феония, Проза, Поэма, Лавина и др. были среднеустойчивыми в благоприятные для развития возбудителя годы исследований, т.к. оценки этих сортов не превышают 1–1,5 балла. В годы с низкой относительной влажностью воздуха и почвы проявление болезни на этих сортах фиксировалось как минимальное, с оценками Сл и 01 балла.

В то же время выделены сорта Л 3191 к-5-8, Ахмат, Алиевич, Барьер, Уляша, Княгиня Ольга, которые не имели поражения возбудителем мучнистой росы даже в лучшие для развития патогена годы. Эти устойчивые сорта озимой мягкой пшеницы, в большинстве своем характеризуются и другими положительными хозяйственно-ценными признаками. Как источники устойчивости представляют значительный интерес для селекционеров и, по мере выявления их, используются в корректировках в схемах гибридизации. В настоящее время полученный устойчивый к мучнистой росе гибридный материал изучается в различных селекционных питомниках.

Сорта, проявившие высокую устойчивость к мучнистой росе в условиях жестких инфекционных фонов, и отечественные, и зарубежные рекомендуются для использования в качестве исходного материала в селекционных программах на иммунитет.

Выводы. Таким образом, несмотря на сложность в селекции озимой пшеницы к мучнистой росе, за последнее десятилетие среди российских сортов, устойчивых к этому патогену, выявлено сравнительно больше, чем в 1990-е годы. Источники устойчивости к мучнистой росе, выявленные в результате проведенных исследований, рекомендуются для вовлечения в селекционные программы: Бомбус, Сейлор (Франция), Этана, Ротакс, КВС-Эмиль (Германия), Фиделиус (Австрия), MV 09-04 (Венгрия), Ахмат, Алиевич, Барьер, Уляша, Княгиня Ольга (Россия). Высокопродуктивные и устойчивые к мучнистой росе и другим болезням сорта донской селекции Донская степь, Премьера, Универ, Приазовье, Золотой колос рекомендуются для широкого возделывания их в регионах.

Библиографические ссылки

1. Вавилов Н.И. Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям. М.: Наука, 1986. 519 с.
2. Дерова Т.Г., Шишкин Н.В. Оценка устойчивости сортов озимой пшеницы к основным болезням при экологическом испытании в Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 70–72.
3. Марченко Д.М., Скрипка О.В., Самофалова Н.Е., Самофалов А.П., Иличкина Н.П., Гричаникова Т.А., Подгорный С.В., Рыбась И.А., Романюкина И.В., Дубинина О.А., Некрасов Е.И., Некрасова О.А., Иванисов М.М., Дерова Т.Г., Ионова Е.В., Кравченко Н.С., Попов А.С. Сорта озимой мягкой и твердой пшеницы. Каталог. Ростов н/Д, 2018. 56 с.
4. Подгорный С.В., Самофалов А.П., Скрипка О.В. Образцы коллекции озимой мягкой пшеницы устойчивые к бурой ржавчине и мучнистой росе // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 09(113). С. 1503–1512.
5. Скрипка О.В., Подгорный С.В., Самофалов А.П., Чернова В.Л. Селекция сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа в ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 19–25. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-19-25.
6. Li, S., Jia, Z., Wang, K., Du, L., Li, H., Lin, Z., & Ye, X. (2020). Screening and functional characterization of candidate resistance genes to powdery mildew from *Dasypyrum villosum*#4 in a wheat line Pm97033. *Theoretical and Applied Genetics*. doi:10.1007/s00122-020-03655-4.
7. Simeone, R., Piarulli, L., Nigro, D., Signorile, M. A., Blanco, E., Mangini, G., & Blanco, A. Mapping Powdery Mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) Resistance in Wild and Cultivated Tetraploid Wheats. *International Journal of Molecular Sciences*, (2020). 21(21), 7910. doi:10.3390/ijms21217910.
8. Wu X, Bian Q, Gao Y, Ni X, Sun Y, Xuan Y, Cao Y, Li T. Evaluation of resistance to powdery mildew and identification of resistance genes in wheat cultivars. 2021. PeerJ 9:e10425. <https://doi.org/10.7717/peerj.10425>.

References

1. Vavilov N.I. Immunitet rastenij k infekcionnym zabolevaniyam [Plant immunity to infectious diseases]. M.: Nauka, 1986. 519 s.
2. Derova T.G., Shishkin N.V. Ocenka ustojchivosti sortov ozimoy pshenicy k osnovnym boleznyam pri ekologicheskom ispytanii v Rostovskoj oblasti [Estimation of the resistance of winter wheat varieties to major diseases during environmental testing in the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 70–72.
3. Marchenko D.M., Skripka O.V., Samofalova N.E., Samofalov A.P., Ilichkina N.P., Grichanikova T.A., Podgornij S.V., Rybas' I.A., Romanyukina I.V., Dubinina O.A., Nekrasov E.I., Nekrasova O.A., Ivanisov M.M., Derova T.G., Ionova E.V., Kravchenko N.S., Popov A.S. Sorta ozimoy myagkoj i tvrdoj pshenicy [Winter bread and durum wheat varieties]. Katalog. Rostov n/D, 2018. 56 s.
4. Podgornij S.V., Samofalov A.P., Skripka O.V. Obrazcy kolekcii ozimoy myagkoj pshenicy ustojchivye k buroj rzhavchine i muchnistoj rose [The samples of winter bread wheat collection resistant to leaf rust and powdery mildew] // Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 09(113). S. 1503–1512.
5. Skripka O.V., Podgornij S.V., Samofalov A.P., Chernova V.L. Selekcija sortov ozimoy myagkoj pshenicy intensivnogo tipa v FGBNU «ANC «Donskoj» [Breeding winter bread wheat varieties of intensive type in the FSBSI «ARC «Donskoj»] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2020. № 6(72). S. 19–25. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-19-25.

6. Li, S., Jia, Z., Wang, K., Du, L., Li, H., Lin, Z., & Ye, X. (2020). Screening and functional characterization of candidate resistance genes to powdery mildew from *Dasypyrum villosum*#4 in a wheat line Pm97033. *Theoretical and Applied Genetics*. doi:10.1007/s00122-020-03655-4.

7. Simeone, R., Piarulli, L., Nigro, D., Signorile, M. A., Blanco, E., Mangini, G., & Blanco, A.. Mapping Powdery Mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) Resistance in Wild and Cultivated Tetraploid Wheats. *International Journal of Molecular Sciences*, (2020)/ 21(21), 7910. doi:10.3390/ijms21217910.

8. Wu X, Bian Q, Gao Y, Ni X, Sun Y, Xuan Y, Cao Y, Li T. Evaluation of resistance to powdery mildew and identification of resistance genes in wheat cultivars. 2021. *PeerJ* 9:e10425. <https://doi.org/10.7717/peerj.10425>.

Поступила: 4.03.21; принята к публикации: 11.05.21.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Дерова Т.Г., Шишкин Н.В. – концептуализация исследования; Дерова Т.Г., Кононенко О.С. – подготовка опыта; Шишкин Н.В., Дерова Т.Г. – выполнение полевых / лабораторных опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация; Дерова Т.Г., Кононенко О.С. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.