

ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ К СТЕБЛЕВОЙ РЖАВЧИНЕ ПШЕНИЦЫ НА ЮГЕ РОССИИ*

Е.В. Гладкова, кандидат сельскохозяйственных наук, Г.В. Волкова, член-корреспондент РАН, О.О. Игнатьева, аспирант

Федеральный научный центр биологической защиты растений,
350039, Краснодар, п/о 39
E-mail: galvol.bpp@yandex.ru

На территории России стеблевая ржавчина ежегодно встречается на Северном Кавказе, в Западной Сибири, Поволжье, Центральном Черноземье, Зауралье, Московской области. Поэтому ежегодные мероприятия по мониторингу ее распространения и прогнозу особенно актуальны для предотвращения возможных эпифитотий. Объект исследований – 25 районированных сортов озимой пшеницы селекции Научного центра зерна (НЦЗ) имени П.П. Лукьяненко (г. Краснодар), 2 сорта Федерального Ростовского аграрного научного центра (Ростовская область) и 1 сорт Аграрного научного центра «Донской» (Ростовская область). Оценку проводили на полевом стационаре с искусственным заражением стеблевой ржавчиной Федерального научного центра биологической защиты растений (г. Краснодар) в 2018–2020 гг. Критериями оценки служили тип реакции растений на заражение в баллах, степень поражения в процентах, площадь кривой развития болезни (ПКРБ) в условных единицах. Инокуляцию растений, учет типа реакции и степени развития осуществляли по стандартным методикам. По результатам иммунологической оценки показали устойчивость со степенью поражения до 10 % и типом реакции 1 балл сорта Антонина, Афина, Безостая 100, Васса, Грация, Жива, Курень, Утриш. К среднеустойчивым относились Сорта Адель, Доля, Дмитрий, Еремеевна, Сила, Трио, Юбилейная 100, Юка, Этнос, которые поразились до 30 % с типом реакции 2 балла. К средневосприимчивым отнесены сорта Гром, Губернатор Дона, Дон мира, Есаул, Калым, Станичная, Таня, степень поражения до 60 %, тип реакции 3 балла. Восприимчивыми были сорта Ермак, Лауреат, Лебедь, они поразились более 60 %, тип реакции 4 балла. Сорта, показавшие устойчивую реакцию к *Puccinia graminis* на полевом стационаре с искусственным заражением, могут быть рекомендованы к использованию в сельскохозяйственном производстве в зонах постоянного проявления патогена и в качестве источников устойчивости для включения в селекционные программы.

IMMUNOLOGICAL EVALUATION OF WINTER WHEAT VARIETIES TO WHEAT STEM RUST IN THE SOUTH OF RUSSIA

Gladkova E.V., Volkova G.V., Ignatieva O.O.

Federal Research Center of Biological Plant Protection,
350039, Krasnodar, p/o 39
E-mail: galvol.bpp@yandex.ru

On the territory of Russia, stem rust is found annually in the main grain-producing regions: the North Caucasus, Western Siberia, the Volga region, the Central Chernozem region, the Trans-Urals, and the Moscow region. Therefore, annual measures to monitor the spread and forecast of stem rust are especially relevant to prevent possible epiphytotic. The object of research was 25 released varieties of winter wheat bred at the National Grain Center named after P.P. Lukyanenko named after P.P. Lukyanenko (Krasnodar), 2nd grade Federal Rostov Agrarian Scientific Center (Rostov Region) and 1st grade of the Agrarian Scientific Center «Donskoy» (Rostov region). The evaluation was carried out at a field station with artificial infection of stem rust of the Federal Research Center of Biological Plant Protection (Krasnodar) in 2018–2020. The evaluation criteria were the type of plant reaction to infection in points, the degree of damage in percent, area of the disease development curve in conventional units. Plant inoculation, taking into account the type of reaction and the degree of development was carried out according to standard methods. According to the results of the immunological evaluation of the varieties Antonina, Afina, Bezostaya 100, Vassa, Gratsiya, Zhiva, Kuren, Utrish showed resistance, the degree of damage up to 10%, with a reaction type of 1 points. 9 cultivars (Adel, Dolya, Dmitry, Eremeevna, Sila, Trio, Yubileynaya 100, Yuka, Ethnos) were moderately resistant, having been affected up to 30%, the reaction type was 2 points. 7 varieties (Grom, Governor of the Don, Don mira, Esaul, Kalym, Stanichnaya, Tanya) were classified as moderately susceptible, the degree of damage was up to 60%, the type of reaction was 3 points. Susceptible revealed 3 varieties (Ermak, Laureat, Lebed), they were affected above 60%, the type of reaction was 4 points. Varieties that showed a resistant reaction to *Puccinia graminis* in a field station with artificial infection of stem rust can be recommended for use in agricultural production in areas of constant manifestation of the pathogen and as sources of resistance for inclusion in breeding programs.

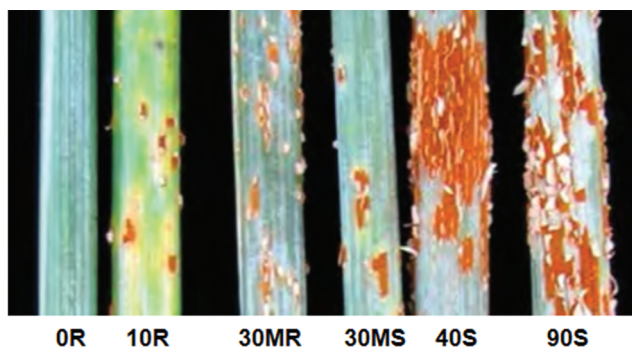
Ключевые слова: озимая пшеница, стеблевая ржавчина, *Puccinia graminis* Pers. f.sp. *tritici* Eriks. et Henn, иммунологическая оценка, устойчивые сорта.

Key words: winter wheat, stem rust, *Puccinia graminis* Pers. f.sp. *tritici* Eriks. et Henn, immunological evaluation, resistant varieties.

Стеблевая ржавчина, вызываемая грибом *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici*, одно из наиболее вредоносных заболеваний озимой пшеницы. Патоген вызывает множество разрывов эпидермиса стебля [1, 2]. При эпифитотийном развитии болезни потери урожая могут достигать 50...70 % [3, 4]. Вид *P. graminis* f. sp. *tritici* подразделяется на ряд специализированных форм, поражающих один или

несколько видов злаков [5]. Урединиоспоры стеблевой ржавчины могут переноситься по воздуху на огромные расстояния, способствуя быстрому распространению инфекции и приводя к значительному недобору урожая пшеницы [6, 7]. Изменения в патогенности и экологической адаптации стеблевой ржавчины привели к серьезным эпифитотиям и полной потере урожая [8, 9, 10].

*Исследования выполнены согласно Государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме № FGRN-2022-0004



Шкала СИММУТ для оценки реакции и степени пораженности пшеницы стеблевой ржавчины [20].

В отличие от других видов ржавчин, только этот патоген способен вызвать гибель растения [4]. Большинство усилий по борьбе с *P. graminis* исторически были сосредоточены на сортах, устойчивых к патотипам гриба. С 1960-х гг. до недавнего времени эта стратегия позволяла контролировать болезнь во многих странах мира. Появление в Восточной Африке в 1999 г. новой вирулентной расы ТTKSK (Ug99), которая быстро распространилась в сопредельные страны, создает все большую угрозу мировому производству пшеницы [11, 12, 13]. За последние 20 лет раса Ug99 распространилась от Восточной и Южной Африки до Ближнего Востока и Азии, принося опустошительные эпифитотии стеблевой ржавчины пшеницы [14, 15, 16]. Вредоносность этой расы объясняется ее вирулентностью к гену *Sr31*, который обеспечивал эффективную защиту сортов пшеницы от патогена последние 30 лет [17, 18]. В то же время устойчивые к болезням сорта остаются обязательным элементом органического земледелия, что заставляет корректировать направления генетической защиты. Поэтому очень важно целенаправленно вовлекать в селекцию новые доноры и источники устойчивости, создавать сорта, которые могут стать важным звеном в системе защиты от стеблевой ржавчины [18].

Цель исследований – иммунологическая оценка на устойчивость 28 сортов озимой пшеницы к северокавказской популяции возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы.

Методика. Работу проводили в 2018–2020 гг. на полевом стационаре с искусственным заражением стеблевой ржавчины Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (ФГБНУ ФНЦБЗР), г. Краснодар. Метеоусловия в 2019 г. были благоприятными для развития патогена. В 2018 и 2020 гг. сложилась обратная ситуация из-за выпадение меньшего количества осадков. Особенно неблагоприятным для развития стеблевой ржавчины из-за значительного недобора осадков с апреля по июнь был 2018 г.

Материалом для исследований служила популяция возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы, собранная в результате маршрутных обследований производственных и селекционных посевов озимой пшеницы в районах Краснодарского, Ставропольского краев и Ростовской области. Объекты исследования 28 сортов озимой пшеницы: 25 сортов селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко (г. Краснодар) – Адель, Антонина, Афина, Безостая 100, Бригада, Васса, Грация, Гром, Дмитрий, Доля, Еремеевна, Есаул, Ермак, Жива, Калым, Курень, Лауреат, Лебедь, Сила, Таня, Трио, Утриш, Этнос, Юбилейная 100, Юка; 1 сорт АНЦ «Донской» (г. Зерноград, Ростовская область) – Станичная и 2 сорта ФГБНУ

ФРАНЦ (Ростовская область, Аксайский район, пос. Рассвет) – Дон мира, Губернатор Дона.

Посев проводили осенью на полевом стационаре с искусственным заражением стеблевой ржавчины ФГБНУ ФНЦБЗР на делянках площадью 1 м², в трехкратной повторности. В качестве контроля по восприимчивости использовали сорт Stava (Швеция, № в каталоге ВИР 64176).

Заражение растений выполняли весной в мае в фазе колошения при температуре воздуха не менее 16 °С. Растения инокулировали в вечернее время после выпадения росы смесью урениниоспор с тальком, нагрузка – 5 мг/м² (в соотношении 1:100) [19]. После обнаружения признаков заражения проводили в динамике учёт степени поражения и типа реакции сорта, просматривая по 20 растений в трёх точках делянки. Последующие учеты выполняли через каждые 7...10 сут. Степень поражения растений оценивали по шкале СИММУТ: иммунный тип (растения без признаков поражения, 0 баллов – заболевание отсутствует), R – устойчивый тип (мелкие пустулы, окруженные некротической зоной – 1 балл, поражение до 10 %); MR – умеренно устойчивый тип (пустулы небольших размеров, окруженные хлорозом или некротической каймой – 2 балла, поражение до 30 %); MS – умеренно восприимчивый тип (пустулы средней величины, некроз отсутствует, но могут развиваться зоны хлороза – 3 балла, поражение до 60 %); S – восприимчивый тип реакции (пустулы крупные, часто сливающиеся – 4 балла, поражение более 60 %) [20].

Скорость нарастания болезни определяли с использованием критерия ПКРБ (площадь кривой развития болезни), предложенного группой американских специалистов [21], который рассчитывали по следующей формуле:

$$S = \frac{1}{2} (x_1 + x_2)(t_2 - t_1) + \dots + (x_{n-1} + x_n)(t_n - t_{n-1}),$$

где x_1, x_2 – степень поражения растения при первом и втором учете, %; $(t_2 - t_1)$ – продолжительность периода между первым и вторым учетами, сут; x_n, x_{n-1} – степень поражения растения при последнем и предпоследнем учете, %; $(t_n - t_{n-1})$ – продолжительность периода последним и предпоследним учетами, сут.

При проведении исследований использовали материально-техническую базу УНУ «Фитотрон для выделения, идентификации, изучения и поддержания рас, штаммов, фенотипов патогенов» (<https://ckp-rf.ru/catalog/usu/671925/>) и объекты биоресурсной коллекции ФГБНУ ФНЦБЗР «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов».

Результаты и обсуждение. По итогам иммунологической оценки на устойчивость к северокавказской популяции стеблевой ржавчины 28 сортов озимой пшеницы ранжированы следующим образом (см. табл.):

абсолютную устойчивость (растения без признаков поражения, 0 баллов) продемонстрировал один сорт Бригада (3,5 % от числа изученных);

устойчивые сорта (R) – Антонина, Афина, Безостая 100, Васса, Грация, Жива, Курень, Утриш (28,6 %), ПКРБ составляла от 7,0 до 417,4 усл.ед.;

среднеустойчивые сорта (MR) – Адель, Доля, Дмитрий, Еремеевна, Сила, Трио, Юбилейная 100, Юка, Этнос (32,2 %), ПКРБ от 7,0 до 571,8 усл. ед.;

средневосприимчивые сорта (MS) – Гром, Губернатор Дона, Дон мира, Есаул, Калым, Станичная, Таня (25,0 %), ПКРБ от 86,5 до 1085,0 усл. ед.;

восприимчивые сорта (S) – Ермак, Лауреат, Лебедь (10,7 %), ПКРБ от 268,4 до 1421,0 усл. ед.

Большинство изученных сортов озимой пшеницы относится к устойчивым и среднеустойчивым к

Результаты оценки устойчивости сортов озимой пшеницы к северокавказской популяции возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы, полевой стационар с искусственным заражением стеблевой ржавчины ФГБНУ ФНЦБЗР (2018–2020 гг.)

Сорт	Оригинатор	Степень поражения, % и тип реакции			ПКРБ, %		
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Бригада	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Утриш	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	5R	5R	0	53,0	53,0	0,0
Безостая 100	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	5R	1R	5R	65,0	7,0	65,0
Васса	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	5R	1R	1R	70,1	19,0	19,0
Антонина	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	10MR	10MR	5R	168,9	168,9	101,5
Жива	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	5R	5R	10R	49,4	49,4	132,4
Курень	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	5R	5R	10R	417,4	72,5	143,5
Афина	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	10MR	5MR	10MR	137,5	72,5	232,5
Грация	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	10MR	1R	10MR	167,6	19,0	255,0
Адель	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	20MR	1R	1R	315,0	7,0	7,0
Сила	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	10MR	10MR	15MR	272,5	135,0	250,0
Дмитрий	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	20MR	30MR	20MR	310,6	380,6	337,0
Трио	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	20MR	5R	25MR	289,9	70,0	315,0
Этнос	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	20MR	5R	5R	320,1	72,5	84,5
Юбилейная 100	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	20MR	5R	20MR	328,3	53,0	293,5
Юка	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	20MR	5R	30MR	225,5	190,5	355,0
Доля	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	30MR	30MR	30MR	481,0	428,5	542,5
Еремеевна	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	30MR	10MR	30MR	571,8	173,9	467,5
Гром	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	20MR	50MS	10MR	216,4	426,4	146,4
Губернатор Дона	ФГБНУ ФРАНЦ	10MR	15MR	40MS	138,4	173,4	572,5
Станичная	АНЦ «Донской»	10MR	5R	40MS	142,0	86,5	636,0
Дон мира	ФГБНУ ФРАНЦ	50MS	15MR	35MR	708,5	252,5	452,5
Есаул	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	30MS	50MS	50MS	509,0	709,0	681,0
Калым	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	30MS	60MS	50MS	461,5	1002,5	932,5
Таня	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	20MS	60MS	30MS	391,3	1085,0	585,0
Ермак	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	70MS	20MR	70MS	1248,5	370,0	1070,0
Лауреат	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	30MR	90S	80S	496,4	1380,0	1430,0
Лебедь	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	20MS	60MS	80S	268,4	940,0	1260,0
Stava (контроль по восприимчивости)	Швеция, N каталога 64176	60MS	90S	95S	888,0	1386,0	1421,0

северокавказской популяции возбудителя стеблевой ржавчины.

За 3 года исследований реакция ряда сортов на заражение патогеном варьировала. Так, сорт Лауреат в 2018 г. был отнесен к средневосприимчивым, а в 2019 г. и 2020 г. – к восприимчивым. Сорта Губернатор Дона и Станичная в 2018 г. и 2019 г. проявили среднюю устойчивость, в 2020 г. – среднюю восприимчивость. Это может быть связано, как с различными погодными условиями, так и с появлением новых вирулентных изолятов гриба, преодолевающих устойчивость этих сортов.

Сорта Афина и Таня селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в полевых исследованиях Федерального государственного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии» (Большие Вяземы, Московская обл.) в 2015 г. проявили устойчивость к стеблевой ржавчине [17, 22, 23]. В наших исследованиях сорт Афина демонстрировал устойчивость, а сорт Таня – среднюю восприимчивость к северокавказской популяции стеблевой ржавчины, что можно объяснить различными агроклиматическими условиями регионов, в которых проводили исследования, а также разницей в структуре популяций патогена по вирулентности.

По нашим данным, *Sr31* показывает высокоэффективный тип реакции на заражение северокавказской популяцией *P. graminis*. По сведениям Барановой О.А., в генотипах таких сортов, как Безостая 100 и Жива, присутствует ген *Sr31*, эффективный против российских по-

пуляций *P. graminis* f. sp. *tritici*, и ген *Sr57*, эффективный против расы Ug99 и ее биотипов [24]. Ген *Sr31* выявлен у сорта Утриш. Кроме того, постулировано присутствие в его генотипе еще и гена возрастной устойчивости *Sr2*, детерминирующего защиту от Ug99 [25].

Таким образом, большинство из 28 изученных сортов озимой пшеницы относятся к устойчивым и среднеустойчивым к северокавказской популяции возбудителя стеблевой ржавчины. Сорт Бригада продемонстрировал абсолютную устойчивость, сорта Антонина, Афина, Безостая 100, Васса, Грация, Жива, Курень, Утриш – устойчивость. Они рекомендованы для использования в зонах активного проявления болезни и для селекции пшеницы на устойчивость к *P. graminis* в качестве источников устойчивости на юге России.

Благодарность сотрудникам ФГБНУ НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, ФГБНУ АНЦ «Донской» и ФГБНУ ФРАНЦ за предоставленный семенной материал для проведения исследований.

Литература

1. Bhattacharya S. Deadly new wheat disease threatens Europe's crops // *Nature*. 2017. No. 542. P. 145–146. doi: 10.1038/nature.2017.21424.
2. Mert Z., Karakaya A., Dusunceli F. et al. Determination of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* races of wheat in Turkey // *Turk. J. Agric. For.* 2012. No. 36. P. 107–120. doi: 10.3906/tar-1010-1278.

3. Validation of molecular markers for new stem rust resistance genes in U.S. / A.N. Bernardo, R.L. Bowden, M.N. Rouse, et al. // *Hard winter wheat. rop Sci.* 2013. P. 755-764. doi: 10.2135/cropsci2012.07.0446.
4. Волкова Г.В., Кудинова О.А., Мирошниченко О.О. Распространение стеблевой ржавчины на Северном Кавказе и иммунологическая характеристика ряда сортов озимой пшеницы к патогену // *Достижения науки и техники АПК.* 2018. Т. 32. № 10. С. 43–45. doi: 11.24411/0235-2451-2018-11111.
5. Kankwatsa P., Karaoglu H., Singh D. Genetic Variability among Presumed Clonal Pathotypes of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in Australia // *J. Phylogenetics Evol Biol* 2018. No 6. P. 202. URL: <https://www.hilarispublisher.com/open-access/genetic-variability-among-presumed-clonal-pathotypes-of-puccinia-graminis-f-sp-tritici-in-australia-2329-9002-1000202.pdf> (дата обращения: 02.08.2022). doi: 10.4172/2329-9002.1000202.
6. Recent trends and perspectives of molecular markers against fungal diseases in wheat / U. Goutam, S. Kukreja, R. Yadav, et al. // *Frontiers in Microbiol.* 2015. Vol 6. No. 861. P. 1–14.
7. Li T. Y., Ma Y. C., Wu X. X. Race and virulence characterization of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in China // *PLoS ONE.* 2018. Vol. 13. No. 5. e0197579. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0197579> (дата обращения: 05.08.2022). doi: 10.1371/journal.pone.0197579.
8. Создание исходного материала яровой мягкой пшеницы для селекции на устойчивость к стеблевой ржавчине (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici*), в том числе и к расе Ug99, в России / И.Ф. Лапочкина, О.А. Баранова, В.П. Шаманин и др. // *Вавиловский журнал генетики и селекции.* 2016. Т. 20. № 3. С. 320–328. doi: 10.18699/VJ16.167.
9. Right-Sizing Stem Rust Research / P. G. Pardey, J. B. Beddow, D. J. Kriticos, et al. // *Science.* 2013. Vol. 340. P. 147–148. doi: 10.1126/science.340.6138.1288-c.
10. Jin Y, Szabo L.J. Detection of virulences to resistance gene Sr24 within race TTKS of *Puccinia graminis* f. sp. *Tritici* // *Plant Disease.* 2008. No 92. P. 923–926.
11. Phenotypic and genotypic characterization of race TKTF of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* that caused a wheat stem rust epidemic in southern Ethiopia in 2013–14 / P. Olivera, M. Newcomb, L.J. Szabo, et al. // *Phytopathology.* No 105. 2015. P. 917-928. doi: 10.1094/PHYTO-11-14-0302-F1.
12. First report of the Ug99 race group of wheat stem rust, *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, in Egypt in 2014 / M. Patpour, M.S. Hovmöller, A.A. Shahin, et al. // *Plant Dis.* 2016. Vol. 4 (100). 863 pp. URL: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-08-15-0938-PDN> (дата обращения: 04.08.2022). doi: 10.1094/PDIS-08-15-0938-PDN.
13. First report of a *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* race virulent to the Sr24 and Sr31 wheat stem rust resistance genes in South Africa / Z.A. Pretorius, C.M. Bender, B. Visser, et al. // *Plant Dis.* 2010. No 94. P. 784. URL: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-94-6-0784C> (дата обращения: 10.08.2022). doi: 10.1094/PDIS-94-6-0784C.
14. The Emergence of Ug99 Races of the Stem Rust Fungus is a Threat to World Wheat Production / R. P. Singh, D. P. Hodson, J. Huerta-Espino, et al. // *Annual Review of Phytopathology.* 2011. Vol. 49. P. 465–481. doi: 10.1146/annurev-phyto-072910-095423.
15. Emergence and spread of new races of wheat stem rust fungus: continued threat to food security and prospects of genetic control / R.P. Singh, D.P. Hodson, Y. Jin, et al. // *Phytopathology.* 2015. Vol. 105. P. 872-884. doi: 10.1094/PHYTO01-15-0030-F1.
16. The global cereal rust monitoring system / D.P. Hodson, K. Cressman, K. Nazari, et al. // In: *Proceedings of Oral Papers and Posters. Technical Workshop. BGRI. Cd. Obregón. Sonora Mexico.* 2009. P. 35–46.
17. Киселева М.И., Коломиец Т.М. Устойчивость сортов озимой и яровой пшеницы к возбудителю стеблевой ржавчины на фоне естественной инфекции в нечерноземной зоне России // *Аграрная наука.* 2019. № 1. С. 95-98. doi: 10.32634/0869-8155-2019-326-1-95-98.
18. Рсалиев А.Ш., Абуғалиева А.И., Кожжахметов К. Иммунологическая характеристика интрогрессивных линий яровой пшеницы по устойчивости к видам ржавчины // *Аграрная наука.* 2019. № 1. С. 38-42. doi: 10.32634/0869-8155-2019-326-1-38-42.
19. Анпилогова Л. К., Волкова Г. В. Методы создания искусственных инфекционных фонов и оценки сортообразцов пшеницы на устойчивость к вредоносным болезням (фузариозу колоса, ржавчинам, мучнистой росе). Рекомендации. Краснодар: РАСХН, ВНИИБЗР, 2000. 28 с.
20. Койшибаев М. Болезни пшеницы. Методическое пособие. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО). СИММИТ. Анкара. 2018. 365 с.
21. Wilcoxon R., Atif A., Skowmand B. Slow rusting of wheat varieties in the field correlated with stem rust severity on detached leaves in the greenhouse // *Plant Disease Reporter, Beltsville.* 1974. Vol. 58. No 12. P. 1085-1087.
22. The differentiation of winter wheat (*triticum aestivum*) cultivars for resistance to the most harmful fungal pathogens / M.I. Kiseleva, T.M. Kolomiets, E.V. Pakholkova, et al. // *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology].* 2016. V. 51. No 3. pp. 299-309. doi: 10.15389/agrobiol.2016.3.299rus.
23. Киселева М.И., Коломиец Т.М. Устойчивость сортов озимой и яровой пшеницы к возбудителю стеблевой ржавчины на фоне естественной инфекции в нечерноземной зоне России // *Аграрная наука.* № 1. 2019. С. 95-98. doi: 10.32634/0869-8155-2019-326-1-95-98.
24. Баранова О.А. Молекулярная идентификация генов устойчивости к стеблевой ржавчине у новых допущенных к использованию сортов пшеницы // *Вестник защиты растений.* 2020. 103(2). С. 113–118. doi: 10.31993/2308-6459-2020-103-2-4936.
25. Генетическая защищенность сортов озимой пшеницы от ржавчинных болезней / Л.А. Беспалова, И.Б. Аблова, Ж.Н. Худокормова и др. // *Рисоводство.* 2019. 4(45). С. 30–37.

Поступила в редакцию 15.09.2022.

После доработки 10.10.2022

Принята к публикации 07.11.2022