

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 633.11: 631.521.6:632.4 (470.61)

DOI: 10.31367/2079-8725-2023-89-6-99-104

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИИ CUMMIT (ТУРЦИЯ) ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К РАСПРОСТРАНЕННЫМ БОЛЕЗНЯМ В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

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;
Т. Г. Дерова, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

В статье представлены материалы изучения коллекционных образцов озимой мягкой пшеницы на устойчивость к листовым и головным болезням для использования в селекционных программах на иммунитет. Исследования проводили на базе ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2021–2023 годах. Материалом исследований являлись 98 образцов коллекции CUMMIT (Турция). Объектами изучения были северокавказские популяции возбудителей листовых болезней: мучнистой росы, бурой и желтой ржавчины, септориоза и местные популяции возбудителей пыльной и твердой головни. Исследования проводили на полевых инфекционных фонах болезней с искусственным заражением растений соответственно методическим указаниям по каждой из них. Целью данной работы – выявление среди коллекции устойчивых образцов озимой пшеницы как к отдельным патогенам, так и к комплексу их. Восприимчивые тест-сорта озимой пшеницы имели максимальные оценки поражения по каждой изученной болезни. В ходе исследований были выделены образцы, устойчивые к мучнистой росе (19), бурой ржавчине (67), желтой ржавчине (63), септориозу (2), пыльной головне (95) и твердой головне (25). Выявлены образцы, проявляющие устойчивость или слабую восприимчивость к бурой и желтой ржавчине, мучнистой росе, септориозу: № 9855, 9859, 9883, 9884, 9894 и др. Не поразились пыльной и твердой головней 15 образцов: № 9802, 9812, 9898, 9899, 9903 и др. Наибольший интерес представляет ряд образцов, проявивших в течение трех лет комплексную устойчивость к листовым и головным болезням: № 9855, 9859, 9884, 9894, 9883, 9902 и т.д. Образец № 9859 проявил высокую устойчивость к пяти болезням. Лучшие по комплексной устойчивости образцы рекомендуются для селекционных программ на иммунитет.

Ключевые слова: озимая пшеница, образцы, болезни, инфекционный фон, устойчивость.

Для цитирования: Шишкин Н. В., Дерова Т. Г. Комплексная оценка коллекции CUMMIT (Турция) озимой мягкой пшеницы на устойчивость к распространенным болезням в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 6. С. 99–104. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-89-6-99-104.



COMPREHENSIVE ESTIMATION OF THE COLLECTION CUMMIT (TURKEY) OF WINTER COMMON WHEAT FOR RESISTANCE TO COMMON DISEASES IN THE SOUTHERN PART OF THE ROSTOV REGION

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;
T. G. Derova, leading researcher of the laboratory for plant immunity and protection, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X
FSBSI Agricultural Research Center “Donskoy”,
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented the materials for studying collection samples of winter common wheat for resistance to leaf and smut diseases for use in breeding programs for immunity. The current study was carried out based on the FSBSI Agricultural Research Center “Donskoy” in 2021–2023. The objects of the study were 98 samples from the collection CUMMIT (Turkey). The objects of study were the North Caucasian populations of pathogens of leaf diseases, such as powdery mildew, brown and yellow rust, septoria and local populations of pathogens of loose and kernel smut. The study was carried out on field infectious backgrounds of diseases with artificial infection of plants in accordance with the methodological instructions for each of them. The purpose of this work was to identify winter wheat samples resistant to both individual pathogens and their complex. Susceptible test varieties of winter wheat had maximum damage scores for each disease studied. During the study there have been identified 19 samples resistant to powdery mildew, 67 samples resistant to leaf rust, 63 samples resistant to yellow rust, 2 samples resistant to septoria, 95 samples resistant to loose smut and 25 samples resistant to kernel smut. There have been identified samples 9855, 9859, 9883, 9884, 9894 that showed resistance or weak susceptibility to brown and yellow rust, powdery mildew, septoria, etc. 15 samples 9802, 9812, 9898, 9899, 9903 were not affected by loose and kernel smut. A number of samples that have demonstrated complex resistance to smut diseases over three years were 9855, 9859, 9884, 9894,

9883, 9902, etc. The sample 9859 showed high resistance to five diseases. The best samples in terms of complex resistance could be recommended for breeding programs for immunity.

Keywords: winter wheat, samples, diseases, infectious background, resistance.

Введение. Одним из основных факторов, снижающих урожай и качество озимой пшеницы, является комплекс болезней, которые все больше распространяются вследствие нестабильности климатических условий, введения новых технологий поверхностных обработок почвы, распространение в посевах монокультур и др. (Конькова и др., 2022).

В современных стратегиях селекции озимой пшеницы против болезней используется создание и внедрение в производство устойчивых к ряду патогенов новых сортов (Марченко и др., 2020). В поиске источников исходного материала для создания таких сортов в изучение привлекаются как мировая коллекция ФИЦ ВГГР ВИР, так и коллекции зарубежных стран, которые содержат богатейшее разнообразие источников устойчивости к вредным организмам (Shi et al., 2018).

В результате многолетних наблюдений на посевах озимой пшеницы в Ростовской области наблюдается распространение листовых (бурая и желтая ржавчины, септориоз, мучнистая роса) и головневых (пыльная и твердая) болезней.

Листовые болезни пшеницы способствуют нарушению процесса фотосинтеза в растениях, уменьшают ассимиляционную поверхность листьев, что вызывает недоразвитость колосьев и снижение качества зерна и продукции из него (Singh, 2015, Liu Yuan et al., 2021).

Твердая и пыльная головня приводят к заметным потерям урожая и порче товарного качества зерна. В связи с использованием эффективных протравителей они менее распространены в посевах, но могут увеличиваться в хозяйствах, где не проводится предпосевное протравливание семян. Кроме того, устойчивые к головневым и другим болезням сорта необходимы в технологиях биологизированного и органического земледелия для производства экологически чистой продукции (ФЗ РФ № 280, 2018).

Создание устойчивых и толерантных к комплексу болезней сортов озимой пшеницы – это эффективный, экономичный, экологически чистый подход к решению фитопатологических задач при создании сортов и их внедрении в производство. Ведущая роль в выполнении этих задач принадлежит селекции, успех которой зависит от правильного подбора хорошо изученных устойчивых родительских форм для гибридизации, ежегодной оценки исходного и селекционного материала в условиях инфекционных фонов болезней. В связи с этим целью исследования являлось выявить надежные источники устойчивости к болезням среди образцов озимой пшеницы из Международного селекционного центра CUMMIT (Турция) в полевых условиях при искусственном заражении растений патогенами в южной зоне Ростовской области.

Материалы и методы исследования. Полевые исследования проводили на инфекционном участке опытного поля лаборатории иммунитета и защиты растений в ФГБНУ «АНЦ «Донской». Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках. Содержание гумуса в пахотном слое – 3,36 %, рН – 7,0; P₂O₅ – 24,4; K₂O – 360 мг/кг почвы. Севооборот двухпольный: пар – озимая пшеница.

Материалом изучения служили 98 образцов из коллекции CUMMIT (Турция). Объектами исследований были северокавказские популяции листовых болезней: бурой ржавчины (*Puccinia recondita* Roberge), желтой ржавчины (*Puccinia striiformis* Westend), мучнистой росы (*Blumeria graminis* D.C.f. sp. *Triticum* Marchal), септориоза (*Zymoseptoria tritici* Roberge ex Desm и *Septoria nodorum* Berk) и местные популяции головневых – пыльной (*Ustilago tritici* (Pers.) Rostr) и твердой (*Tilletia caries* (DC) Tull).

Посев коллекционных образцов озимой пшеницы проводили ручными сажалками на 1- и 2-рядковых делянках длиной 1 пог. м в оптимальные для региона сроки посева. В питомнике твердой головни посев образцов заспоренными возбудителем семенами производили в конце оптимальных сроков.

Создание инфекционных фонов по видам ржавчины и мучнистой росе проводили по методике Т.Г. Деровой (1987). Заражение спорами и учет септориоза выполняли согласно методике М.В. Васецкой (1987).

Учет видов ржавчины проводили по шкале R.F. Peterson с соавторами (Койшыбаев и др., 2017). Учеты развития болезней листьев пшеницы – в динамике (2–3 раза за вегетационный период), начиная с фазы выхода в трубку растений до молочно-восковой спелости.

Искусственное заражение пшеницы головневыми болезнями выполняли по методике В.И. Кривченко и А.П. Хохлова (2008). Учет поражения образцов коллекции видами головни проводили по количеству больших колосьев: пыльной в фазу колошения, твердой в фазу полной спелости растений. Процент поражения рассчитывали делением числа пораженных колосьев на их общее количество на делянке.

В качестве восприимчивых тест-сортов в питомниках высевали сорта озимой пшеницы: к бурой ржавчине – Тарасовская 29; к мучнистой росе – Морозко, желтой ржавчине – Донская лира, септориозу – Континент; к пыльной головне – Иришка, Волгоградская 23; к твердой головне – Безостая 1, Есаул. В каждом питомнике восприимчивые к изучаемым патогенам сорта высевали через каждые 20 образцов. Обсеив питомников восприимчивыми сортами производили сеялкой СН-16. В период

вегетации проводили химические прополки от сорных растений и обработки посевов инсектицидами против вредителей.

Метеорологические условия при проведении опытов в 2020–2021 с/х г. в осенний период характеризовались засушливым режимом. Посев делянок производили в почву с недостаточным увлажнением, и всходы были растянутыми во времени, что способствовало хорошему заражению растений твердой головней. Весной количество осадков в марте (83,2 мм), в апреле (95,7 мм), мае (65,0 мм), июне (103,9 мм) превышало среднеголетние показатели: 37,0; 42,7; 51,3; и 71,3 мм соответственно. На посевах озимой пшеницы создались благоприятные условия для развития на растениях листовых болезней и для заражения в середине мая образцов пыльной головней во время цветения пшеницы.

Засушливые условия осени 2021 г., создавшиеся вследствие недобора осадков в сентябре и октябре, задерживали всходы озимой пшеницы. Выпадение повышенной нормы осадков в ноябре (42,1 мм) и двойной нормы в декабре (125,1 мм) способствовали дальнейшему развитию и кущению растений, но в замедленном режиме, так как температурный режим был ниже. Такие условия способствовали внедрению в проростки инфекционного начала твердой головни. В дальнейшем теплая зима с обилием осадков положительно повлияла на перезимовку пшеницы и появление на листьях болезней.

Дождливая погода в апреле ускорила развитие на пшенице листовых заболеваний, а метеорологические условия мая и июня после заражения образцов коллекции видами болезней также способствовали развитию патогенов в питомниках.

Хорошая влагообеспеченность почвы к началу сева и в последующие месяцы осени 2022 г. (выпадение количества осадков больше или на уровне средних многолетних показателей) явилась благоприятным условием для получения равномерных и дружных всходов во всех опытных питомниках. Создались хорошие условия для начального развития твердой головни и накопления на растениях осеннего запаса листовых болезней. В декабре 2022 г. и январе 2023 г. отмечался существенный недостаток влаги – 15–28 % от многолетней нормы. Избыток влаги и соответственно высокая влажность воздуха в весенние месяцы (март – 144 %, апрель – 170 %, май – 188 % от нормы осадков) способствовали хорошему развитию листовых болезней на озимой пшенице, что и наблюдалось в наших опытах.

Классификацию образцов по типам устойчивости к конкретной изучаемой болезни осуществляли по литературным сведениям применительно к каждому патогену (табл. 1).

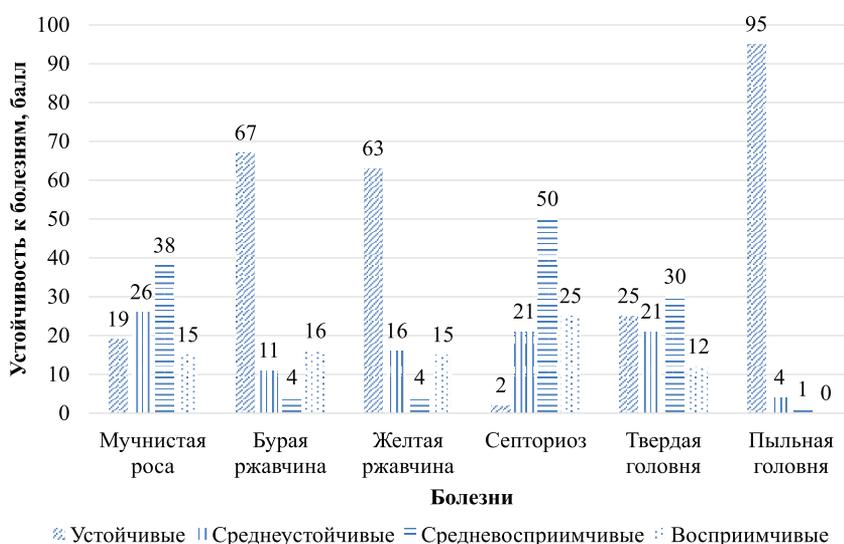
Таким образом, используя искусственные фоны заражения коллекционного материала, мы ежегодно получали достоверные результаты оценок по устойчивости образцов к комплексу болезней

Таблица 1. Шкалы оценок сортов озимой пшеницы по устойчивости к болезням
Table 1. Scales of marks for winter wheat varieties according to their disease resistance

Болезни	Устойчивые	Среднеустойчивые	Средневосприимчивые	Восприимчивые
Мучнистая роса, балл	01–1,5	1,5–2	2–2,5	2,5–3
Бурая и желтая ржавчина, %	0–15	15–30	30–40	50–100
Септориоз, %	15–20	20–30	30–50	50–100
Твердая головня, %	0–10	10–25	25–50	50–100
Пыльная головня, %	0–5	6–10	11–30	30 и выше

Результаты и их обсуждение. Полученные данные по оценке коллекционных образцов

озимой пшеницы позволили ранжировать их относительно типов устойчивости (см. рис.).



Распределение образцов коллекции по типам устойчивости к болезням (2021–2023 гг.)
Distribution of collection samples according to the type of disease resistance (2021–2023)

По данным рисунка среди листовых болезней большое количество устойчивых образцов выявлено к бурой и желтой ржавчине, среди головневых наибольшее количество устойчивых образцов к пыльной головне. Минимальное количество образцов коллекции проявили устойчивость к септориозу.

Не поразились мучнистой росой 19 образцов коллекции, оценки которых не превышало 1 балл: № 9855, 9859, 9884, 9894, 9947, 9952, 9954, 9963 и др. Одиннадцать сортов имели поражение на уровне восприимчивого тест-сорта – до 3 баллов. Остальную массу составляли среднеустойчивые и средневосприимчивые образцы.

К бурой ржавчине устойчивость проявили 67 образцов, или 68,4 % изученных. Устойчивость (поражение не выше 15 %) проявляли в течение трех лет изучения следующие образцы: № 9812, 9835, 9852, 9853, 9855, 9857, 9864, 9866, 9867 и др.

Две трети образцов, или 64,3%, коллекции были также устойчивы к желтой ржавчине. Высокая устойчивость по трехлетним данным присуща следующим образцам: № 9840, 9853, 9856, 9857, 9859, 9868, 9869, 9874, 9879, 9902, 9903, 9957, 9964 и др. На растениях этих сортов отмечались единичные пустулы возбудителя.

Устойчивых образцов к поражению септориозом не выявлено. Слабое поражение (не выше 20 %) в течение изученных лет отмечено у двух образцов: № 9856 и 9859. До 30 % поражения отмечалось на образцах № 9840, 9884, 9885, 9901, 9902, 9962, 9977. Остальные образцы были восприимчивы к септориозу в средней (40–50 %) – № 9804, 9852, 9860, 9881, 9945, 9948 и др. и сильной степени (свыше 50 %) – № 9801, 9869, 9890, 9899, 9900, 9951 и др.

При искусственном заспорении коллекционных семян местной популяцией твердой головни образцы коллекции разделились относительно равномерно по типам устойчивости: устойчивые (больных колосьев не более 10%) – 25 (25,5 %), среднеустойчивые (не более 25 %) – 21 (21,4 %), средневосприимчивые (не более 50 %) – 30 (30,6 %), восприимчивые

(более 50 %) – 22 (22,4 %). К иммунным отнесены образцы с отсутствием больных колосьев: № 9802, 9812, 9867, 9898, 9899, 9902, 9903, 9905, 9944, 9955, 9962, 9965, 9977.

В питомнике пыльной головни в условиях искусственного заражения местной популяцией возбудителя основная часть образцов проявила устойчивость к данному патогену. При поражении восприимчивого тест-сорта до 40 % лишь некоторые имели максимальное поражение: № 9977(3,5 %), 9880 (4,0 %), 9897 (4,1 %), 9884 (4,4 %), 9856 (5,6 %), 9879 (5,6 %), 9901 (9,2 %), 9873 (12,4 %). У остальных образцов процент больных колосьев или не превышал 1–2 % (2 1 образец) или составлял 0 % (69 образцов).

Основные потери озимой пшеницы связаны с поражением растений листовыми болезнями. Поэтому для создания современных высокоурожайных сортов необходимы доноры с комплексной устойчивостью к основным вредоносным патогенам в зоне возделывания культуры. Среди изученного коллекционного материала выделены образцы, проявляющие устойчивость к нескольким листовым болезням. Так, устойчивость одновременно к мучнистой росе, бурой и желтой ржавчине в период испытания проявили образцы № 9855, 9952, 9954, 9965.

Не имели поражения двумя видами ржавчины и слабо поразились септориозом (не выше 40 %) 10 образцов: № 9856, 9874, 9884, 9885, 9892, 9895, 9901, 9902, 9960, 9977. Устойчивость к двум видам ржавчины, мучнистой росе и слабую восприимчивость к септориозу наблюдали у образцов № 9859, 9883, 9894, 9962, 9963.

При искусственном заражении двумя видами головни не поразились 15 образцов: № 9802, 9812, 9898, 9899, 9903, 9905, 9944, 9965 и др. Наибольший интерес для селекционных программ представляют образцы с комплексной устойчивостью к листовым и головневым болезням. По трехлетним данным ряд образцов проявили устойчивость к 4–5 болезням (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика коллекционных образцов, лучших по устойчивости к комплексу болезней (2021–2023 гг.)
Table 2. Characteristics of the best collection samples in terms of resistance to a complex of diseases (2021–2023)

Образец, №	Мучнистая роса, (балл)	Бурая ржавчина, %	Желтая ржавчина, %	Септориоз, %	Пыльная головня, %	Твердая головня, %
Тест-сорта	3	100	100	100	30–40	70–80
9855	1	сл	сл	30–40	0	8,5
9859	01	сл	сл	10–15	0	81,8
9884	1	сл	0-5	20–30	4,4	43,0
9894	1	сл	0-5	20–30	0	12,5
9883	1,5	сл	сл	20–30	0	3,9
9902	2	0,5	сл	20–30	0	0,7
9954	1	5-10	сл	30–40	1,0	20,2
9962	1,5	0,5	0	15–20	2,2	0
9965	1	сл	сл	30–40	0	0

В таблице приведены максимальные показатели по годам исследований. По сравнению с восприимчивыми тест-сортом представленными в таблице образцы стабильно проявляют устойчивость или слабую восприимчивость в условиях инфекционных фонов к изученным патогенам. Образец № 9859 устойчив к мучнистой росе, двум видам ржавчины, септориозу и пыльной головне, но восприимчив к твердой головне на уровне тест-сорта. Не поражаются мучнистой росой, видами ржавчины, двумя видами головни образцы № 9855, 9962, 9965. У образцов № 9884 и 9894 выявлена устойчивость к трем листовым болезням и пыльной головне. Невосприимчивостью к двум видам листовых и двум видам головневых болезней, а также слабой восприимчивостью к мучнистой росе и септориозу характеризовались образцы № 9883 и 9902.

Все образцы, проявившие устойчивость к комплексу изученных болезней в различных сочетаниях, могут достоверно расширить запас источников устойчивости озимой мягкой пшеницы для селекционных целей.

Выводы. В ходе исследований коллекции озимой мягкой пшеницы были выделены образцы, устойчивые к отдельным болезням: мучнистой росе (19), бурой ржавчине (67), желтой ржавчине (63), септориозу (2), пыльной головне (95) и твердой головне (25). Выделены образцы, характеризующиеся устойчивостью как к листовым, так и головневым болезням. Часть из них – № 9855, 9962, 9965, 9883, 9884, 9894, 9902 и др. проявляют устойчивость к 4–6 болезням в различных сочетаниях, которые могут быть использованы как родительские формы в селекционной практике на иммунитет.

Библиографические ссылки

1. Васецкая М. Н., Куликова Г. В., Борзионова Т. И. Методические указания по оценке устойчивости сортообразцов пшеницы к возбудителям септориоза. М., 1987. 24 с.
2. Койшыбаев М., Канафин Б. К., Федоренко Е. Н., Гоц А. Ю., Литовченко Ж. И. Источники устойчивости яровой пшеницы к видам ржавчины и септориоза в Северном Казахстане // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. Ч. 3. № 12 (66). С. 117–122. DOI: 10.23670/IRJ.2017.66.098
3. Конькова Э. А., Лящева С. В., Сергеева А. И. Скрининг мировой коллекции озимой мягкой пшеницы к листовым болезням в условиях Нижнего Поволжья // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 2. С. 36–40. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-36-40
4. Кривченко В. И., Хохлова А. П. Головневые болезни зерновых культур // Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам: Методическое пособие / под ред. Е. Е. Радченко. М., 2008. 433 с.
5. Марченко Д. М., Иванисов М. М., Рыбась И. А., Некрасов Е. И., Романюкина И. В., Чухненко Ю. Ю. Итоги селекционной работы по озимой мягкой пшенице для непаровых предшественников в Аграрном научном центре «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 3–9. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-3-9
6. Федеральный закон от 03.08.2018 № 280 «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43456> (дата обращения 20.07.23).
7. Патент № 1367922. Способ определения устойчивости сортов озимой пшеницы к инфекционным заболеваниям. / Дерова Т. Г.; заявл. 29.04.1984; опубл. от 23.01.1988.
8. Yuan L. I. U., Gebrewahid T. W., Zhang P. P., Li Z. F., Liu D. Q. Identification of leaf rust resistance genes in common wheat varieties from China and foreign countries // Journal of Integrative Agriculture. 2021. Vol. 20(5). P. 1302–1313. DOI: 10.1016/S2095-3119(20)63371
9. Li J., Shi L., Wang X., Zhang N., Wei X., Zhang L., Liu D. Leaf rust resistance of 35 wheat cultivars (lines) // Journal of Plant Pathology & Microbiology, 2018. Vol. 9, Article number: 429. DOI: 10.4172/2157-7471.1000429
10. Singh, R. P. Breeding durable adult plant resistance to stem rust in spring wheat. Progress made in decade since the launch of the Borlaug Global Rust Initiative // BGRI Technical Workshop. Sydney, 2015. P. 3.

References

1. Vasetskaya M. N., Kulikova G. V., Borzionova T. I. Metodicheskie ukazaniya po otsenke ustoichivosti sortoobraztsov pshenitsy k vozbuditelyam septorioza [Guidelines for estimating the resistance of wheat varieties to septoria pathogens]. M., 1987. 24 s.
2. Koishybaev M., Kanafin B. K., Fedorenko E. N., Gots A. Yu., Litovchenko Zh. I. Istochniki ustoichivosti yarovoi pshenitsy k vidam rzhavchiny i septorioza v Severnom Kazakhstane [Sources of resistance of spring wheat to rust and Septoria species in Northern Kazakhstan] // Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal. 2017. Ch. 3. № 12 (66). S. 117–122. DOI: 10.23670/IRJ.2017.66.098
3. Kon'kova E. A., Lyashcheva S. V., Sergeeva A. I. Skrininng mirovoi kollektzii ozimoi myagkoi pshenitsy k listostebel'nym boleznyam v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya [Screening of the world collection of winter bread wheat for leaf diseases in the conditions of the Lower Volga region] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2022. T. 14, № 2. S. 36–40. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-36-40
4. Krivchenko V. I., Khokhlova A. P. Golovnevye bolezni zernovykh kul'tur / Izuchenie geneticheskikh resursov zernovykh kul'tur po ustoichivosti k vrednym organizmam: metodicheskoe posobie [Smut diseases of grain crops / Study of genetic resources of grain crops for resistance to pests] / pod red. E. E. Radchenko. M., 2008. 433 s.
5. Marchenko D. M., Ivanisov M. M., Rybas' I. A., Nekrasov E. I., Romanyukina I. V., Chukhnenko Yu. Yu. Itogi selektsionnoi raboty po ozimoi myagkoi pshenitse dlya neparovykh predshestvennikov v Agrarnom nauchnom tsentre «Donskoi» [Results of breeding work on winter bread wheat for non-fallow forecrops

at the Agricultural Research Center "Donskoy"] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2020. № 6(72). S. 3–9. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-3-9

6. Federal'nyi zakon ot 03.08. 2018 № 280, «Ob organicheskoi produktsii i o vnesenii izmenenii v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiiskoi Federatsii» [Federal Law of August 3, 2018 №. 280 "On organic products and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation"] [Elektronnyi resurs]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43456> (data obrashcheniya 20.07.23).

7. Patent № 1367922 Sposob opredeleniya ustoichivosti sortov ozimoi pshenitsy k infektsionnym zabolevaniyam [Method for determining the resistance of winter wheat varieties to infectious diseases]. / Derova T. G.; zayavl. 29.04.1984; opubl. ot 23.01.1988.

8. Yuan L. I. U., Gebrewahid T. W., Zhang P. P., Li Z. F., Liu D. Q. Identification of leaf rust resistance genes in common wheat varieties from China and foreign countries // Journal of Integrative Agriculture. 2021. Vol. 20(5). P. 1302–1313. DOI: 10.1016/S2095-3119(20)63371

9. Li J., Shi L., Wang X., Zhang N., Wei X., Zhang L., Liu D. Leaf rust resistance of 35 wheat cultivars (lines) // Journal of Plant Pathology & Microbiology, 2018. Vol. 9, Article number: 429. DOI: 10.4172/2157-7471.1000429

10. Singh, R. P. Breeding durable adult plant resistance to stem rust in spring wheat. Progress made in decade since the launch of the Borlaug Global Rust Initiative // BGRI Technical Workshop. Sydney, 2015. P. 3.

Поступила: 07.09.23; доработана после рецензирования: 16.10.23; принята к публикации: 16.10.23.

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. Шишкин Н. В., Дерова Т. Г. – концептуализация и проектирование исследования, закладка опыта, фенологические наблюдения, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.