

ПОИСК ИСТОЧНИКОВ УСТОЙЧИВОСТИ К ОСНОВНЫМ ЛИСТОВЫМ БОЛЕЗНЯМ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЮГА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. С. Иванисова, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, kameneva.anka2016@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1466-250X;

Д. М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

О. С. Кононенко, агроном лаборатории иммунитета и защиты растений, olapavlenko3008@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7012-6460

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

В настоящее время высокий уровень селекционной работы требует тщательного подбора исходного материала, выявления в мировой коллекции пшеницы ценных форм для создания урожайных сортов, устойчивых к инфекционным болезням и с высоким качеством зерна. В связи с этим целью исследований являлась оценка исходного материала озимой твердой пшеницы и выделение источников устойчивости к основным листовым болезням в условиях юга Ростовской области. Работу проводили в 2020–2022 гг. на полях отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской». Изучение проходили 159 генотипов различного географического происхождения, представленных тринадцатью странами: Россия – 44,8 %, Мексика – 15,8 %, Украина, Турция – 9,4 % и др. Оценка генотипов на устойчивость к листовым болезням (мучнистой росе (*Blumeria graminis tritici*), бурой (Puccinia triticina) и желтой ржавчине (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*), септориозу (*Zymoseptoria tritici*)) авторы проводили на естественном фоне. Высокая влажность воздуха и обилие осадков в весенне-летний период во все годы исследований благоприятствовали развитию листовых болезней на озимой твердой пшенице. В результате проведенных исследований выделен ряд генотипов с комплексной устойчивостью к основным листовым болезням, распространенным в условиях юга Ростовской области: 1148/12, 1015/16, 1006/15, 323/17, 955/17, Кремона, Крупинка (Россия), SN TURK MI 82-83 90/GUTROS-2, P 1290493/HUI/AV79 (Мексика), Rodur (Франция), которые можно рекомендовать как перспективный материал для дальнейшей селекционной работы с целью создания устойчивых сортов с хозяйственно ценными признаками.

Ключевые слова: озимая твердая пшеница, селекция на иммунитет, устойчивость, исходный материал, болезни.

Для цитирования: Иванисова А. С., Марченко Д. М., Кононенко О. С. Поиск источников устойчивости к основным листовым болезням озимой твердой пшеницы в условиях юга Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 4. С. 10–15. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-99-4-10-15.



SEARCH FOR SOURCES OF RESISTANCE TO THE MAIN FOLIAR DISEASES OF WINTER DURUM WHEAT IN THE SOUTH OF THE ROSTOV REGION

A. S. Ivanisova, Candidate of Agricultural Sciences, junior researcher of the laboratory for winter wheat breeding and seed production, kameneva.anka2016@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1466-250X;

D. M. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of winter wheat breeding and seed production, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

O. S. Kononenko, agronomist of the laboratory for immunity and protection of plants, olapavlenko3008@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7012-6460

FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Russia, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: vniizk30@mail

At present, the high level of breeding work requires careful selection of initial material, identification of valuable forms in the world collection of wheat to develop highly productive varieties resistant to infectious diseases and with high grain quality. Therefore, the purpose of the current study was to estimate the initial material of winter durum wheat and identify sources of resistance to the main foliar diseases in the south of the Rostov region. The study was carried out in the fields of the department of winter wheat breeding and seed production of the FSBSI "ARC "Donskoy" in 2020–2022. There have been studied 159 genotypes of various geographical origins, represented by 13 countries, namely 44.8 % from Russia, 15.8 % from Mexico, 9.4 % from Ukraine, Turkey, etc. The estimation of genotypes for resistance to foliar diseases (powdery mildew (*Blumeria graminis tritici*), brown (Puccinia triticina) and yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*), septoria (*Zymoseptoria tritici*)) was carried out on a natural background. High air humidity and abundant precipitation in the spring-summer period through all years of study favored the development of foliar diseases on winter durum wheat. As a result there have been identified

several genotypes with complex resistance to the main foliar diseases common for the south of the Rostov region such as 1148/12, 1015/16, 1006/15, 323/17, 955/17, Cremona, Krupinka (Russia), SN TURK MI 82-83 90/GUTROS-2, P 1290493/HUI/AV79 (Mexico), Rodur (France), which can be recommended as promising material for further breeding work in order to develop resistant varieties with economically valuable traits.

Keywords: winter durum wheat, breeding for immunity, resistance, initial material, diseases.

Введение. В настоящее время высокий уровень селекционной работы требует тщательного подбора исходного материала, выявления в мировой коллекции пшеницы ценных форм для создания урожайных сортов, устойчивых к инфекционным болезням и с высоким качеством зерна (Евдокимов и др., 2022).

В борьбе с болезнями растений серьезное внимание уделяется селекции на иммунитет. Успех в этом деле зависит от многих факторов, в том числе от наличия генов устойчивости (Агапова и др., 2021).

Очень часто новый сорт, выведенный научно-исследовательским учреждением, считается устойчивым к какому-либо заболеванию, но при возделывании в производстве через несколько лет начинает поражаться данной болезнью. Чаще всего это связано с появлением какой-либо новой физиологической расы, на устойчивость к которой сорт не испытывался. Это значительно осложняет создание устойчивых к заболеваниям сортов (Aoun et al., 2021; Дерова и др., 2024).

Создание устойчивых к болезням и вредителям сортов – важный резерв повышения валовых сборов зерна. При этом следует помнить, что в новом генотипе желательны сочетание полевой выносливости к болезням с высокой устойчивостью к расам или комплексу рас паразита (Волкова и др., 2023).

Одной из задач современной селекции следует считать выявление среди исходного многообразия сортов и гибридных форм с широкой генетической основой и привлечение их к скрещиванию. Исходный материал является средством для создания новых генотипов, обладающих ценными биологическими и хозяйственными признаками, в том числе и устойчивостью к листовым болезням (Ivanisov et al., 2023).

Цель исследований – оценить исходный материал озимой твердой пшеницы и выделить источники устойчивости к основным листовым болезням в условиях юга Ростовской области.

Материалы и методы исследований.

Работу по оценке коллекционных образцов на устойчивость к листовым болезням проводили в 2020–2022 гг. (на естественном фоне) на полях отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской». Изучение проходили 159 генотипов различного географического происхождения. В качестве стандарта использовали сорт озимой твердой пшеницы Кристелла.

Посев озимой твердой пшеницы проводили сеялкой Wintersteiger Plotseed S обычным рядовым способом на глубину заделки семян 4–6 см с нормой высева 500 всхожих зерен

на 1 м². Учетная площадь делянок 5 м², повторность трехкратная.

Степень поражения сортов бурой, желтой ржавчиной в естественных условиях оценивали по методике Э. Э. Гешеле (1978), мучнистой росой – С. И. Ригиной-Трайниной, И. Г. Одинцовой (1974), септориозом – Л. Г. Тырышкина и М. А. Колесовой (2008).

Метеорологические условия в годы проведения исследований отличались от средних многолетних данных по количеству выпавших осадков и среднемесячной температуре воздуха.

Интенсивные осадки в мае (79,9 мм, 155,7 % к норме) 2020 г. и оптимальный температурный режим (11,3 °C) оказали благоприятное влияние на рост и развитие озимой пшеницы.

Температурный режим в мае 2021 г. был повышенным – 18,1 °C (+1,6 °C к среднемноголетним). За текущий месяц выпало 65,0 мм осадков (+13,7 мм к среднемноголетней). Июнь был дождливым – выпало 103,9 мм осадков (+32,6 мм к среднемноголетней).

Весна 2022 г. характеризовалась температурным режимом в пределах среднемноголетних значений и обилием осадков (164,4 мм; 125,5 % от нормы).

Высокая влажность воздуха и обилие осадков в весенне-летний период во все годы исследований благоприятствовали развитию листовых болезней на озимой твердой пшенице.

Результаты и их обсуждение. С целью создания комплексно-устойчивых сортов озимой твердой пшеницы к основным заболеваниям в условиях юга Ростовской области нами изучен ряд образцов различного эколого-географического происхождения, представленных тринадцатью странами: Россия – 44,8 %, Мексика – 15,8 %, Украина, Турция – 9,4 % и др. (рис. 1).

Отрицательно сказываются на урожае озимой твердой пшеницы развивающиеся на ее листьях и стеблях различные виды ржавчины (бурая, желтая), мучнистая роса, септориоз (Matzen et al., 2019). В связи с этим в селекции на иммунитет основной задачей является поиск новых источников устойчивости с последующим привлечением их в селекционный процесс.

Мучнистая роса (*Blumeria graminis tritici*) в опыте проявлялась во все годы изучения, что позволило выделить устойчивые генотипы. По устойчивости к данному патогену коллекционные образцы распределились на следующие группы: устойчивые – 78,0 %, среднеустойчивые – 17,0 %, средневосприимчивые – 3,8 %, восприимчивые – 1,2 % (рис. 2).

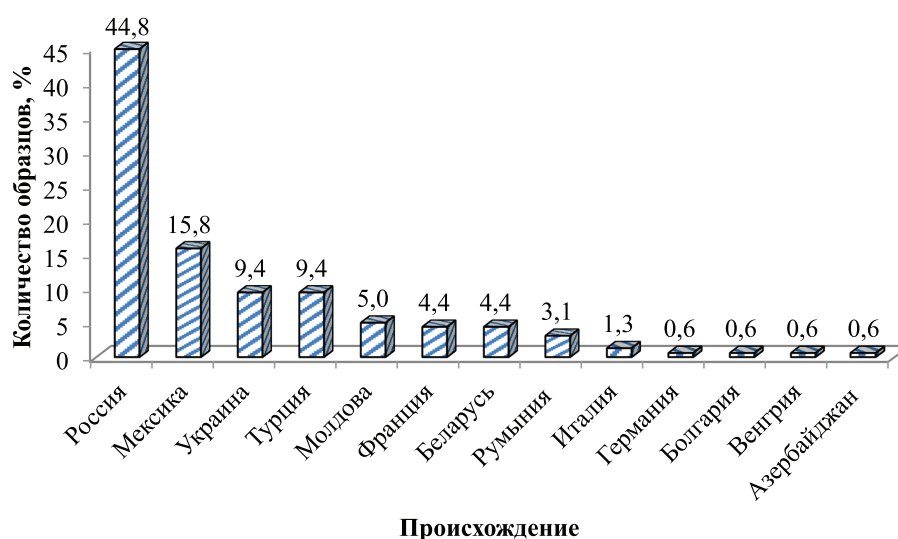


Рис. 1. Происхождение коллекционных образцов озимой твердой пшеницы (2020–2022 гг.)
Fig. 1. Origin of the collection samples of winter durum wheat (2020–2022)

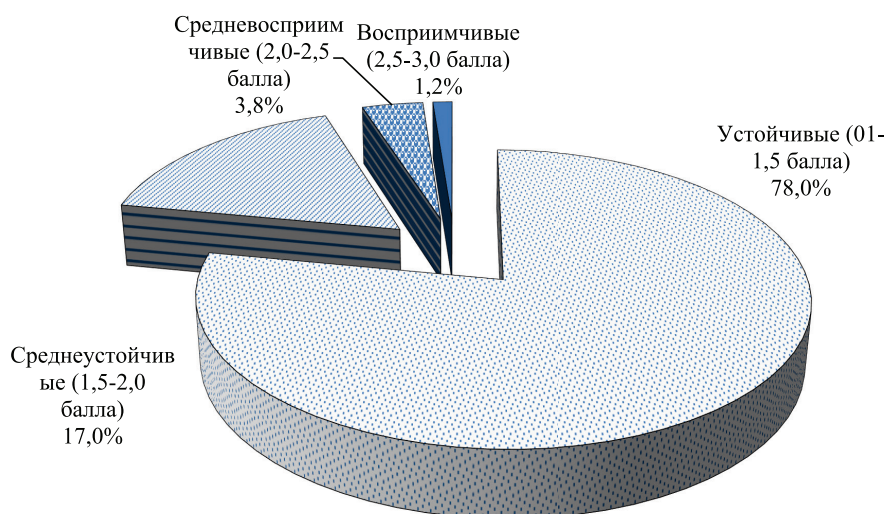


Рис. 2. Распределение коллекционных образцов озимой твердой пшеницы по устойчивости к мучнистой росе (2020–2022 гг.)
Fig. 2. Distribution of the collection samples of winter durum wheat according to resistance to powdery mildew (2020–2022)

Высокую устойчивость к мучнистой росе (01–1,5 балла) в полевых условиях проявляли образцы из России – Кремона, 645/11, 429/12, 627/14, 976/15, 1028/16, 448/17, 1169/17; Турции – SARI BUGDAY 2, KIZILTAN, AKBASAK 073/144, EMINBEY; Мексики – OSU-3880015//EMU/RISSA, OSU 3910244/SHAG-26, DF 28.82.84/DAB-18; Беларуси – BUL-T. DURUM-2, BUL-T.DURUM-10, BUL-T.DURUM-5; Азербайджана – BARAKATLI-95 и др.

На других генотипах поражение наблюдалось в сильной и средней степени. Максимальные поражения (2,0–3,0 балла) отмечены у 5,0 % изучаемых коллекционных образцов озимой твердой пшеницы.

Бурая (*Puccinia recondita*) и желтая (*Puccinia striiformis* f.sp. tritici) ржавчины входят в число наиболее вредоносных заболеваний пшеницы. Успех селекции на устойчивость к данным патогенам в значительной мере зависит от используемого исходного материала и степени его генетической изученности (Дерова и др., 2022).

По устойчивости к бурой ржавчине коллекционные образцы озимой твердой пшеницы разделялись на следующие группы: устойчивые – 89,3 %, среднеустойчивые – 3,8 %, средневосприимчивые – 5,0 %, восприимчивые – 1,9 %; по желтой: устойчивые – 89,3 %, среднеустойчивые – 3,8 %, средневосприимчивые – 5,7 %, восприимчивые – 1,2 % (табл. 1).

Таблица 1. Распределение коллекционных образцов озимой твердой пшеницы по устойчивости к бурой и желтой ржавчинам (естественный фон), 2020–2022 годы
Table 1. Distribution of the collection samples of winter durum wheat according to resistance to brown and yellow rust (natural background), 2020–2022

Группа	Количество образцов			
	бурая ржавчина		желтая ржавчина	
	шт.	%	шт.	%
Устойчивые (0–15 %)	142	89,3	142	89,3
Среднеустойчивые (15–30 %)	6	3,8	6	3,8
Средневосприимчивые (30–40 %)	8	5,0	9	5,7
Восприимчивые (50–100 %)	3	1,9	2	1,2

В годы исследований (2020–2022) растения озимой твердой пшеницы слабо поражались бурой и желтой ржавчиной. Практически все коллекционные образцы показали высокую устойчивость к данным заболеваниям.

В условиях юга Ростовской области наиболее распространенной листовой болезнью является септориоз (*Zymoseptoria tritici*). У растений, листья которых поражаются данным патогеном, усиливается транспирация, ассими-

ляция же ослабляется, вследствие этого получается щуплое зерно и значительно снижается урожай (Пахолкова и др., 2022).

За изучаемый период коллекционные образцы озимой твердой пшеницы по устойчивости к септориозу разделились на следующие группы: устойчивые – 44,7 %, среднеустойчивые – 31,4 %, средневосприимчивые – 21,4 % и восприимчивые – 2,5 % (рис. 3).

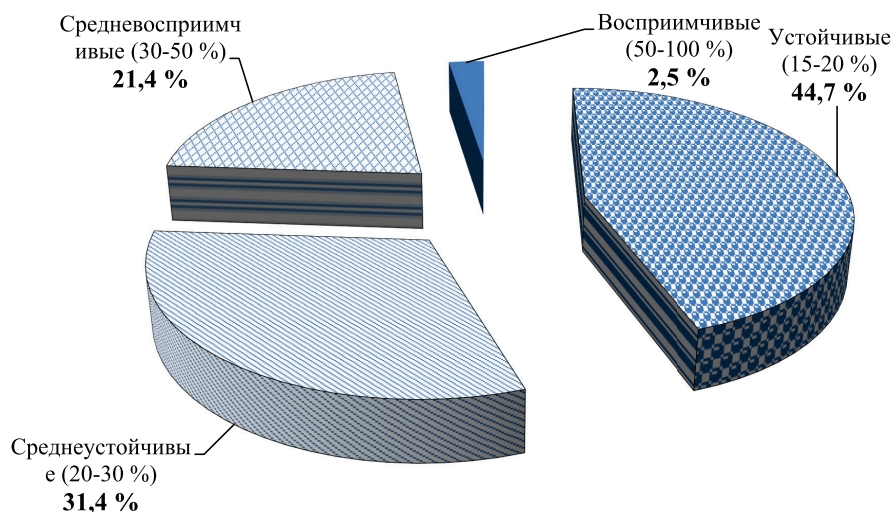


Рис. 3. Распределение коллекционных образцов озимой твердой пшеницы по устойчивости к септориозу (естественный фон), 2020–2022 годы
Fig. 3. Distribution of the collection samples of winter durum wheat according to resistance to septoria (natural background), 2020–2022

Высокую устойчивость к данному патогену (до 20 %) в полевых условиях проявили образцы из России – Кремона, 1148/12, 588/15, 1562/15, 1015/16, 323/17, 348/17; Германии – Winter Gold; Турции – SARI BUGDAY 2, YILMAZ; Мексики – SN TURK MI 82-83 90/GUTROS-2, OSU-3880001/4AOS/SNIP/3/MEDIUM/KIF//SAPI, OSU-3880015//EMU/RISSA, OSU 3910244/SHAG-26 и др.

Объединение в одном сорте иммунитета одновременно к различным заболеваниям является трудной, но актуальной задачей селек-

ции. При этом в различных регионах, где возникают постоянные эпифитотии бурой и желтой ржавчины, мучнистой росы и других болезней, особый интерес представляют сорта и формы с комплексной устойчивостью (Дерова и др., 2024).

За 2020–2022 гг. был выделен ряд образцов озимой твердой пшеницы с комплексной устойчивостью к основным листовым болезням в условиях Ростовской области. Характеристика их представлена в таблице 2.

Таблица 2. Характеристика образцов озимой твердой пшеницы, устойчивых к основным листовым болезням (2020–2022 гг.)

Table 2. Characteristics of the winter durum wheat samples resistant to major foliar diseases (2020–2022)

Образцы	Происхождение	Урожайность, г/м ²	Поражение (естественный фон)			
			бурой ржавчиной, %	желтой ржавчиной, %	мучнистой росой, балл	септориозом, %
Кристалла, стандарт	Россия	567,3	5–10	0–5	1,5–2,0	15–20
1148/12	Россия	567,9	0	5–10	01	10–15
1015/16	Россия	540,7	0	следы	следы	10–15
1006/15	Россия	577,2	0	0	01	5–10
323/17	Россия	673,5	0–5	0	1	10–15
955/17	Россия	676,6	следы	0	01	10–15
Кремона	Россия	484,1	0	0–5	1	10–15
Крупинка	Россия	751,0	следы	0–5	01	10–15
SN TURK MI 82-83 90/GUTROS-2	Мексика	460,9	следы	0–5	01	10–15
P 1290493//HUI//AV79	Мексика	578,0	0	0–5	следы	5–10
Rodur	Франция	522,7	0	10–15	1	10–15
HCP ₀₅	–	103,6	–	–	–	–

Особый интерес представляют высокопродуктивные образцы с комплексной устойчивостью к изучаемым патогенам: 323/17, 955/17, Крупинка (Россия). Урожайность их находилась в пределах 673,5–751,0 г/м², достоверная прибавка над стандартом получена от 106,3 до 183,7 г/м² (HCP₀₅ 103,6 г/м²).

Выделенные генотипы озимой твердой пшеницы могут послужить хорошим исходным материалом для создания сортов, обладающих ценными биологическими и хозяйственными признаками, в том числе и устойчивостью к листовым болезням.

Выводы. В результате изучения коллекционных образцов озимой твердой пшеницы выделен ряд источников с высокой устойчивостью к мучнистой росе (0–1,5 балла): 645/11, 429/12, 627/14, 976/15, 1028/16, 448/17, 1169/17, Кремона (Россия); SARI BUGDAY 2, KIZILTAN, AKBASAK 073/144, EMINBEY (Турция); OSU-3880015//EMU/RISSA, OSU3910244/SHAG-26, DF 28.82.84/DAB-18 (Мексика); BUL-T.DURUM-2, BUL-T.DURUM-10, BUL-T.DURUM-5 (Беларусь);

BARAKATLI-95 (Азербайджан) и др. С высокой устойчивостью к септориозу (до 20 %): 1148/12, 588/15, 1562/15, 1015/16, 323/17, 348/17, Кремона (Россия); Winter Gold (Германия), SARI BUGDAY 2, YILMAZ (Турция); SN TURK MI 82-83 90/GUTROS-2, OSU-3880001/4AOS/SNIP/3/MEDIUM/KIF//SAPI, OSU-3880015//EMU/RISSA, OSU 3910244/SHAG-26 (Мексика) и др. С комплексной устойчивостью к основным листовым болезням, распространенным в условиях юга Ростовской области: 1148/12, 1015/16, 1006/15, 323/17, 955/17, Кремона, Крупинка (Россия); SN TURK MI 82-83 90/GUTROS-2, P 1290493//HUI//AV79 (Мексика); Rodur (Франция).

Выделенные устойчивые формы можно рекомендовать как перспективный материал для дальнейшей селекционной работы на иммунитет.

Финансирование. Работа выполнена по теме государственного задания № 0505-2025-0006.

Библиографический список

- Агапова В. Д., Ваганова О. Ф., Кудинова О. А., Волкова Г. В. Скрининг сортообразцов пшеницы российской селекции на устойчивость к бурой ржавчине // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51, № 1. С. 33–41. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-1-4
- Волкова Г. В., Кудинова О. А., Игнатъева О. О., Агапова В. Д., Гладкова Е. В., Ваганова О. Ф., Матвеева И. П. Устойчивость к ржавчинам образцов пшеницы и тритикале в разные фазы онтогенеза // Юг России: экология, развитие. 2023. Т. 18, № 4(69). С. 161–172.
- Дерова Т. Г., Шишкин Н. В., Иванов М. М., Кононенко О. С. Поиск источников устойчивости к листовым болезням среди современных сортов озимой мягкой пшеницы в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2024. Т. 16, № 3. С. 100–106. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-92-3-100-106
- Дерова Т. Г., Шишкин Н. В., Кононенко О. С., Самофалова Н. Е. Устойчивость сортов озимой твердой пшеницы к бурой ржавчине (*Puccinia triticina*) и мучнистой росе (*Blumeria graminis*) в АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 2. С. 89–94. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-89-94
- Евдокимов М. Г., Юсов В. С., Кирьякова М. Н., Мешкова Л. В., Пахотина И. В., Глушаков Д. А. Перспективные генетические источники для селекции яровой твердой пшеницы в Западной Сибири // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2022. Т. 26, № 7. С. 609–621. DOI: 10.18699/VJGB-22-75
- Пахолкова Е. В., Сальникова Н. Н., Панкратова Л. Ф., Коломиец Т. М. Иммунологическая оценка сортов яровой пшеницы селекции касиб на устойчивость к возбудителю септориоза колоса *Parastagonospora Nodorum* // Биосфера. 2022. Т. 14, № 4. С. 355–358.

7. Aoun M., Rouse M. N., Kolmer J. A., Kumar A., Elias E. M. Genome-Wide Association Studies Reveal All-Stage Rust Resistance Loci in Elite Durum Wheat Genotypes // *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12, P. 1–20. Article number: 640739. DOI: 10.3389/fpls.2021.640739
8. Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Shishkin N. V., Gaze V. L. Productivity and resistance to stress factors of winter wheat varieties bred by ARC "Donskoy" // *E3S Web of Conferences*. XVI International Scientific and Practical Conference "State and Prospects for the Development of Agribusiness – INTERAGROMASH 2023". Rostov n/D., 2023. Article number: 01006. DOI: 10.1051/e3sconf/202341301006
9. Matzen N., Heick T.M., Jorgensen L.N. Control of powdery mildew (*Blumeria graminis* spp.) in cereal by Serenade ASO (*Bacillus amyloqueliciens* (former subtilis) strain QST) // *Biological Control*. 2019. Vol. 139, Article number: 104067. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2019.104067

References

1. Agapova V. D., Vaganova O. F., Kudinova O. A., Volkova G. V. Skрининг sortobraztsov pshenitsy rossiiskoi selektsii na ustoichivost' k buroi rzhavchine [Screening of Russian wheat variety samples for brown rust resistance] // *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*. 2021. T. 51, № 1. S. 33–41. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-1-4
2. Volkova G. V., Kudinova O. A., Ignat'eva O. O., Agapova V. D., Gladkova E. V., Vaganova O. F., Matveeva I. P. Ustoichivost' k rzhavchinam obraztsov pshenitsy i tritikale v raznye fazy ontogeneza [Rust resistance of wheat and triticale samples in different phases of ontogenesis] // *Yug Rossii: ekologiya, razvitie*. 2023. T. 18, № 4(69). S. 161–172.
3. Derova T. G., Shishkin N. V., Ivanisov M. M., Kononenko O. S. Poisk istochnikov ustoichivosti k listovym boleznyam sredi sovremennykh sortov ozimoi myagkoi pshenitsy v yuzhnoi zone Rostovskoi oblasti [Search for sources of resistance to leaf diseases among modern winter common wheat varieties in the southern part of the Rostov region] // *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2024. T. 16, № 3. S. 100–106. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-92-3-100-106
4. Derova T. G., Shishkin N. V., Kononenko O. S., Samofalova N. E. Ustoichivost' sortov ozimoi tverdoi pshenitsy k buroi rzhavchine (*Puccinia triticina*) i muchnistoi rose (*Blumeria graminis*) v ANTs «Donskoi» [Winter durum wheat varieties' resistance to brown rust (*Puccinia triticina*) and powdery mildew (*Blumeria graminis*) in the "ARC "Donskoy"] // *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2022. T. 14, № 2. S. 89–94. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-89-94
5. Evdokimov M. G., Yusov V. S., Kir'yakova M. N., Meshkova L. V., Pakhotina I. V., Glushakov D. A. Perspektivnye geneticheskie istochniki dlya selektsii yarovoi tverdoi pshenitsy v Zapadnoi Sibiri [Promising genetic sources for spring durum wheat breeding in Western Siberia] // *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii*. 2022. T. 26, № 7. S. 609–621. DOI: 10.18699/VJGB-22-75
6. Pakholkova E. V., Sal'nikova N. N., Pankratova L. F., Kolomiets T. M. Immunologicheskaya otsenka sortov yarovoi pshenitsy selektsii kasib na ustoichivost' k vozbuditelyu septorioza kolosa *Parastagonospora nodorum* [Immunological estimation of spring wheat varieties of Kasib breeding for resistance to the causative agent of leaf blotch (*Parastagonospora nodorum*)] // *Biosfera*. 2022. T. 14, № 4. S. 355–358.
7. Aoun M., Rouse M. N., Kolmer J. A., Kumar A., Elias E. M. Genome-Wide Association Studies Reveal All-Stage Rust Resistance Loci in Elite Durum Wheat Genotypes // *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12, P. 1–20. Article number: 640739. DOI: 10.3389/fpls.2021.640739
8. Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Shishkin N. V., Gaze V. L. Productivity and resistance to stress factors of winter wheat varieties bred by ARC "Donskoy" // *E3S Web of Conferences*. XVI International Scientific and Practical Conference "State and Prospects for the Development of Agribusiness – INTERAGROMASH 2023". Rostov n/D., 2023. Article number: 01006. DOI: 10.1051/e3sconf/202341301006
9. Matzen N., Heick T.M., Jorgensen L.N. Control of powdery mildew (*Blumeria graminis* spp.) in cereal by Serenade ASO (*Bacillus amyloqueliciens* (former subtilis) strain QST) // *Biological Control*. 2019. Vol. 139, Article number: 104067. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2019.104067

Поступила: 08.04.25; доработана после рецензирования: 13.05.25; принята к публикации: 15.05.25.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Иванисова А. С. – концептуализация исследований, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи, финальная доработка текста; Марченко Д. М. – общее научное руководство, концептуализация исследований, критический анализ текста; Кононенко О. С. – выполнение полевых опытов, сбор данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.