

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 633.11:632.4

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-69-76

ИСТОЧНИКИ УСТОЙЧИВОСТИ К ЖЕЛТОЙ РЖАВЧИНЕ (ВОЗБУДИТЕЛЬ *PUCCINIA STRIFORMIS* WEST.) СРЕДИ СЕЛЕКЦИОННОГО И КОЛЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ФГБНУ «АНЦ «ДОНСКОЙ»

Г. В. Волкова¹, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, зав. лабораторией иммунитета зерновых культур к грибным болезням, galvol.bpp@yandex.ru, ORCID 0000-0002-3696-2610;

И. П. Матвеева¹, аспирант, научный сотрудник лаборатории иммунитета зерновых культур к грибным болезням, i.matveeva14@yandex.ru, ORCID 0000-0002-8696-5350;

Т. Г. Дерова², ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X;

Н. В. Шишкин², кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, nik.shishkin.1961@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3863-0297;

Д. М. Марченко², кандидат сельскохозяйственных наук, и. о. зам. директора по селекции и семеноводству, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903

¹ФГБНУ «Всероссийский НИИ биологической защиты растений», 350039, г. Краснодар, п/о 39; e-mail: vniibzr@mail.ru;

²ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

В статье представлены результаты совместных многолетних иммунологических исследований сортов и селекционных линий озимой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» к северокавказской популяции возбудителя желтой ржавчины, проведенные при искусственном заражении в различных агроэкологических условиях (г. Зерноград, Ростовская область – ФГБНУ «АНЦ «Донской» и г. Краснодар – ФГБНУ «ВНИИБЗР»). Желтая ржавчина (возбудитель *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* West.) является опасным заболеванием пшеницы во всех регионах мира, возделывающих зерно, в том числе и на юге России. В годы с благоприятными условиями потери урожая пшеницы от данного патогена могут достигать 70–100%. Одним из наиболее эффективных методов защиты пшеницы является выращивание устойчивых к патогену сортов. Для их создания необходим регулярный скрининг источников устойчивости среди сортов и линий пшеницы различной селекции. В условиях полевых стационаров ФГБНУ «АНЦ «Донской» (2014–2016 гг.) и ФГБНУ «ВНИИБЗР» (2017–2019 гг.) на искусственных инфекционных фонах *P. striiformis* прошли испытание селекционные и коллекционные сорта и сортообразцы пшеницы, созданные в отделе селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской». На протяжении 40 последних лет донские селекционеры, привлекая различные источники и доноры устойчивости, создавали сорта пшеницы с высокой устойчивостью к основным болезням, в том числе и к желтой ржавчине. Это сорта Донская безостая, Дон 85, Донщина, Колос Дона, Зерноградка 8, Дон 93, Дон 95, Донской маяк и др. В результате проведенных исследований в различных агроклиматических зонах среди изученного материала установлена высокая доля (от 52,0 до 87,3%) устойчивых к желтой ржавчине сортов и сортообразцов. Высокую устойчивость, по многолетним данным, проявляют сорта озимой мягкой пшеницы Вольница, Изюминка, Краса Дона, Лидия, Находка, Шеф, Юбилей Дона, Этюд и др., среди озимой твердой пшеницы – Золото Дона, Лакомка, Усада и др.

Ключевые слова: пшеница, сорта, желтая ржавчина, *Puccinia striiformis*, источники устойчивости.

Для цитирования: Волкова Г. В., Матвеева И. П., Дерова Т. Г., Шишкин Н. В., Марченко Д. М. Источники устойчивости к желтой ржавчине (возбудитель *Puccinia striiformis* West.) среди селекционного и коллекционного материала озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 69–73. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-69-76.



THE SOURCES OF YELLOW RUST RESISTANCE (THE CAUSATIVE AGENT *PUCCINIA STRIFORMIS* WEST.) AMONG THE BREEDING AND COLLECTION MATERIAL OF WINTER WHEAT DEVELOPED IN THE FSBSI “ARC “DONSKOY”

G. V. Volkova¹, Candidate of Biological Sciences, main researcher, head of the laboratory for grain crop immunity to fungi diseases, galvol.bpp@yandex.ru, ORCID 0000-0002-3696-2610;

I. P. Matveeva¹, post graduate, researcher of the laboratory for grain crop immunity to fungi diseases, i.matveeva14@yandex.ru, ORCID 0000-0002-8696-5350;

T. G. Derova², leading researcher of the laboratory for immunity and protection of plants, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X;

N. V. Shishkin², Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for immunity and protection of plants, nik.shishkin.1961@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3863-0297;

D. M. Marchenko², Candidate of Agricultural Sciences, acting deputy director on breeding and seed production, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903

¹FSBSI “All-Russian Research Institute of Biological Protection of Plants”, 350039, Krasnodar, p/o 39; e-mail: vniibzr@mail.ru;

²FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy”, 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented the results of joint long-term immunological study of winter wheat varieties and lines of the FSBSI “ARC “Donskoy” to the North Caucasian population of the yellow rust pathogen. The study was carried out under artificial in-

fection in various agro-ecological conditions (FSBSI "ARC "Donskoy" in Zernograd, Rostov Region and FSBSI "All-Russian Research Institute of Biological Protection of Plants" in Krasnodar). Yellow rust (the causative agent *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* West.) is a dangerous wheat disease in all regions of the world that cultivate grain, including in the south of Russia. In years with favorable conditions, the wheat yield loss caused by this pathogen can reach 70–100%. One of the most effective methods to protect wheat is the cultivation of pathogen-resistant varieties. To develop them, there is a great necessity in a regular screening of resistance sources among wheat varieties and lines of various breeding. In the conditions of field plots the FSBSI "ARC "Donskoy" (2014–2016) and the FSBSI "All-Russian Research Institute of Biological Protection of Plants" (2017–2019) on artificial infectious backgrounds of *P. striiformis* there were tested the breeding and collection wheat varieties and variety-samples developed by the researcher of the department of winter wheat breeding and seed production of the FSBSI "ARC "Donskoy". Over the past 40 years, the Don breeders, attracting various sources and donors of resistance, have developed such wheat varieties with high resistance to major diseases, including yellow rust, as "Donskaya bezostaya", "Don 85", "Donshchina", "Kolos Dona", "Zernogradka 8", "Don 93", "Don 95", "Donskoy Mayak", etc. As a result of the studies conducted in various agroclimatic zones, among the studied material, there has been established a high percentage (from 52.0 to 87.3) of varieties and variety-samples resistant to yellow rust. According to long-term data, the winter bread wheat varieties "Volnitsa", "Izyuminka", "Krasa Dona", "Lidiya", "Nakhodka", "Shef", "Yubiley Dona", "Etud" and the winter durum wheat varieties "Zoloto Don", "Lakomka", "Uslada" have shown a great resistance to the disease.

Keywords: wheat, variety, yellow rust, *Puccinia striiformis*, sources of resistance.

Введение. Пшеница представляет примерно 19% мирового рынка и имеет важное экономическое и продовольственное значение, уступая по структуре посевных площадей лишь рису, тростнику и кукурузе (FAOSTAT, 2019). Ростовская область является одним из основных производителей продовольственного зерна в России, где в последние годы (2015–2019 гг.), по данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области, посевные площади под озимой пшеницей составляют 2,3–2,7 млн га при средней урожайности 3,76 т/га. Среди неблагоприятных биотических факторов, влияющих на величину урожая культуры, особое место принадлежит грибным болезням.

Желтая ржавчина пшеницы (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) – опасное заболевание, широко распространенное во всех регионах, возделывающих зерно, в том числе и в России. Согласно данным фитосанитарного мониторинга Россельхозцентра (2017–2019 гг.), патоген встречался в Северо-Кавказском федеральном округе (Республика Кабардино-Балкария, Ставропольский край) с максимальным развитием 1,5% и распространением 9%. Условия Южного федерального округа являются для желтой ржавчины наиболее предпочтительными. Здесь максимальное развитие заболевания достигало 15% с максимальным распространением до 40% в Шовгеновском районе Республики Адыгея (Говоров и др., 2018).

По результатам маршрутных обследований сотрудников лаборатории иммунитета зерновых культур к грибным болезням ФГБНУ «ВНИИБЗР», наиболее часто желтую ржавчину в фазу молочной спелости пшеницы отмечали в южной предгорной и централь-

ной агроклиматических зонах со средней степенью развития 3,5% (Матвеева и Волкова, 2019).

При благоприятных условиях (пониженных температурах +16...+18 °C и высокой влажности 80–100%) на восприимчивых сортах потери урожая могут составлять от 70 до 100% (Chen, 2005). Патоген поражает листовое влагалище, лист, колосковые чешуи и ости растения-хозяина, повышает интенсивность дыхания и транспирацию, снижает площадь фотосинтетической поверхности и интенсивность накопления пластических веществ в растении. Характерным симптомом желтой ржавчины является образование на листьях и других пораженных частях растения мелких лимонно-желтых порошащих подушечек (урединопустул), располагающихся продольными рядами.

Пораженные ткани хлоротичны. В конце вегетации под влиянием стрессовых факторов (повышенные температуры, низкая влажность, отсутствие осадков) наряду с желтыми урединопустулами появляются и черные телеитопустулы, расположенные также линейными рядами и прикрытые эпидермисом (рис. 1) (Zhao, 2013).

Высокая степень заражения пшеницы желтой ржавчиной приводит к формированию некачественного и нетоварного зерна.

Общеизвестно, что одним из наиболее эффективных методов борьбы с данным заболеванием является использование устойчивых сортов (Волкова, 2019). Однако благодаря высокой вредоносности, изменчивости структуры популяции с образованием новых физиологических рас *P. striiformis* она может быть утрачена в течение 3–4 лет (Chen, 2005).



Рис. 1. Пшеница, пораженная желтой ржавчиной (*Puccinia striiformis*). Слева направо: пораженное растение в поле (ориг.); лист с урединопустулами (ориг.); внешний вид урединопустул, урединоспоры

Fig. 1. Wheat infected with yellow rust (*Puccinia striiformis*). Left to right: infected plant in the field (orig.); a leaf with urediniopustula (orig.); appearance of urediniopustula, urediniospores

Изучение устойчивости сорта к фитопатогенам с целью сохранения урожая и поиска новых доноров устойчивости – одно из важнейших направлений современных научных исследований (Chen, 2005).

Засушливые климатические условия Ростовской области в зоне деятельности ФГБНУ «АНЦ «Донской»

в отдельные годы не способствуют получению полноценных характеристик сортов по устойчивости к листовым болезням. Необходимо изучение части селекционного материала в экологических условиях, приближенных к оптимальным для патогенов. В рамках многолетнего творческого сотрудничества

с коллективом сотрудников лаборатории иммунитета зерновых культур к грибным болезням ФГБНУ «ВНИИБЗР» (г. Краснодар) проводится ряд совместных исследований по изучению фитоустойчивости, обмен спорным материалом, написание научных работ. Климатические (высокая влажность воздуха) и экологические (близость предгорного рельефа и мест первичного произрастания пшеницы) условия Краснодарского края способствуют ежегодному развитию листовых болезней пшеницы. Поэтому целью исследований, представленных в данной статье, стал поиск источников устойчивости к северокавказской популяции *P. striiformis* среди селекционных и коллекционных сортообразцов озимой мягкой и твердой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Материалы и методы исследований. Исследования, проведенные в Ростовской области. Полевые эксперименты в ФГБНУ «АНЦ «Донской» проводили на опытном поле лаборатории иммунитета и защиты растений.

Лимитирующими факторами развития желтой ржавчины на Нижнем Дону являются низкая влажность воздуха и высокие показатели температуры в мае – июне. Осадки в основные фазы развития болезни на пшенице – трубкование, колошение и цветение (апрель, май, июнь) в годы исследований выпадали неравномерно. Наиболее благоприятные условия в годы испытаний для развития желтой ржавчины пше-

ницы сложились в 2014–2015 гг.: они характеризовались наличием высокой влажности воздуха и средним температурным режимом на протяжении развития заболевания. Восприимчивые сорта при этом поражались на 100%. Погодные условия 2016 г. были менее благоприятными из-за температур воздуха, превышающих средние многолетние показатели в мае и июне и сдерживающих дальнейшее развитие патогена.

Объектом исследования были сорта и сортообразцы отдела озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской» и сорта межстанционного сортоиспытания различных селекционных учреждений Российской Федерации, а также стран ближнего и дальнего зарубежья. Селекционный материал отдела озимой пшеницы был представлен сортами для интенсивных и полунтенсивных технологий возделывания озимой пшеницы.

Для заражения делянок использовали споры северокавказской популяции возбудителя желтой ржавчины. Семена высевали делянками в два ряда длиной 1 м с нормой высева 60 зерен на 1 пог. м. Образцы располагали в ярусы, которые размещали перпендикулярно направлению господствующих в период вегетации растений ветров. Вдоль каждого яруса высевали 1 ряд смеси восприимчивых к желтой ржавчине сортов, а сорта-накопители – через каждые 20 сортов в ярусах (рис. 2).



Рис. 2. Инфекционный фон по желтой ржавчине в ФГБНУ «АНЦ «Донской». Слева направо, сверху: схема посева питомника (ориг.), искусственное заражение растений пшеницы (ориг.); внизу: сбор и хранение спорного материала (ориг.), опрыскивание делянок в вечернее время (ориг.)

Fig. 2. Infectious background for yellow rust in the FSBSI "ARC "Donskoy". From left to right, above: a plot sowing scheme (orig.), artificial infection of wheat (orig.); below: harvesting and storage of spore material (orig.), spraying of plots in the evening (orig.)

Заражение растений проводили весной в фазу начала трубкования растений пшеницы при температуре воздуха 8–12 °С. Растения инокулировали смесью урединиоспор с тальком в вечернее время под росу или после дождя. Для усиления развития желтой ржавчины в засушливые периоды производили опрыскивание делянок в вечернее время чистой водой

с помощью навесного опрыскивателя. Отбор устойчивых сортов производили по фенотипу, определяя степень поражения растений пшеницы желтой ржавчиной по шкале Петерсона с соавторами (Бабаянц и др., 1988).

Исследования, проведенные в Краснодарском крае. Условия вегетационных сезонов 2017–2019 гг.

для развития желтой ржавчины пшеницы в центральной зоне Краснодарского края складывались благоприятно. Весенний период характеризовался продолжительностью пониженных температур ($+16...+20^{\circ}\text{C}$) и высокой влажностью (60–80%), что соответствует условиям, оптимальным для развития *P. striiformis*

(рис. 3). Первые признаки поражения на искусственном инфекционном фоне наблюдались уже в 3-й декаде марта. Пик активного развития патогена отмечен в середине апреля. В конце 3-й декады мая из-за высоких температур патоген переходил в стадию сохранения (телиостадию).

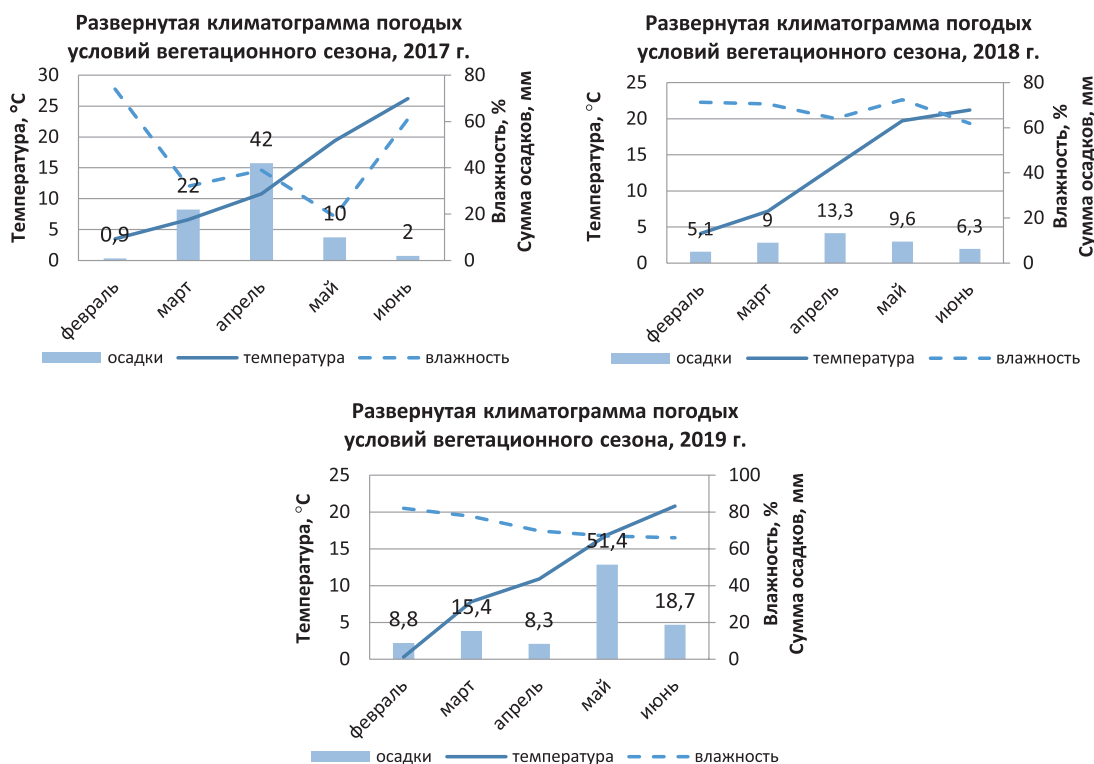


Рис. 3. Климатограммы погодных условий вегетационных сезонов 2017–2019 гг. (Метеостанция ФГБНУ «ВНИИБЗР», г. Краснодар)

Fig. 3. Climatograms of weather conditions of the growing seasons in 2017–2019 (Weather station of the FSBSI «ARRIBPP» in Krasnodar)

Для проведения исследований были использованы 92 коллекционных сортообразца озимой мягкой и твердой пшеницы, полученных на изучение из трех лабораторий ФГБНУ «АНЦ «Донской»: селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа (6 сортообразцов); селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа (23 сортообразца); селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы (63 сортообразца). Контролем по восприимчивости к патогену послужил сорт Кав.

Иммунологическую оценку сортообразцов к *P. striiformis* проводили в условиях полевого стационара на искусственном инфекционном фоне. Для его создания использовали споры материала желтой ржавчины из БРК «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов» ФГБНУ «ВНИИБЗР». Коллекционные сортообразцы высевали рядками по 3 пог. м, располагая в трехкратной повторности с нормой высева 20 г зерен на 1 м. Восприимчивый сорт-накопитель высевали через каждые 10 рядков. Для инокуляции растений желтой ржавчиной использовали спорово-тальковую смесь в соотношении 1 : 100 при концентрации 10 мг спор/м² (Анпилогова и Волкова, 2000). Учет проводили в период максимального развития болезни (2-я декада мая). Параметрами оценки сортообразцов на устойчивость к *P. striiformis* были:

1) тип реакции растений на заражение патогеном – в баллах от 1 (абсолютно иммунный) до 4 (по шкале Gassner und Streib, 1934);

2) степень поражения растений – в процентах (по шкале Kobb) (Бабаянц, 1988).

Результаты и их обсуждение. Селекционеры ФГБНУ «АНЦ «Донской» на протяжении последних 40 лет создавали сорта озимой пшеницы с высокой устойчивостью к комплексу основных болезней, в том числе и желтой ржавчине (Дерова и др., 2015). Для повышения устойчивости озимой пшеницы к желтой ржавчине в 60–70-е гг. прошлого столетия в гибридной селекции использовали устойчивые в тот период сорта Краснодарская 6, Скороспелка 36, Херсонская 86, Херсонская 552, Ловрин 34 и др. Сорта, созданные с их участием, были высокоустойчивыми (поражение на инфекционных фонах не превышало 0–5%). Это сорта Донская безостая, Зерноградка 2, Зерноградка 3, Урожайная и др., которые широко возделывались в Ростовской области, повышая урожаи пшеницы и сдерживая распространение заболевания на посевах.

В начале 80-х гг. были вовлечены в скрещивание доноры короткостебельности: югославские сорта Сава, Дрина, Златна Долина и болгарский сорт Русалка. Эти сорта проявляли высокую устойчивость к желтой ржавчине, а сорта, созданные с их участием (Дон 85, Донщина, Колос Дона, Зерноградка 8, Дон 93, Дон 95, Донской маяк), генетически расширили и дополнили генетическую защиту от возбудителя (Прищепов и др., 2002).

В последние 15 лет для создания устойчивых к желтой ржавчине сортов в скрещивания привлека-

ли как местные сорта, сохраняющие высокую устойчивость, так и выделенные сорта других селекционных учреждений и коллекции ВИР: Дарунок, Замена, Мироновская 27, Сутеска, Полеская 90, Половчанка, Уманка, Фортуна. Большая часть сортов озимой пшеницы донской селекции, созданных на протяжении длительного периода, характеризуются высокими иммунологическими показателями к желтой ржавчине (рис. 4).

Анализируя рисунок, следует отметить, что с 1998 по 2007 г. в Ростовской области из-за сложностей наработки спорного материала и депрессивно-

го состояния возбудителя желтой ржавчины оценки на инфекционном фоне не проводились, селекционный материал оценивался в условиях естественного развития болезни. На рисунке 4 прослеживается некоторое снижение в этот период иммунологических показателей сортов.

В последние годы выросла частота возникновения желтой ржавчины на юге России, что обусловлено возделыванием восприимчивых и частично восприимчивых сортов, изменением климатических особенностей, заносом инфекции с сопредельных территорий (Шумилов и Волкова, 2013).



Рис. 4. Распределение (%) сортов озимой пшеницы, созданных в ФГБНУ «АНЦ «Донской», с различными уровнями устойчивости к желтой ржавчине

Fig. 4. Distribution (%) of winter wheat varieties, developed in the FSBSI "ARC "Donskoy" with different degrees of yellow rust resistance

С 2008 г. возобновлена оценка восприимчивости селекционного материала озимой пшеницы к желтой ржавчине в условиях искусственного заражения. Были протестированы сорта, созданные в ФГБНУ «АНЦ «Донской» в предыдущий период. Часть сортов (около 35%), проявлявшие ранее высокую устойчивость (степень поражения 0–5%), характеризовались уже как слабо восприимчивые (15–30%). Сохранили высокую устойчивость к популяции возбудителя желтой ржавчины районированные в различные годы и широко используемые в производстве сорта Донская без-

остая (1978 г. передачи), Дон 85 (1985), Колос Дона (1987), Дон 93 (1993), Дон 95 (1995), Донской маяк (1997), Ростовчанка 5 (2005), Дон 107 (2006) и др. Эти сорта, обладая высокой комбинационной способностью, являются исходным материалом по устойчивости к желтой ржавчине и используются в гибридологических схемах.

На жестких инфекционных фонах (восприимчивый тест-сорт поражен на 60–100%) проявляют высокую устойчивость сорта, созданные в последние годы (табл. 1).

1. Устойчивость к желтой ржавчине сортов и сортообразцов озимой мягкой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской» (2014–2015 гг.)

1. Yellow rust resistance of the winter bread wheat varieties and variety-samples developed in the FSBSI "ARC "Donskoy" (2014–2015)

Сорт	Поражение желтой ржавчиной, %		Селекционные сортообразцы	Поражение желтой ржавчиной, %	
	2014 г.	2015 г.		2014 г.	2015 г.
Вольный Дон	10–15	5–10	1401/09	0–5	0–5
Краса Дона	5–10	0–5	1127/10	5–10	5–10
Находка	0–5	0–5	260/09	0–5	5–10
Этюд	0–5	0–5	595/13	–	0–5
Шеф	0–5	0–5	791/13	–	0–5
Нива Дона	–	0–5	1159/13	–	0
Полина	0–5	0–5	1232/13	–	0–5
Донская степь	5–10	0–5	237/13	–	0–5
Вольница	5–10	0–5	1308/13	–	0
Восприимчивый тест-сорт	100	60–80	Восприимчивый тест-сорт	100	60–80

Все сорта включены в Государственный реестр селекционных достижений РФ и допущены к использованию в производстве.

На всех этапах селекции мягкой пшеницы для интенсивных и полунинтенсивных технологий изучается гибридный материал, созданный с привлечением источников устойчивости, и на последних этапах селекции высокоустойчивые к желтой ржавчине сортообразцы составляют от 43 до 52% по различным питомникам. Характеристика части образцов представлена в таблице 1. Как и созданные сорта, это высокоурожайные образцы с высокой морозостойкостью, засухоустойчивостью и высоким качеством зерна. Кроме устойчивости к желтой ржавчине, они устойчивы к ряду основных болезней, распространенных в рекомендуемых зонах возделывания.

Чем больше и разнообразнее источников устойчивости включается в селекционный процесс, тем больше вероятность получить сорта озимой пшеницы с обогащенным генофондом и с групповой устойчивостью к ряду заболеваний (Иванисов и др., 2019).

В лаборатории иммунитета на полевых инфекционных фонах к основным болезням ежегодно проводится оценка 120–140 сортов межстанционного сортоиспытания озимой мягкой пшеницы, в том числе и к желтой ржавчине. Доля устойчивых сортов среди них в различные годы варьирует от 39 до 45%. Определенную ценность для донских селекционеров представляют российские и зарубежные сорта, испытанные к местной северокавказской популяции и проявившие устойчивость к возбудителю (табл. 2).

2. Реакция сортов озимой пшеницы межстанционного сортоиспытания на заражение желтой ржавчиной, ФГБНУ «АНЦ «Донской», инфекционный фон (2014–2015 гг.)
2. Response of the winter wheat varieties of inter-station variety testing to yellow rust infection, the FSBSI «ARC «Donskoy», infectious background (2014–2015)

Сорт	Происхождение	Поражение желтой ржавчиной, %		Сорт	Происхождение	Поражение желтой ржавчиной, %	
		2014 г.	2015 г.			2014 г.	2015 г.
Магия	Россия	5–10	5–10	Бомбус	Германия	0	0
Донна	Россия	0–5	0–5	Риги	Германия	0	0
Санта	Россия	0–5	0	Со 919	Франция	0–5	0
Поэма	Россия	0–5	0–5	Со 1044	Франция	0–5	0
Лира	Россия	0–5	0	Altigo	Франция	0–5	0
Феония	Россия	0–5	0	Фиделиус	Австрия	0–5	0
Трио	Россия	0	0	Перемога	Украина	0–5	0–5
Доля	Россия	0	0	ГК-654	Украина	0–5	0–5
Адель	Россия	0	0	ГК-784/1	Украина	0–5	5–10
Восприимчивый тест-сорт	Россия	100	60–80	Восприимчивый тест-сорт	Россия	100	60–80

Часть представленных сортов сочетают в генотипе наряду с устойчивостью к желтой ржавчине ряд других хозяйственно ценных признаков и свойств, что, несомненно, повышает селекционную привлекательность выявленных источников.

Среди селекционного материала и созданных сортов озимой твердой пшеницы по различным питомникам выявлено значительное количество высокоустойчивых образцов. Так, в питомниках конкурсных сортоиспытаний в 2014 г. таких было 58,7%, в 2015 г. – 61,1%. Высокую устойчивость проявляют сорта Амазонка, Агат донской, Диона, Киприда, Кристелла, Лазурит, Оникс, Юбилярка, Яхонт, которые внесены в Госреестр и рекомендуются к использованию в производстве, а также сорт Золото Дона (переданный на государственное изучение) и селекционные образцы 561/10, 521/11, 737/11, 840/12, 377/12, 683/12, 747/13 и др.

По результатам изучения, отобранные 92 сорта и сортообразца (29 озимой мягкой и 63 озимой твердой пшеницы) были переданы в ФГБНУ «ВНИИБЗР» для дальнейшего изучения в агроклиматических условиях Краснодарского края. В результате трех лет изучения были выявлены 70 источников устойчивости к желтой ржавчине (рис. 5).

Установлено, что среди сортообразцов озимой твердой пшеницы 87,3% относятся к устойчивым (55 сортообразцов), в том числе 15 сортообразцов – к категории абсолютно устойчивых, поскольку в условиях инфекционного фона с развитием заболевания на контроле по восприимчивости до 100% не поразились желтой ржавчиной новые сорта, проходящие государственное сортоиспытание, Лакомка и Золото Дона и сортообразцы 533/14, 605/14, 784/14, 502/15, 597/15, 663/15, 694/15, 713/15, 730/15, 986/15, 370/10, 737/11, 993/12.

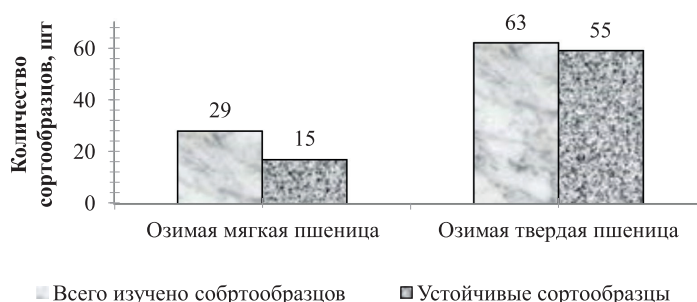


Рис. 5. Количество устойчивых к *P. striiformis* сортообразцов пшеницы из числа изученных в эксперименте ФГБНУ «ВНИИБЗР» (2017–2019 гг.)

Fig. 5. The number of wheat variety samples resistant to *P. striiformis* among those studied in the trial, the FSBSI "ARRIBPP" (2017–2019)

Устойчивую реакцию к желтой ржавчине (тип – 1 балл, степень поражения – до 5%) среди озимой твердой пшеницы проявили также новый сорт Услава, находящийся в ГСУ, и 39 сортообразцов из конкурсных сортоиспытаний: 484/14, 627/14, 465/15, 492/15, 515/15, 524/14, 528/15, 543/15, 550/15, 588/15, 611/15, 631/15, 681/15, 721/15, 742/15, 753/15, 787/15, 808/15, 820/15, 865/15, 876/15, 907/15, 920/15, 961/15, 966/15, 973/15, 979/15, 1035/15, 1040/15, 1048/15, 1069/15, 1084/15, 561/10, 776/10, 840/12, 242/13, 353/13, 417/13, 531/13.

Умеренно восприимчивый тип реакции (1,2 балла) со степенью поражения 5% проявил один сортообразец – 546/15. Семь сортообразцов с типом реакции 3 балла и степенью поражения 10% и более были отнесены к категории восприимчивых: Алмаз Дона (537/15), 869/14, 913/14, 693/15, 773/15, 1014/15, 537/11.

Среди сортообразцов озимой мягкой пшеницы, полученных из лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, были выявлены три устойчивых сортообразца – 718/13, 791/13, Нива Дона (1118/13) и три восприимчивых – 134/11, 1430/12, 101/13.

Из 23 сортообразцов, представленных на изучение лабораторией селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, выявлен один абсолютно устойчивый сорт – Юбилей Дона, который является иммунным к желтой ржавчине и в условиях инфекционного фона, созданного в ФГБНУ «АНЦ «Донской». Высокую устойчивость проявили сорта Универ и Зодиак, а также 6 сортообразцов: 1127/10, 1159/13, 1765/13, 1309/14, 1819/14, 2028/14. Четыре вышеназванных новейших сорта мягкой пшеницы переданы на госиспытание в 2018–2019 гг. Умеренную устойчивость проявили три сортообразца: 1401/09, 1415/11, 1626/14. Остальные 11 сортообразцов

(1062/09, 1261/13, 1481/13, 1074/14, 1182/14, 1441/14, 1545/14, 1580/14, 1810/14, 1909/14, 1979/14) проявили восприимчивость к желтой ржавчине.

В результате проведенных совместных исследований двух научных учреждений выявлен высокий процент устойчивых к желтой ржавчине сортов и сортообразцов, что отражает интенсивность селекции донских пшениц по этому признаку. Они могут служить источниками устойчивости к *P. striiformis* для селекции озимой пшеницы в РФ.

Выводы. При искусственном заражении желтой ржавчиной селекционного материала озимой пшеницы в ФГБНУ «АНЦ «Донской» по различным питомникам более 50% сортов и сортообразцов проявляют высокую устойчивость: Вольница, Краса Дона, Шеф, Эюд и др. (мягкая пшеница); Амазонка, Кристелла, Лазурит, Яхонт и др. (твердая пшеница).

В условиях полевого стационара ФГБНУ «ВНИИБЗР» в течение трех вегетационных сезонов 2017–2019 гг. на искусственном инфекционном фоне среди 92 коллекционных сортообразцов озимой мягкой и твердой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» выявлены 15 источников устойчивости к *P. striiformis* среди озимой мягкой пшеницы и 55 источников устойчивости среди озимой твердой пшеницы.

Для успешной селекции устойчивых к желтой ржавчине сортов озимой пшеницы целесообразно привлекать в скрещивание как местные сорта, сохраняющие длительно высокую устойчивость к патогену, так и сорта инорайонной и зарубежной селекции, проявляющие устойчивость в конкретных природно-климатических зонах.

Результаты исследований могут быть интегрированы в программы селекции пшеницы на устойчивость, а также при защите культуры от желтой ржавчины.

Библиографические ссылки

1. Анпилогова Л. К., Волкова Г. В. Групповая устойчивость к возбудителям озимой пшеницы и пути ее усиления // Вестник защиты растений. 2000. № 2. С. 29–32.
2. Бабаянц Л. Т., Мештерхази А., Вехтер В. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах – членах СЭВ. Прага. 1988. 321 с.
3. Волкова Г. В., Кремнева О. Ю., Кудинова О. А., Ваганова О. Ф., Матвеева И. П., Ким Ю. С. Фитосанитарная оценка высеваемых на юге России сортов озимой пшеницы по устойчивости к комплексу болезней // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 3(19). С. 39–48. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-3-19-39-48.
4. Говоров Д. Н., Живых А. В., Новоселов Е. С., Шабельникова А. А., Щетинин П. Б., Никулин А. Н. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2017, 2018, 2019 годах и прогноз развития вредных объектов в 2018, 2019, 2020 годах. М.: Министерство сельского хозяйства России, ФГБНУ «Российский сельскохозяйственный центр», 2018. 978 с.
5. Дерова Т. Г., Шишкин Н. В., Гричаникова Т. А. Устойчивость коллекционных образцов озимой пшеницы к листовым болезням в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2015. № 1. С. 60–63.
6. 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. С. 70–72. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-55-1-70-72>.
7. Иванисов М. М., Марченко Д. М., Некрасов Е. И., Рыбась И. А., Гричаникова Т. А., Романюкина И. В., Кравченко Н. С. Результаты изучения сортов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения в условиях юга Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 12–17. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-12-17.
8. Матвеева И. П., Волкова Г. В. Желтая ржавчина пшеницы. Распространение, вредоносность, меры борьбы (обзор) // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2(46). С. 102–116. DOI: 10.18286/1816-4501-2019-2-102-116.
9. Прищепов С. Н., Сапунова Л. В., Гуреева А. В., Самофалов А. П. Основные направления селекции озимой мягкой пшеницы интенсивного типа на Дону // Зерновые и кормовые культуры России: сб. науч. трудов ВНИИСЗК. Зерноград, 2002. С. 208–214.
10. Шумилов Ю. В., Волкова Г. В. Желтая ржавчина пшеницы требует особого внимания // Защита и карантин растений. 2013. № 8. С. 13–14.
11. Chen X. M. Epidemiology and control of stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) on wheat // Canadian journal of plant pathology. 2005. No. 27. Pp. 314–337.
12. FAOSTAT [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fao.org>.
13. Gassner G., Straib U. W. Weitere Untersuchungen über die Spezialisierungsverhältnisse des Gelbrostes *Puccinia glumarum* (Schm.) Erikss. U. Henn. // Arb. Boil. Reichsanstalt. 1934. Vol. 21. Pp. 121–145.

14. Zhao J., Wang L., Wang Z., Chen X., Zhang H., Yao J., Zhan G., Chen W., Huang L., Kang Z. Identification of eighteen *Berberis* species as alternate hosts of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* // *Phytopathology*. 2013. No. 103. Pp. 927–934.

References

1. Anpilogova L. K., Volkova G. V. Gruppovaya ustojchivost' k vozbuditelyam ozimoy pshenicy i puti ee usileniya [Group resistance to winter wheat pathogens and ways to improve it] // *Vestnik zashchity rastenij*. 2000. № 2. S. 29–32.
2. Babayanc L. T., Meshterhazi A., Vekhter V. Metody selekcii i ocenki ustojchivosti pshenicy i yachmenya k bolezniam v stranah – chlenah SEV [Methods for breeding and assessing wheat and barley resistance to diseases in the CMEA member countries]. Praha, 1988. 321 s.
3. Volkova G. V., Kremneva O. Yu., Kudinova O. A., Vaganova O. F., Matveeva I. P., Kim Yu. S. Fitosanitarnaya ocenka vysevaemyh na yuge Rossii sortov ozimoy pshenicy po ustojchivosti k kompleksu boleznej [Phytosanitary estimation of winter wheat varieties sown in the south of Russia for resistance to a complex of diseases] // *Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki*. 2019. № 3(19). S. 39–48. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-3-19-39-48.
4. Govorov D. N., Zhiviyh A. V., Novoselov E. S., Shabel'nikova A. A., Shchetinin P. B., Nikulin A. N. Obzor fitosanitarnogo sostoyaniya posevov sel'skohozyajstvennyh kul'tur v Rossijskoj Federacii v 2017, 2018, 2019 godah i prognoz razvitiya vrednyh ob'ektov v 2018, 2019, 2020 godah [Review of the phytosanitary condition of agricultural crops in the Russian Federation in 2017, 2018, 2019 and the forecast of the development of harmful objects in 2018, 2019, 2020]. M.: Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossii, FGBNU "Rossijskij sel'skohozyajstvennyj centr", 2018. 978 s.
5. Derova T. G., Shishkin N. V., Grichanikova T. A. Ustojchivost' kollekcionnyh obrazcov ozimoy pshenicy k listovym bolezniam v usloviyah Rostovskoj oblasti [Resistance of collection winter wheat samples to leaf diseases in the Rostov region] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2015. № 1. S. 60–63.
6. Derova T. G., Shishkin N. V. Ocenka ustojchivosti sortov ozimoy pshenicy k osnovnym bolezniam pri ekologicheskom ispytanii v Rostovskoj oblasti [Assessment of the winter wheat resistance to major diseases during environmental testing in the Rostov region] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2018. № 1. S. 70–72. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-55-1-70-72>.
7. Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Nekrasov E. I., Rybas' I. A., Grichanikova T. A., Romanyukina I. V., Kravchenko N. S. Rezul'taty izucheniya sortov ozimoy myagkoj pshenicy razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya v usloviyah yuga Rostovskoj oblasti [The study results of winter bread wheat varieties of various ecological and geographical origin in the south of the Rostov region] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2019. № 6(66). S. 12–17. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-12-17.
8. Matveeva I. P., Volkova G. V. Zheltaya rzhavchina pshenicy. Rasprostranenie, vredonosnost', mery bor'by (obzor) [Yellow rust of wheat. Distribution, harmfulness, control measures (review)] // *Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. 2019. № 2 (46). S. 102–116. DOI: 10.18286/1816-4501-2019-2-102-116.
9. Prishchepov S. N., Sapunova L. V., Gureeva A. V., Samofalov A. P. Osnovnye napravleniya selekcii ozimoy myagkoj pshenicy intensivnogo tipa na Donu [The main directions of breeding of winter bread wheat of intensive type on the Don] // *Zernovye i kormovye kul'tury Rossii: sb. nauchn. trudov VNIISZK*. Zernograd, 2002. S. 208–214.
10. Shumilov Yu. V., Volkova G. V. Zheltaya rzhavchina pshenicy trebuetsya osobogo vnimaniya [Wheat yellow rust requires special attention] // *Zashchita i karantin rastenij*. 2013. № 8. S. 13–14.
11. Chen X. M. Epidemiology and control of stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) on wheat // *Canadian journal of plant pathology*. 2005. No. 27. Pp. 314–337.
12. FAOSTAT [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.fao.org>.
13. Gassner G., Straib U. W. Weitere Untersuchungen über die Spezialisierungsverhältnisse des Gelbrostes *Puccinia glumarum* (Schm.) Erikss. U. Henn. // *Arb. Boil. Reichsanstalt*. 1934. Vol. 21. Pp. 121–145.
14. Zhao J., Wang L., Wang Z., Chen X., Zhang H., Yao J., Zhan G., Chen W., Huang L., Kang Z. Identification of eighteen *Berberis* species as alternate hosts of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* // *Phytopathology*. 2013. No. 103. Pp. 927–934.

Поступила: 20.03.20; принята к публикации: 23.07.20.

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. Волкова Г. В. – концептуализация исследования; Матвеева И. П., Шишкин Н. В., Дерова Т. Г., Марченко Д. М. – подготовка и проведение опытов на инфекционном фоне, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи к печати.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.