



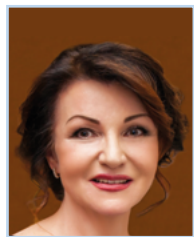
DOI: 10.30901/2658-3860-2019-2-35-43

Поступила: 17.04.2019

УДК: 633.11:632.938

**ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ****Л. Г. Тырышкин**

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Россия, 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Б.Морская, 42, 44;  
e-mail: tyryshkinlev@rambler.ru

**Г. В. Волкова**

Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений, Россия, 350039, г. Краснодар, п/о 39;  
e-mail: galvol@bk.ru

**Т. М. Коломиец**

Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Россия, 143050, Московская область, Одинцовский район, р.п. Большие Вяземы, ул. Институт, 5;  
e-mail: kolomiets@vniif.ru

**А. Н. Брыкова**

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Россия, 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Б.Морская, 42, 44;

**Е. В. Зуев**

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Россия, 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Б.Морская, 42, 44;  
e-mail: e.zuev@vir.nw.ru

**ЭФФЕКТИВНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ К ЛИСТОВОЙ РЖАВЧИНЕ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НОВЕЙШИХ ПОСТУПЛЕНИЙ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР**

**Актуальность.** Одним из важнейших факторов снижения урожайности и качества зерна мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. является поражение грибными болезнями, в том числе листовой ржавчиной (возбудитель *Puccinia triticina* Erikss.). Вследствие микроэволюционных процессов в популяциях возбудителей болезней сорта часто теряют свою резистентность, поэтому необ-



ходим постоянный поиск новых источников и доноров эффективных генов устойчивости. Цель работы — изучить ювенильную и возрастную устойчивость к листовой ржавчине новейших поступлений яровой мягкой пшеницы из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР). **Материалы и методы.** Материалом исследования служили 334 образца из 30 стран, поступившие в коллекцию института с 2010 по 2015 г. Изучение ювенильной устойчивости проводили в условиях Пушкинских лабораторий ВИР. Интактные проростки заражали суспензией урединиоспор *P. triticina*. В качестве инокулюма использовали сборную популяцию возбудителя (смесь урединиоспор с восприимчивых сортов пшеницы в Северо-Западном регионе России, которую поддерживали на отрезках листьев сорта пшеницы 'Ленинградка'). Учет типа реакции проводили на 14-е сутки после заражения по шкале Е. Б. Майнса и Х. С. Джексона. Оценка возрастной устойчивости пшеницы к листовой ржавчине проводили на опытных участках Всероссийского научно-исследовательского института биологической защиты растений (г. Краснодар) и Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии (Московская обл., пос. Большие Вяземы) на искусственных инфекционных фонах. Оценка интенсивности проявления ржавчины проводили в период наибольшего развития заболевания в фазу молочной спелости образца по проценту пораженной листовой поверхности флаг-листьев. **Результаты и выводы.** Сравнение поражения образцов в полевых условиях показало значительные различия генотипического состава популяций патогена из Московской области и Краснодарского края. При исследовании устойчивости к бурой ржавчине были выделены 15 образцов с высоким уровнем ювенильной устойчивости к популяции возбудителя листовой ржавчины из Северо-Западного региона России, 119 и 129 сортов — с возрастной резистентностью к популяциям из Московской области и Краснодарского края соответственно; 38 образцов обладали высокоэффективной возрастной устойчивостью к листовой ржавчине в 2-х регионах РФ. Эти образцы представляют несомненный интерес для селекции пшеницы на устойчивость к листовой ржавчине в Центральном и Северо-Кавказском регионах Российской Федерации.

**Ключевые слова:** *Triticum aestivum* L., бурая ржавчина, ювенильная и возрастная резистентность, источники устойчивости.

DOI: 10.30901/2658-3860-2019-2-35-43

Received: 17.04.2019

ORIGINAL ARTICLE

L. G. Tyryshkin<sup>1</sup>, G. V. Volkova<sup>2</sup>,  
T. M. Kolomiets<sup>3</sup>, A. N. Brykova<sup>1</sup>, E. V. Zuev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> N. I. Vavilov All-Russian  
Institute of Plant Genetic  
Resources (VIR),  
St. Petersburg, Russia;  
e-mail: e.zuev@vir.nw.ru  
e-mail: tyryshkinlev@rambler.ru

<sup>2</sup> All-Russian Research  
Institute of Biological  
Plant Protection,  
Krasnodar, Russia;  
e-mail: galvol@bk.ru

<sup>3</sup> All-Russian Research  
Institute of Phytopathology,  
Moscow Province, Russia;  
e-mail: kolomiets@vniif.ru

## EFFECTIVE RESISTANCE TO LEAF RUST IN SPRING BREAD WHEAT ACCESSIONS AMONG RECENT ADDITIONS TO THE VIR COLLECTION

**Background.** One of the most important factors causing decreases in the yield and grain quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) is the incidence of fungal diseases, including leaf rust (causative agent: *Puccinia triticina* Erikss.). Due to microevolutionary processes in pathogen populations, cultivars quite often lose their resistance, so a constant search for new sources and donors of effective resistance genes is required. The aim of the work was to study juvenile (seedling) and adult resistance to leaf rust



in new accessions of spring bread wheat from the collection of the N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR). **Materials and methods.** The research material included 334 spring bread wheat accessions from 30 countries that were added to the VIR collection from 2010 to 2015. Juvenile resistance was studied in the environments of Pushkin Laboratories of VIR. Intact seedlings were inoculated with *P. triticina* uredospore suspension. A complex population of leaf rust causative agent (mixture of uredospores from susceptible wheat cultivars in the Northwestern region of Russia maintained on leaf segments of cv. 'Leningradka') was used as inoculum. Reaction type scores were evaluated 14 days after inoculation according to the E. B. Mains and H. S. Jackson scale. Adult resistance of wheat to leaf rust was assessed on experimental plots of the All-Russian Research Institute of Plant Biological Protection and All-Russian Research Institute of Phytopathology against artificial infection backgrounds. Leaf rust intensity was evaluated during the period of maximum disease development in an accession's milky ripeness phase according to the percentage of the affected flag leaf surface. **Results and conclusions.** Comparison of the disease development under field conditions in Moscow Province and Krasnodar Territory showed significant differences between two pathogen populations in their genotypic composition. Studying leaf rust resistance, we identified 15 accessions with high levels of juvenile resistance to the pathogen population from the Northwest of Russia; 119 and 129 cultivars demonstrated adult resistance to the populations from Moscow Province and Krasnodar Territory, respectively; 38 accessions possessed highly effective adult resistance to leaf rust in two regions of Russia. These accessions are undoubtedly promising for leaf rust resistance breeding in the Central and North Caucasus regions of Russia.

**Key words:** *Triticum aestivum* L., leaf rust, seedling and adult resistance, resistance sources.

### Введение

Одним из важнейших факторов снижения урожайности и качества зерна мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. является поражение грибными болезнями, в том числе листовой или бурой ржавчиной (возбудитель *Puccinia triticina* Erikss.). Несмотря на разработку эффективных методов борьбы с данным заболеванием (агротехнические, химические, биологические), наиболее целесообразным с экономической и экологической точки зрения является возделывание устойчивых сортов. Вследствие микроэволюционных процессов в популяциях возбудителей болезней довольно часто сорта теряют свою резистентность, поэтому необходим постоянный поиск новых источников и доноров эффективных генов устойчивости.

В настоящее время известно 77 локализованных в хромосомах мягкой пшеницы *Lr* (leaf rust) генов устойчивости к листовой ржавчине (McIntosh et al., 1998, 2003, 2017), однако большинство из них неэффективны против «современных» популяций патогена в России. Традиционно гены

подразделяются на ювенильные и возрастные: первые в большинстве случаев обуславливают устойчивость растения на всех стадиях онтогенеза, вторые – только на поздних фазах развития (McIntosh et al., 1995).

Образцы яровой мягкой пшеницы из коллекции генетических ресурсов растений ВИР<sup>1</sup> неоднократно изучали по возрастной устойчивости к листовой ржавчине на искусственных и естественных инфекционных фонах, и было выделено значительное количество устойчивых форм, однако проверка резистентности показала восприимчивость большинства образцов (Tyryshkin et al., 2008). Сделано предположение, что причиной восприимчивости было изменение генетических структур популяций возбудителя листовой ржавчины. Из вышеизложенного следует актуальность поиска новых источников возрастной резистентности пшеницы к листовой ржавчине. В мире в последние годы было выделено также достаточно большое количество образцов мягкой пшеницы, устойчивых в стадии флаг-листа к листовой ржавчине (Sayre et al., 1998; Singh et al., 2005; Pathan, Park, 2006; Hovmoller, 2007; Li et al.,



2010; Sun et al., 2011; Vanzetti et al., 2011; Azzimonti et al., 2013; Dakouri et al., 2013; Draz et al., 2015; Li et al., 2018), однако очевидно, что эти формы не могут *a priori* рассматриваться как ценные для селекции на территории Российской Федерации, поскольку эффективность резистентности зависит как от расового состава популяций возбудителя болезни, так и от специфических для каждого региона условий среды.

Целью настоящей работы было изучение ювенильной и возрастной устойчивости к листовому ржавчине новейших поступлений яровой мягкой пшеницы из коллекции Всероссийского

института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» (ВИР) и выделение образцов, характеризующихся устойчивостью к болезни в разных экологических зонах Российской Федерации.

### Материалы и методы

Материалом исследования служили 334 образца яровой мягкой пшеницы, поступившие в коллекцию генетических ресурсов растений ВИР с 2010 по 2015 г. Характеристика изученных форм по происхождению представлена в таблицах 1 и 2. Полевые и лабораторные исследования

**Таблица 1. Происхождение образцов яровой мягкой пшеницы, изученных по устойчивости к бурой ржавчине**

**Table 1. Origin of spring bread wheat accessions studied for leaf rust resistance**

Страна происхождения	Число образцов	Страна происхождения	Число образцов
Австралия	17	Оман	1
Алжир	8	Пакистан	13
Афганистан	5	Польша	5
Беларусь	4	Россия	104
Германия	12	Сербия	1
Греция	1	Сирия	8
Египет	3	США	18
Индия	6	Таджикистан	5
Ирак	1	Тунис	4
Иран	8	Турция	12
Казахстан	18	Украина	16
Канада	26	Франция	2
Китай	16	Чехия	7
Ливан	2	Эстония	2
Марокко	2		
Мексика	7	<b>Всего</b>	<b>334</b>

проводили в 2011–2017 гг. по 50–60 образцов ежегодно в каждом из регионов.

Изучение ювенильной устойчивости образцов пшеницы к бурой ржавчине проводили в условиях лаборатории ВИР (г. Пушкин). По 20–25 семян исследуемых образцов высевали на смоченную водой вату в кюветы, которые после прорастания семян помещали на светоустановку (температу-

ра 20–22°C, постоянное освещение 2500 люкс). Проростки изучаемых образцов, а также 47 линий и сортов с известными генами резистентности к листовой ржавчине в стадии 1–2 листьев помещали в кюветы горизонтально и опрыскивали из пульверизатора водной суспензией урединиоспор *P. trititica*. Кюветы оборачивали полиэтиленовой пленкой и на 12 часов помещали в темноту; затем



**Таблица 2. Происхождение российских сортов и линий яровой мягкой пшеницы, изученных по устойчивости к бурой ржавчине**

**Table 2. Origin of Russian spring bread wheat cultivars and lines studied for leaf rust resistance**

Регион РФ	Число образцов	Регион РФ	Число образцов
Алтайский край	5	Омская обл.	19
Башкортостан	1	Оренбургская обл.	2
Бурятия	1	Самарская обл.	7
Воронежская обл.	1	Саратовская обл.	4
Иркутская обл.	1	Свердловская обл.	2
Кемеровская обл.	2	Тамбовская обл.	1
Кировская обл.	3	Татарстан	1
Краснодарский край	2	Тюменская обл.	9
Красноярский край	6	Ульяновская обл.	3
Курганская обл.	1	Хабаровский край	1
Ленинградская обл.	21	Челябинская обл.	1
Новосибирская обл.	10	<b>Всего по России</b>	<b>104</b>

пленку снимали, растения возвращали в вертикальное положение, и кюветы ставили на светостановку. Для заражения использовали сборную популяцию возбудителя (смесь урединиоспор с восприимчивых сортов пшеницы в Северо-Западном регионе России, которую поддерживали на отрезках восприимчивого сорта яровой мягкой пшеницы 'Ленинградка'). Учет типа реакции проводили на 14-е сутки после заражения по шкале Е. Б. Майнса и Х. С. Джексона (Mains, Jackson, 1926): 0 — отсутствие симптомов болезни; 0<sub>1</sub> — некрозы без пустул; 1 — очень мелкие пустулы, окруженные некрозом; 2 — пустулы среднего размера, окруженные некрозом или хлорозом; 3 — пустулы среднего размера без некроза; е. п. — единичные пустулы среднего размера без некроза. Образцы с типом реакции 0, 0<sub>1</sub> и 1 балл рассматривали как высокоустойчивые, 2 балла — умеренно устойчивые, 3 балла — восприимчивые, е. п. — частично устойчивые. Образцы пшеницы, выделившиеся как предположительно устойчивые по результатам одного эксперимента, проверяли в 2-х дополнительных независимых опытах при заражении интактных проростков, а также при заражении отрезков первых листьев, помещенных на смоченную водой вату. Образцы, показавшие низкие типы реакции по результатам 4-х экспери-

ментов, рассматривали как обладающие высоким уровнем ювенильной устойчивости к листовой ржавчине. Образцы, в которых присутствовали устойчивые и восприимчивые растения, относили к классу гетерогенных.

При оценке возрастной устойчивости пшеницы к листовой ржавчине в Краснодарском крае каждый образец (50–100 семян) высевали на поле инфекционного питомника Всероссийского научно-исследовательского института биологической защиты растений (ВНИИБЗР) в 1–2 рядах длиной 1 метр. Растения в фазу трубкования в вечерние часы в период выпадения росы и при отсутствии ветра заражали спорами возбудителя болезни, смешанными с тальком в соотношении 1:50 (концентрация спор 10 мг/м<sup>2</sup>). Искусственная популяция содержала все гены вирулентности, характерные для природных рас данного региона. Оценку интенсивности проявления ржавчины проводили в период наибольшего развития заболевания в фазу молочной спелости образца по проценту пораженной листовой поверхности флаг-листьев (Anpilogova, Volkova, 2000). Образцы с отсутствием симптомов заболевания относили к очень высокоустойчивым, при развитии ржавчины до 5% — к высокоустойчивым, до 15% — к устойчивым; при поражении



листьев на 15% и более – к восприимчивым в разной степени (Peterson et al., 1948).

Оценку устойчивости в Московской области проводили в условиях инфекционного питомника Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии (ВНИИФ) на искусственном инфекционном фоне заражения. Растения выращивали на однорядковых деланках длиной 1 метр. Используемая популяция патогена содержала следующие гены вирулентности: *p1*, *p2a*, *p2b*, *p2c*, *p3a*, *p3ka*, *p3bg*, *p9*, *p10*, *p11*, *p14a*, *p14b*, *p15*, *p16*, *p17*, *p18*, *p19*, *p20*, *p21*, *p23*, *p25*, *p26*, *p27+31*, *p28*, *p30*, *p32*, *p33*, *p36*, *p39*, *p40*, *p46*, *pV*. Иммунологическую оценку сортообразцов яровой мягкой пшеницы проводили в период массового развития заболевания в фазу молочно-восковой спелости (Kovalenko et al., 2012).

### Результаты и обсуждение

Используемая при оценке ювенильной устойчивости к листовой ржавчине популяция патогена была вирулентна к проросткам линий с генами устойчивости *Lr*: 1, 2a, 2b, 2c, 3ka, 3bg, 10, 11, 12, 13, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22a, 22b, 23, 25, 26, 29, 30, 27+31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 44, 45, 46, 48, 49, 52, 57, 60, 64 и авирулентна на образцах, имеющих гены резистентности *Lr9*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr28*, *Lr41* и *Lr47*. Из 334 сортов и линий яровой мягкой пшеницы новейших поступлений в коллекцию ВИР высокоустойчивыми к ржавчине в стадии проростков были 15 образцов: линия 'ЛТ 1', созданная на основе индукции соматональной изменчивости (к-658162<sup>2</sup>, Ленинградская обл.); 'Мерцана' (к-65449, Тамбовская обл.); 'Воевода' (к-64997), 'Фаворит' (к-64998) из Саратовской области; 'Тулайковская 108' (к-65452), 'Экада 113' (к-65453), 'Тулайковская 110' (к-65454), 'Тулайковская Надежда' (к-65827) из Самарской области; 'Алтайская 110' (к-65128, Алтайский край); 'Лавруша' (к-64984), 'Омская 41' (к-65253) из Омской области; 'Ольга' (к-65000, Новосибирская обл.);

к-65603 (Мексика); 'CS2A/2M' (к-65829, Австралия) с геном *Lr28*; 'KWS Akvilon' (к-65821, Германия). Восемь сортов были гетерогенны по устойчивости: 'Кинельская Краса' (к-65568), 'Золотица' (к-65569) из Самарской области; 'Ульяновская 100' (к-65250, Ульяновская обл.), 'Мария 1' (к-65130, Кемеровская обл.); 'Уяровка' (к-65451, Красноярский край); 'Памяти Майстренко' (к-65448), 'Омская 38' (к-65566) из Омской области; 'Новосибирская 18' (к-65820, Новосибирская обл.). Очевидно, что образцы первой группы и устойчивые компоненты второй группы обладают ювенильной резистентностью к используемому в работе инокулюму. Выделенные устойчивые образцы и устойчивые компоненты гетерогенных по устойчивости сортов могут быть защищены генами резистентности *Lr9*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr28*, *Lr41* и *Lr47* либо другими генами устойчивости. Большинство выделенных устойчивых генотипов были устойчивы и в полевых условиях в 2-х регионах РФ, однако отметим, что наблюдалось развитие ржавчины в полевых условиях на образцах 'Экада 113', 'Фаворит', 'Мерцана', 'Ольга' и 'ЛТ 1' в Московской области, на сорте 'Омская 41' в Московской области и Краснодарском крае, на линии 'CS2A/2M' в Краснодарском крае. Это указывает на появление в данных регионах генотипов патогена, вирулентных к ювенильным генам устойчивости данных образцов, и, кроме того, на различия в генетических структурах популяций возбудителя ржавчины из Северо-Западного региона, Московской области и Краснодарского края.

Сравнение поражения образцов в полевых условиях указывает также на значительные различия генотипического состава популяций патогена из Московской области и Краснодарского края. Так, например, образцы 'Новосибирская 18' (к-65820, Новосибирская обл.), к-65113 (Египет), 'Мерцана' (к-65449, Тамбовская обл.), 'ФПЧ-Ррд-м' (к-65124, Ленинградская обл.), 'Melissos' (к-65261, Германия), 'Мария 1' (к-65130, Кемеровская обл.), 'Оренбургская 23' (к-65826, Оренбургская обл.) были сильно по-



ражены на поле ВНИИФ и высокоустойчивы в условиях ВНИИБЗР. Обратная ситуация наблюдалась, например, для образцов 'Вятский Усач' (к-64987, Кировская обл.), 'Тарская 10' (к-64996,

Омская обл.), 'Сибирская 16' (к-64990, Новосибирская обл.), 'Сюита' (к-65024, Украина) и канадских сортов 'AC Pollet' (к-64975), 'CDC Merlin' (к-64976), 'AC Majestic' (к-64979).

**Таблица 3. Характеристика образцов яровой мягкой пшеницы, выделившихся по высокому уровню возрастной устойчивости к листовой ржавчине в 2-х регионах Российской Федерации (Московская область и Краснодарский край)**

**Table 3. Characteristics of spring bread wheat accessions identified as possessing high levels of adult resistance to leaf rust in two regions of Russia (Moscow Province and Krasnodar Territory)**

Номер каталога ВИР, название образца, происхождение	Тип реакции (проростки, лаборатория ВИР)	Развитие болезни в поле, %	
		Москва	Краснодар
к-64977, 'AC Taho', Канада	3	0	5
к-64983, 'Боевчанка', РФ, Омская обл.	3	0	1
к-64984, 'Лавруша', РФ, Омская обл.	0	0	1
к-64993, 'Омская 39', РФ, Омская обл.	3	0	5
к-64997, 'Воевода', РФ, Саратовская обл.	0	0	1
к-65000, 'Ольга', РФ, Новосибирская обл.	0	5	0
к-65010, 'ПХРСВ-02', США	3	1	5
к-65022, 'Етюд', Украина	3	1	5
к-65111, —, Египет	3	5	1
к-65128, 'Алтайская 110', РФ, Алтайский край	0	0	1
к-65137, 'Сударушка', РФ, Новосибирская обл.	3	0	5
к-65138, 'Тулайковская 105', РФ, Самарская обл.	3	0	5
к-65148, 'Срібнянка', Украина	3	0	5
к-65152, 'ПХРСВ-03', США	3	0	5
к-65259, 'Тайна', Украина	3	5	5
к-65270, 'Сперанса', Украина	3	5	5
к-65441, 'Jupateco 73-R', Мексика	3	5	5
к-65452, 'Тулайковская 108', РФ, Самарская обл.	0	0	0
к-65453, 'Экада 113', РФ, Самарская обл.	0	5	0
к-65454, 'Тулайковская 110', РФ, Самарская обл.	0	0	0
к-65559, 'Апасовка', РФ, Алтайский край	3	5	0
к-65566, 'Омская 38', РФ, Омская обл.	3, 0	0	0
к-65568, 'Кинельская Краса', РФ, Самарская обл.	3, 0	0	1
к-65569, 'Золотица', РФ, Самарская обл.	3, 0	0	1
к-65581, 'Ellison', Австралия	3	5	0
к-65589, 'Фори 1', РФ, Ленинградская обл.	3	0	1
к-65590, 'Фори 2', РФ, Ленинградская обл.	3	0	1
к-65591, 'Фори 3', РФ, Ленинградская обл.	3	0	1
к-65592, 'Фори 4', РФ, Ленинградская обл.	3	0	1
к-65598, 'Обская 2', Новосибирская обл.	3	5	1
к-65600, 'Альбидум 33', РФ, Саратовская обл.	3	0	5
к-65603, —, Мексика	0	0	1
к-65657, 'Harvest', Канада	3	0	5
к-65658, 'Orleans', Канада	3	0	1
к-65799, 'Мутант безостый № 2', Беларусь	3	5	5
к-65817, 'ЛТ 2', РФ, Ленинградская обл.	3	0	5
к-65821, 'KWS Akvilon', Германия	0	0	5
к-65827, 'Тулайковская Надежда', РФ, Самарская обл.	0	0	1



По результатам изучения 320 образцов в Московской области возрастной устойчивостью к листовой ржавчине (поражение флаг-листьев менее чем на 15%) обладают 119 образцов, причем на 48-ми из них развитие болезни составило 0%: 'ФПЧ-Ррd-0s' (к-65123), 'Фори 1' (к-65589), 'Фори 2' (к-65590), 'Фори 3' (к-65591), 'Фори 4' (к-65592), 'ЛТ 2' (к-65817) из Ленинградской области; 'Тулайковская 105' (к-65138), 'Тулайковская 108' (к-65452), 'Тулайковская 110' (к-65454), 'Кинельская Краса' (к-65568), 'Золотица' (к-65569), 'Тулайковская Надежда' (к-65827) из Самарской области; 'Воевода' (к-64997), 'Альбидум 33' (к-65600) из Саратовской области; 'Спурт' (к-65140, Татарстан); 'Челяба Золотистая' (к-65143, Челябинская обл.); 'Алтайская 110' (к-65128, Алтайский край); 'Боевчанка' (к-64983), 'Лавруша' (к-64984), 'Омская 37' (к-64985), 'Омская 39' (к-64993), 'Омская 38' (к-65566) из Омской области; 'Сударушка' (к-65137, Новосибирская обл.); 'Стависька' (к-65023), 'Сюита' (к-65024), 'Срібнянка' (к-65148) из Украины; 'KWS Akvilon' (к-65821, Германия); 'Kontesa' (к-65573, Польша); 'Aletch' (к-65011), 'Septima' (к-65578) из Чехии; 'Nadro' (к-65012, Швейцария); 'Ghurab 2' (к-65120, Сирия); 'Ke Qun' (к-65832, Китай); 'AC Pollet' (к-64975), 'CDC Merlin' (к-64976), 'AC Tahoe' (к-64977), 'AC Corinne' (к-64980), 'Alikat' (к-65586), 'Harvest' (к-65657), 'Orleans' (к-65658), '№ 606' (к-65462) из Канады; 'ПХРСВ-03' (к-65152), 'SSL 89-90' (к-65468), 'UI Alta Blanca' (к-65807), 'SSL 19-24' (к-65839), 'SSL 84-85' (к-65842) из США;

к-65603 (Мексика); 'CS2A/2M' (к-65829, Австралия).

По результатам оценки 306 образцов пшеницы в Краснодарском крае возрастной устойчивостью к листовой ржавчине обладают 129 образцов, причем на девяти из них не было симптомов заболевания: 'Мерцана' (к-65449, Тамбовская обл.); 'Фаворит' (к-64998, Саратовская обл.); 'Тулайковская 108' (к-65452), 'Экада 113' (к-65453), 'Тулайковская 110' (к-65454) из Самарской области; 'Апасовка' (к-65559, Алтайский край); 'Омская 38' (к-65566, Омская обл.); 'Ольга' (к-65000, Новосибирская обл.); 'Ellison' (к-65581, Австралия). Развитие болезни на уровне 1-5% отмечено у 34 образцов.

Полученные данные о высокой частоте образцов, обладающих селекционно ценным уровнем возрастной устойчивости к ржавчине, а также различия в степени слабого поражения заболеванием указывают на потенциально хорошую генетическую обеспеченность селекции мягкой пшеницы на данный признак в двух регионах Российской Федерации.

Наиболее ценными для селекции являются образцы пшеницы, высокоустойчивые к болезни в обоих регионах изучения. В нашем исследовании было выделено 38 таких генотипов, уровень поражения которых в обоих регионах, где проводилась оценка развития болезни на взрослых растениях, не превышал 5% развития болезни. Их характеристика приведена в таблице 3.

### Заключение

Таким образом, при изучении 334 образцов яровой мягкой пшеницы новейших поступлений из коллекции ВИР выделили 15 сортов и линий с высоким уровнем ювенильной устойчивости к популяции возбудителя листовой ржавчины из Северо-Западного региона России; 8 были гетерогенны по резистентности. В условиях Московской области 119 образцов оценены как обладающие возрастной устойчивостью к болезни (развитие

до 15%), 99 – как высоко резистентные (развитие ржавчины до 5%), и на 48 из них симптомы заболевания не отмечены. В условиях Краснодарского края 129 образцов оценены как обладающие возрастной устойчивостью к ржавчине, 43 – как высоко резистентные, из которых на 9 сортах симптомов болезни не было. Наиболее ценными для селекции являются образцы, устойчивые одновременно в 2-х регионах; таких сортов и линий выделено 38, причем только у 3-х сортов: 'Тулайковская 110', 'Тулайковская 108' и 'Омская 38', развитие болезни



как в Московской области, так и Краснодарском крае составляло 0% листовой поверхности; эти сорта обладали и ювенильной устойчивостью к популяции патогена из Ленинградской области. Выделенные устойчивые к *P. tritricina* образцы яровой мягкой пшеницы являются ценным исходным материалом и рекомендуются для использования в селекции. **V**

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно бюджетному проекту ВИР по теме № 0662-2019-0006 и в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВНИИЗБР по теме № 0686-2019-0008. **V**

## References/Литература

- Anpilogova L. K., Volkova G. V. (2000) Methods to develop artificial infection backgrounds and evaluation of wheat samples for resistance to harmful diseases (ear scab, rusts, powdery mildew) (Metody sozdaniya iskusstvennykh infektsionnykh fonov i otsenki sortoobraztsov pshenitsy na ustoichivost k vredonosnym boleznyam [fuzariozu kolosa, rzhavchinam, muchnistoy rose]). Krasnodar: RASKHN VNIIBZR; Krasnodar, 28 p. [in Russian] (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). Краснодар: РАСХН ВНИИЗБР. 2000. 28 с.).
- Azzimonti G., Lannou C., Sache I., Goyeau H. (2013) Components of quantitative resistance to leaf rust in wheat cultivars: diversity, variability and specificity. *Plant Pathology*, 62: 970–981. DOI:10.1111/ppa.12029
- Dakouri A., McCallum B. D., Radovanovic N., Cloutier S. (2013) Molecular and phenotypic characterization of seedling and adult plant leaf rust resistance in a world wheat collection. *Molecular Breeding*, 32: 663–677. DOI:10.1007/s11032-013-9899-8
- Draz I. S., Abou-Elseoud M. S., Kamara A. M., Alaa-Eldein O. A., El-Bebany A. F. (2015) Screening of wheat genotypes for leaf rust resistance along with grain yield. *Annals of Agricultural Science*, 60(1): 29–39 DOI:10.1016/j.aas.2015.01.001
- Hovmoller M. S. (2007) Sources of seedling and adult plant resistance to *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in European wheats. *Plant Breeding*, 126: 225–233.
- Kovalenko E. D., Kolomiets T. M., Kiseleva M. I., Zhemchuzhina A. I., Smirnova L. A., Shcherbik A. A. (2012) Methods of evaluation

- and selection of initial material in the development of wheat cultivars resistant to leaf rust (Metody otsenki i otbora iskhodnogo materiala pri sozdani sortov pshenitsy, ustoichivyykh k buroy rzhavchine). Moscow, 93 p. [in Russian] (Коваленко Е. Д., Коломиец Т. М., Киселева М. И., Жемчужина А. И., Смирнова Л. А., Щербик А. А. Методы оценки и отбора исходного материала при создании сортов пшеницы, устойчивых к бурой ржавчине. Москва. 2012. 93 с.).
- Li J., Shi L., Wang X., Zhang N., Wie X. et al. (2018) Leaf rust resistance of 35 wheat cultivars (lines). *J. Plant Pathol. Microbiol.*, 9: 429. DOI:10.4172/2157-7471.1000429
- Li Z. F., Xia X. C., He Z. H., Li X., Zhang L. J. et al. (2010) Seedling and slow rusting resistance to leaf rust in Chinese wheat cultivars. *Plant Diseases*, 94: 45–53.
- Mains E. B., Jackson H. S. (1926) Physiological specialization in leaf rust of wheat, *Puccinia tritricina* Erikss. *Phytopathology*, 16(1): 89–120.
- McIntosh R. A., Devos K. M., Dubcovsky J., Rogers W. J., Appels R. (2003) Catalogue of gene symbols for wheat. *Wheat Information Service. Supplement*. 97: 27–37.
- McIntosh R. A., Dubcovsky J., Rogers W. J., Morris C., Xia X. C. Catalogue of gene symbols for wheat: 2017 supplement. Available from: <https://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/macgene/supplement2017.pdf> [Accessed April 16, 2019]
- McIntosh R. A., Hart G. E., Devos K. M., Gale M. D., Rogers W. J. (1998) Catalogue of gene symbols for wheat. In: *Proc. Wheat Genet. Symp.* 9th. Vol. 5, p. 1–236.
- McIntosh R. A., Wellings C. R., Park R. F. (1995) Wheat Rusts: An atlas of resistance genes. Melbourne: CSIRO Press, 200 p.
- Pathan A. K., Park R. F. (2006) Evaluation of seedling and adult plant resistance to leaf rust in European wheat cultivars. *Euphytica*, 149: 327–342.
- Peterson R. F., Campbell A., Hannah A. (1948) A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Canadian Journal of Research*, 26(5): 496–500.
- Sayre K., Singh R. P., Huerta-Espino J. et al. (1998) Genetic progress in reducing losses to leaf rust in CIMMYT derived Mexican spring wheat cultivars. *Crop Sci.*, 38: 654–659.
- Singh R. P., Huerta-Espino J., William H. M. (2005) Genetics and breeding for durable resistance to leaf and stripe rusts in wheat. *Turkish journal of agriculture and forestry*, 29: 121–127.
- Sun Y., Hu Y. Y., Yang W. X., Liu D. Q. (2011) Evaluation of the resistance to leaf rust of 6 wheat lines. *J. Triticeae Crops*, 31: 762–768.
- Tyryshkin L. G., Zuev E. V., Kurbanova P. M., Kolesova M. A. (2008) Resistance to leaf rust in known resistant sources of spring bread wheat (Ustoichivost k listvoy rzhavchine izvestnykh istochnikov rezistentnosti yarovoy myagkoy pshenitsy). *Zashchita i karantin rasteniy – Plant Protection and Quarantine*, 6: 39. [in Russian] (Тырышкин Л. Г., Зуев Е. В., Курбанова П. М., Колесова М. А. Устойчивость к листовой ржавчине известных источников резистентности яровой мягкой пшеницы // Защита и карантин растений. 2008. Том 6. С. 39).
- Vanzetti L. S., Campos P., Demicheli M., Lombardo L. A., Aurelia P. R., Vaschetto L. M., Bainotti C. T., Helguera M. (2011) Identification of leaf rust resistance genes in selected Argentinean bread wheat cultivars by gene postulation and molecular markers. *Elec J Biotechnol.*, 14(3). DOI:10.2225/vol14 - issue3-fulltext-14

**ПРОЗРАЧНОСТЬ ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:** авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ ОТСУТСТВУЕТ.**

## Для цитирования:

Тырышкин Л. Г., Волкова Г. В., Коломиец Т. М., Брыкова А. Н., Зуев Е. В. Эффективная устойчивость к листовой ржавчине образцов яровой мягкой пшеницы новейших поступлений из коллекции ВИР. *VAVILOVIA*. 2019; 2(2): 35–43. DOI: 10.30901/2658-3860-2019-2-35-43

## HOW TO CITE THIS ARTICLE:

Tyryshkin L. G., Volkova G. V., Kolomiets T. M., Brykova A. N., Zuev E. V. Effective resistance to leaf rust in spring bread wheat accessions among recent additions to the VIR collection. *VAVILOVIA*. 2019; 2(2): 35–43. DOI: 10.30901/2658-3860-2019-2-35-43