

DOI: 10.30901/2658-3860-2018-1-18-24

Поступила: 25.09.2018

УДК 633:11.581:573.4

Оригинальная статья



Т. В. Лебедева,

Е. В. Зув

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

НАСЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ К МУЧНИСТОЙ РОСЕ У НЕКОТОРЫХ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР

Актуальность. Мучнистая роса, вызываемая грибом *Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *tritici* Marchal (Bgt), является распространенным заболеванием пшеницы. Этот патоген адаптирован к широкому спектру условий и способен в короткий промежуток времени распространиться на большие площади. Среди сортимента мягкой пшеницы мало сортов, обладающих устойчивостью к мучнистой росе. Поиск новых источников устойчивости является необходимым этапом селекции этой культуры на иммунитет. Цель работы – выявление устойчивых к мучнистой росе образцов яровой мягкой пшеницы и изучение их фитопатологических и генетических характеристик. **Материалы и методы.** Изучали наследование устойчивости к Bgt образцов мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) коллекции ВИР: 'Лютесценс 13' (к-64649), '485ae5' (к-64656), '393ae9-1' (к-64657), 'Воевода' (к-64997), 'Фаворит' (к-64998), 'Мерцана' (к-65454), 'Тулайковская 110' (к-65449) из России; 'Вышиванка' (к-65257) с Украины; 'SWVals' (к-64433), 'SWMilljet' (к-64434), 'Vinjet' (к-64436) из Швеции. Устойчивость к заболеванию анализировали на всех фазах роста растений; генетический анализ устойчивости образцов к популяции гриба проводили в ювенильной фазе развития растений. Устойчивость гибридных популяций F₂ пшеницы оценивали по 5 балльной шкале. Достоверность отличий фактических соотношений от теоретически предполагаемых в гибридологическом анализе оценивали с помощью критерия хи-квадрат (χ^2). **Результаты и выводы.** Установлено, что группа сортов шведской селекции защищена общим доминантным геном, отличным от *Pm12*, *PmKu* и генов, контролирующих резистентность российских сортов. Сорта 'Воевода' (к-64997), 'Фаворит' (к-64998), 'Мерцана' (к-65454) и 'Тулайковская 110' (к-65449) имеют идентичные гены устойчивости к мучнистой росе. Непоражаемость этих сортов не контролируется доминантным аллелем гена *Pm12*. Доминантный ген устойчивости сорта 'Вышиванка', независим от *PmKu*, *Pm12* и генов устойчивости российских и шведских сортов.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, мучнистая роса (*Blumeria graminis*), наследование, гены устойчивости, коллекция ВИР.

T. V. Lebedeva, E. V. Zuev

N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR);
42–44, B. Morskaya St., St. Petersburg, 190000, Russia;
e-mail: riginbv@mail.ru

INHERITANCE OF POWDERY MILDEW RESISTANCE IN SELECTED SPRING BREAD WHEAT ACCESSIONS FROM THE VIR COLLECTION

Background. Powdery mildew, caused by *Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *tritici* Marchal (Bgt), is one of the most harmful and widespread disease of cultivated wheat in a cool climate with high humidity. The disease infects the foliage, stem and spike of the wheat host. The most economical and environmentally safe method for controlling Bgt is to develop resistant bread wheat cultivars. Up to now, more than 60 genes for resistance to powdery mildew have been identified in wheat. Searching for new effective genes of resistance and introducing them into cultivars is an essential stage of plant breeding for resistance. The aim of our study was to identify wheat accessions resistant to powdery mildew and study their inheritance pattern. **Materials and methods.** Inheritance of powdery mildew resistance was studied in eight accessions of spring bread wheat held by VIR: k-64433, k-64434, k-64436, k-64997, k-64998, k-65257, k-65449 and k-65454. Their plants were inoculated in the seedling phase with the Bgt inoculant collected on the field. The population of the fungus was virulent to genes *Pm1*, *Pm2*, *Pm3 a – d*, *Pm4a – b*, *Pm5*, *Pm6*, *Pm7*, *Pm8*, *Pm10*, *Pm11*, *Pm17* and *Pm19*, but avirulent to *Pm12*, *PmKu* and *PmSp*. To determine the resistance inheritance pattern and the number of resistance genes, the accessions were crossed with susceptible wheat's resistant lines 'Wembley 14.31' (*Pm12*) and 'Lutescens 13' (*PmKu*). The parents and F₁–F₂ progenies were inoculated with the Bgt population. A chi-square test was used to analyze the fit between the observed and theoretically predicted segregations. **Results and conclusion.** Bgt resistance in the studied accessions in their seedling phase was found to be controlled by a single dominant gene. None of them had the dominant *Pm12* allele. The group of cultivars from Sweden was protected by the same *Pm*-gene. The group of Russian cultivars had allelic genes for powdery mildew resistance. The dominant allele *PmKu* did not protect the accessions k-64433, k-64434, k-64436 and k-65257 from the disease.

Key words: spring bread wheat, powdery mildew (*Blumeria graminis*), inheritance, genes for resistance, the VIR collection.

Введение

Мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.) – одна из важных зерновых культур. Ее производство, к сожалению, лимитировано серией биотических и абиотических факторов. Мучнистая роса пшеницы вызывается грибом *Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *tritici* Marchal (Bgt), вредоносность которого проявляется в уменьшении количества, снижения урожая и ухудшения качества зерна. Гриб поражает растения на всех фазах развития. Патоген адаптирован к широкому спектру агроклиматических условий и способен в короткий промежуток времени распространиться на больших площадях. Ежегодный мониторинг состава популяции мучнисторосяного гриба подтверждает факт достаточно быстрой

её изменчивости. По данным фитопатологических исследований внутривидовой потенциал мягкой пшеницы по устойчивости к мучнистой росе довольно беден (5,5–9,0% устойчивых форм) (Lebedeva, 2005, Lebedeva, Zuev, 2015). В настоящее время с помощью генетических и фитопатологических тестов выявлено и описано 70 аллелей на 50 локусах (*Pm1 – Pm55*), ответственных за устойчивость растений пшеницы к данному заболеванию. Среди них 34 гена переданы от гексаплоидных пшениц, 28 интрогрессированы в геном пшеницы от родственных видов и родов (Mwale et al., 2014). Чужеродные гены устойчивости имеют разную эффективность и продолжительность защиты растений от поражения грибом. Для успешной селекции на иммунитет необходим постоянный поиск новых

эффективных генов устойчивости к Bgt и введение их в перспективные сорта. Целью настоящей работы является анализ реакций образцов яровой мягкой пшеницы коллекции ВИР на заражение популяцией возбудителя мучнистой росы и изучение наследования устойчивости этих образцов к заболеванию.

Материал и методы

Исследованный материал включал сорта яровой мягкой пшеницы из коллекции ВИР: 'Лютесценс 13' (к-64649), '485ae5' (к-64656), '393ae9-1' (к-64657), 'Воевода' (к-64997), 'Фаворит' (к-64998), 'Мерцана' (к-65454), 'Тулайковская 110' (к-65449) из России; 'Вышиванка' (к-65257) с Украины; 'SWVals' (к-64433), 'SWMilljet' (к-64434), 'Vinjett' (к-64436) из Швеции. Перечисленные образцы устойчивы к популяции Bgt на всех фазах развития растений и сохраняют ее в течение нескольких лет. Для изучения наследования устойчивости к Bgt сорта скрещивали между собой, с восприимчивым сортом 'Сибирка Ярцевская' и тестерами эффективных доминантных аллелей *Pm12* и *PmKu*. Инокулюмом явилась популяция Bgt, собранная с восприимчивых растений пшеницы на экспериментальном поле научно – производственной базы «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» (Санкт-Петербург). Популяцию возбудителя мучнистой росы анализировали с использованием изогенных и тест-линий мягкой пшеницы. Растения родительских форм, F_1 и F_2 гибридов заражали путём стряхивания конидий с сильно поражённых мучнистой росой растений мягкой пшеницы. Выращивание растений и инкубирование на них гриба проводили в камере Barnstead при 12 часовом фотопериоде и температуре 16°С (день), 13°С (ночь) (Krivchenko et al., 2008). Через 7 дней после инокуляции определяли степень поражения первого листа, используя качественную шкалу Е. Б. Майнса и С. М. Дитца (Mains, Dietz, 1930). Растения с поражением 0, 1 и 2 балла относили к классу устойчивых (R – resistant), 3 и 4 – к классу восприимчивых (S – susceptible). Достоверность отличий фактических соотношений устойчивых и восприимчивых растений от теоретически предполагаемых менделевских соотношений в гибридологическом анализе оценивали с помощью критерия хи-квадрат (χ^2).

Результаты и обсуждение

Интенсивное использование в селекции сортов мягкой пшеницы, защищенных от мучнистой росы генами устойчивости *Pm1*, *Pm2*, *Pm3a-c*, *Pm4*, провоцировало появление в популяции гриба клонов с соответствующей вирулентностью. С 90-х годов зарегистрированы клоны, вирулентные к *Pm6*, *Pm7*, *Pm8* (Hsam, Zeller, 2002). В настоящее время наблюдается поражение линий пшеницы с доминантными генами устойчивости *Pm16*, *Pm17*, *Pm19*. Результаты работы с тестерами показали, что северо-западная популяция Bgt имела гены вирулентности, комплементарные генам устойчивости пшеницы *Pm1*, *Pm2*, *Pm3a-d*, *Pm4a-b*, *Pm5*, *Pm6*, *Pm7*, *Pm8*, *Pm9*, *Pm10*, *Pm11*, *Pm16*, *Pm17*, *Pm19*, *Pm28*, и авирулентности – к генам *Pm12*, *PmKu* и *PmSp* (табл. 1). Доминантный ген *Pm12* от *Aegilops speltoides* Tausch. определяет устойчивость к местной популяции Bgt линий Wembley 14.31 и 485ae5. Доминантный *PmKu* и рецессивный *PmSp* гены резистентности переданы в генотип мягкой пшеницы от *T. spelta* L. (Hsam, Zeller, 2002; Vjushkov et al., 2008). Сорта шведской селекции 'SWVals', 'SWMilljet' и 'SWVinjett' были изучены ранее (Lebedeva, Zuev, 2015). Установлено, что доминантный ген, контролирующий устойчивость к Bgt у этих сортов, аллелен и отличен от генов *Pm12* и *PmKu* (табл. 2). В родословную шведского сорта 'SWVinjett' входят образцы 'Tjalve', 'M14', 'M15' и 'Canon'. Устойчивость к Bgt сорта 'Tjalve' контролируют 3 гена: *Pm4+Pm6+u* (u – unidentified). У сорта 'Canon' обнаружены доминантные аллели *Pm2*, *Pm3d*, *Pm4b* и *Pm6*. В настоящее время эти гены не защищают пшеницу от поражения мучнистой росой. Линии 'M14' и 'M15' имеют неизвестные гены устойчивости к Bgt от местных форм пшениц из Эфиопии (Hysing et al., 2007). Результаты гибридологического анализа устойчивости к Bgt в тестовых скрещиваниях с 'Сибиркой Ярцевской' и линиями с генами *Pm12* и *PmKu* показали, что сорта 'Воевода', 'Фаворит', 'Тулайковская 110', 'Мерцана' и 'Вышиванка' в фазе проростков защищены доминантными генами устойчивости к патогену и эти гены не тождественны доминантному аллелю *Pm12* линии 'Wembley 14.31'. В комбинациях 'Тулайковская 110' × 'Лютесценс 13' и 'Мерцана × Лютесценс 13' расщепление не выявлено (табл. 3).

Таблица 1. Реакция тест-линий и сортов мягкой пшеницы на заражение популяцией Bgt

Table 1. Response of the bread wheat test lines and cultivars to inoculation with a Bgt population

Тест-линия, сорт	Гены <i>Pm</i>	Года изучения		
		2014	2015	2016
'Axminster/8*Cc'	<i>Pm1</i>	4	4	4
'Ulka/8*Cc'	<i>Pm2</i>	4	4	4
'Asosan II/8*Cc'	<i>Pm3a</i>	4	4	4
'Chul/8*Cc'	<i>Pm3b</i>	2	2	2
'Sonora/8*Cc'	<i>Pm3c</i>	4	4	4
'Kolibri'	<i>Pm3d</i>	3	3	3
'Khapli/8*Cc'	<i>Pm4a</i>	4	4	4
'Armada'	<i>Pm4b</i>	4	4	4
'Hope'	<i>Pm5</i>	4	4	4
'TP114/2*Starke'	<i>Pm6</i>	4	4	4
'Transec'	<i>Pm7</i>	2	2	2
'Disponent'	<i>Pm8</i>	4	4	4
'Normandie'	<i>Pm9</i>	3	3	3
'Norin 26'	<i>Pm10</i>	4	4	4
'Chinese Spring'	<i>Pm11</i>	4	4	4
'Wembley 14.31'	<i>Pm12</i>	0	0	0
'BRG3N'	<i>Pm16</i>	1	2	2
'Amigo'	<i>Pm17</i>	4	4	4
'XX 186'	<i>Pm19</i>	4	4	4
'Meri'	<i>Pm28</i>	2	2	3
'Лютесценс 13'	<i>PmKu</i> ¹	0	0	0
'485ae5'	<i>Pm12</i> ¹	0	0	0
'Лютесценс 393ae91'	<i>PmSp</i> ¹	0	0	0
'SW Vales'	неизвестно	0	0	0
'SW Milljet'	неизвестно	0	0	0
'SW Vinjett'	неизвестно	0	0	0
'Воевода'	неизвестно	0	0	0
'Фаворит'	неизвестно	0	0	0
'Вышиванка'	неизвестно	0	0	0
'Мерцана'	неизвестно	0	0	0
'Тулайковская 110'	неизвестно	0	0	0
'Сибирка Ярцевская'	неизвестно	4	4	4

¹по Sjukov, Shevchenko, 1996.

Соотношения фенотипов R и S в популяции F₂ гибридов от скрещивания образцов разного происхождения представлены в табл. 4. Гены устойчивости к Bgt у образцов из Швеции отличны от генов, контролирующих устойчивость сортов 'Воевода', 'Тулайковская 110', 'Мерцана' и 'Вышиванка'. Сорт 'Вышиванка' защищен доминантным геном, отличным от генов устойчивости 'Лютесценс 13' (*PmKu*), 'SWMilljet', 'Воевода', 'Фаворит', 'Тулайковская 110' и 'Мерцана'. Расщепление по устойчивости не выявлено среди гибридов от скрещивания сортов

'Воевода', 'Фаворит', 'Тулайковская 110' и 'Мерцана' друг с другом, что предполагает у них наличие аллельных генов устойчивости к Bgt, либо тесное их сцепление.

Сорта яровой мягкой пшеницы 'Воевода' и 'Фаворит' созданы в Саратовском НИИ сельского хозяйства Юго-Востока. Сорт 'Фаворит' получен от скрещивания 'Лютесценс 2033' и 'Белянка'. 'Лютесценс 2033' имеет генетический материал от *T. durum* Desf. и *Agropyron elongatum* Host. В родословной сорта 'Белянка' присутствует линия 'Пысар' с транслокацией *Lr19* от

A. elongatum (Krupnov, Sibikeev, 2005). Таким образом, сорт 'Фаворит' имеет генетический материал от пырея (хромосомное замещение 6D/6Agi) и от твердой пшеницы. 'Лютесценс 2033' также присутствует в родословной сорта 'Фаворит'. Среди F₂ гибридов 'Воевода' × 'Фаво-

рит' расщепление по устойчивости не обнаружено (839R : 0S). Можно предположить, что сорта имеют родственный генетический материал от твердой пшеницы и пырея, который обеспечивает устойчивость сортов к популяции Bgt в фазе проростков (табл. 4).

Таблица 2. Расщепление по устойчивости к Bgt в F₂ от скрещивания трех шведских сортов с восприимчивым 'Сибирка Ярцевская', тестерами *Pm12* и *PmKu* и от скрещивания шведских сортов друг с другом (Lebedeva, Zuev, 2015)

Table 2. Segregation for resistance to Bgt in F₂ hybrids from crossing of three Swedish cultivars with susceptible cv. 'Sibirka Yartsevskaya' and test-lines *Pm12* and *PmKu*, and the crosses of these Swedish cultivars with one another (Lebedeva, Zuev, 2015)

Комбинация скрещивания	Изучено растений	Соотношение фенотипов R : S	χ^2 (3:1)	χ^2 (15:1)
'SW Milljet' × 'Сибирка Ярцевская'	564	419:145	0,15	-
'SW Vales' × 'Сибирка Ярцевская'	121	87:34	0,62	-
'SW Vinjett' × 'Сибирка Ярцевская'	471	348:123	0,31	-
'SW Milljet' × 'Wembley 14.31' (<i>Pm12</i>)	195	177:18	-	2,95
'SW Vales' × 'Wembley 14.31' (<i>Pm12</i>)	167	157:10	-	0,02
'SW Vinjett' × 'Wembley 14.31' (<i>Pm12</i>)	198	184:14	-	0,22
'SW Milljet' × 'Лютесценс 13' (<i>PmKu</i>)	595	550:45	-	1,75
'SW Vales' × 'Лютесценс 13' (<i>PmKu</i>)	361	334:27	-	0,93
'SW Milljet' × 'SW Vales'	353	353:0	-	-
'SW Vales' × 'SW Vinjett'	160	160:0	-	-
'SW Vinjett' × 'SW Milljet'	211	211:0	-	-

Здесь и в табл. 3 и 4: $\chi^2 < 3,84$, $P > 0,05$

Таблица 3. Расщепление по устойчивости к Bgt F₂ гибридов от скрещивания исследуемых сортов с восприимчивым сортом 'Сибирка Ярцевская' и тестерными линиями *Pm12* и *PmKu*

Table 3. Segregation for resistance to Bgt in F₂ hybrids from crossing the studied cultivars with susceptible 'Sibirka Yartsevskaya' and test lines with the *Pm12* and *PmKu* genes

Комбинация скрещивания	Изучено растений	Соотношение фенотипов R : S	χ^2 (3:1)	χ^2 (15:1)
'Воевода' × 'Сибирка Ярцевская'	419	322:97	0,76	-
'Фаворит' × 'Сибирка Ярцевская'	292	225:67	0,65	-
'Тулайковская110' × 'Сибирка Ярцевская'	208	149:59	1,25	-
'Мерциана' × 'Сибирка Ярцевская'	149	108:41	0,51	-
'Вышиванка' × 'Сибирка Ярцевская'	322	253:69	2,24	-
'Воевода' × 'Wembley 14.31' (<i>Pm12</i>)	365	336:29	-	1,79
'Фаворит' × 'Wembley 14.31' (<i>Pm12</i>)	195	178:17	-	2,02
'Тулайковская 110' × 'Wembley 14.31' (<i>Pm12</i>)	116	108:8	-	0,09
'Мерцана' × 'Wembley 14.31' (<i>Pm12</i>)	194	183:11	-	0,11
'Вышиванка' × 'Wembley 14.31' (<i>Pm12</i>)	207	193:14	-	0,10
'Тулайковская 110' × 'Лютесценс13'(<i>PmKu</i>)	169	169:0	-	-
'Мерцана' × 'Лютесценс 13'(<i>PmKu</i>)	176	176:0	-	-
'Вышиванка' × 'Лютесценс 13'(<i>PmKu</i>)	235	216:19	-	1,34

Таблица 4. Расщепление по устойчивости к мучнистой росе F₂ гибридов от скрещивания исследуемых сортов друг с другом

Table 4. Segregation for resistance to powdery mildew in F₂ hybrids from crosses of the studied cultivars with one another

Комбинация скрещивания	Изучено растений	Соотношение фенотипов R : S	χ^2 (15:1)
'Воевод'а × 'SW Milljet'	183	171:12	0,03
'Воевода' × 'SW Vales'	237	223:14	0,04
'Фаворит' × 'SW Vinjett'	248	228:20	1,40
'Фаворит' × 'SW Milljet'	175	163:12	0,11
'Фаворит' × 'SW Vales'	189	177:12	0,00
'Фаворит' × 'SW Vinjett'	195	180:15	0,69
'Тулайковская 110' × 'SW Milljet'	318	295:23	0,52
'Мерцана' × 'SW Milljet'	190	179:11	0,06
'Вышивака' × 'SW Milljet'	235	216:19	1,34
'Вышиванка' × 'Фаворит'	156	143:13	1,15
'Вышиванка' × 'Тулайковская 110'	292	268:24	1,83
'Вышиванка' × 'Мерцана'	184	168:16	1,88
'Воевода' × 'Фаворит'	839	839:0	-
'Воевода' × 'Тулайковская 110'	208	208:0	-
'Фаворит' × 'Тулайковская 110'	216	216:0	-
'Фаворит' × 'Мерцана'	187	187:0	-
'Тулайковская 110' × 'Мерцана'	200	200:0	-

Сорт 'Тулайковская 110', полученный в Самарском НИИСХ, имеет следующую родословную: F₄ 898ae (Виллозум 1381) / Альбидум 653 // Тулайковская 5 (Sjukov et al., 2016). Линия 'Виллозум 1381' защищена от заболевания рецессивным геном *PmSp*, переданным от *T. spelta* subsp. *kuckuckianum* var. *schaartusicum* Udacz. (к-52435) (Sjukov, Shevchenko, 1996). У образца к-52435 идентифицирован также доминантный ген *PmKu*, который обеспечивает устойчивость к Bgt линии 'Лютесценс 13' (Vjushkov et al., 2008). Расщепление по устойчивости в F₂ 'Тулайковская 110' × 'Лютесценс 13' не выявлено, что может указывать на общий ген устойчивости к заболеванию у этих образцов (табл. 3). Вид гексаплоидной пшеницы *T. spelta* в целом поражается мучнистой росой, но некоторые образцы могут быть ценными источниками генов резистентности к болезни. Генетическими исследованиями установлен аллель *Pm1d* в сложном локусе хромосомы 7AL (Hsam, Zeller, 2002). Нами проанализирована устойчивость к северо-западной популяции Bgt в ювенильной фазе у 156 образцов *T. spelta* различного происхождения. Как оказалось, 147 образцов были поражены на 4 балла, у 9 отмечена умеренная восприимчивость. Образец к-52435 из Таджикистана, который принимал участие в

создании линии 'Виллозум 1381', в фазе проростков был восприимчив к мучнистой росе (Lebedeva, 2005).

Одной из родительских форм 'Тулайковской 110' является 'Тулайковская 5', у которой присутствует доминантный аллель *PmAg*, переданный от пырея. Сорт 'Тулайковская 5' устойчив к болезни в Безенчуке (1999–2001 гг.), Тамбовской и Ленинградской областях. (Zuev et al., 2010). В популяциях F₂ гибридов 'Тулайковская 110' × 'Воевода' и 'Тулайковская 110' × 'Фаворит' единообразие реакций на внедрение паразита предполагает идентичность генов устойчивости, возможно, из-за наличия генетического материала пырея и твердой пшеницы в генотипах этих сортов (табл. 4)

Согласно табл. 4, среди гибридов сорта 'Мерцана' с 'Тулайковской 110' и с сортом 'Фаворит' расщепление не обнаружено (200R : 0S и 187R : 0S, соответственно). В родословную 'Мерцана' включены сорта 'Саратовская 29', 'Jastin', 'Воронежская 6', 'Жница', 'Воронежская 10' и 'СФР204'. В наших опытах сорт 'Воронежская 10' (к-64101) был устойчив в проростках к популяции гриба Bgt. Исследованные сорта 'Воевода' и 'Фаворит' имеют интрогрессированный чужеродный материал от твердой пшеницы и пырея удлиненного, 'Тулайковская 110' – от спельты и пырея. В литературе приведены интересные

данные о поведении транслокации *Lr19* (*A. elongatum*) в генотипах некоторых сортов мягкой пшеницы. Так, *Lr19* тесно сцеплен с геном *Sd1*, который влияет на соотношение устойчивых и восприимчивых фенотипов в гибридной популяции F_2 . При изучении наследования устойчивости к бурой ржавчине наблюдали отсутствие расщепления в F_2 вместо нормального (менделевского) расщепления 3R : 1S (Крупнов, Sibikeev, 2005). Возможно, отсутствие расщепления по устойчивости к Bgt в F_2 гибридов с участием сортов 'Фаворит', 'Воевода', 'Тулайковская 110' и 'Мерцана' может быть следствием наличия в этих сортах чужеродного генетического материала.

Выводы

Установлено, что устойчивость к популяции мучнисторосяного гриба исследованных сортов в фазе проростков контролируется доминантными генами. Гены устойчивости к мучнистой росе сортов шведской селекции 'SWVales', 'SWMilljet', 'SWVinjet' аллельны и отличны от *PmKu*, *Pm12* и генов устойчивости российских сортов. Устойчивость к заболеванию сортов 'Фаворит', 'Воевода', 'Тулайковская 110' и 'Мерцана' контролируется аллельными либо тесно сцепленными генами, отличными от *Pm12*. Доминантный ген, контролирующий устойчивость к мучнистой росе украинского сорта 'Вышиванка', независим от *Pm12*, *PmKu* и генов устойчивости исследованных сортов шведской и российской селекции.

Благодарности: Работа выполнена в рамках государственного задания ВИР № 0662-2018-0019.

References/Литература

- Hsam S. L. K., Zeller F. J. (2002) Breeding for powdery mildew resistance in common wheat (*Triticum aestivum* L.). The Powdery mildews. A comprehensive treatise. Ed. by Richard R. Bélanger, William R. Bushnell, Aleid J. Dik and Timothy L. W. Carver. APS press. Minnesota: 219–238.
- Hysing S.-C., Merker A., Zijlroth E., Koebner R. M. D., Zeller F. J., Hsam S. L. K. (2007) Powdery mildew resistance in 155 Nordic bread wheat cultivars and landraces. *Hereditas*, 144: 102–119.
- Krivchenko V. I., Lebedeva T. V., Peusha H. O. (2008) Muchnistaya rosa zlakov. In: *Izuchenie geneticheskikh resursov zernovih kultur po ustoichivosti k vrednim organizmam. Metodicheskoe posobie*: 86–105 [in Russian]. (Кривченко В. И., Лебедева Т. В., Пеуша Х. О. Мучнистая роса злаков // Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. Методическое пособие. Россельхозакадемия. Москва, 2008. С. 86–105).
- Krupnov V. A., Sibikeev S. N. (2005) Chuzerodniy geni dlja ulutchenia mjagkoi pshenitzi. In: *Identifitsirovannii genofond rastenii i selekcia*: 740–758 [in Russian] (Крупнов В. А., Сибикеев С. Н. Чужеродные гены для улучшения мягкой пшеницы // Идентифицированный генотип растений и селекция. СПб: ВИР. 2005. С. 740–758).
- Lebedeva T. V. (2005) Genetika ustoichivosti pshenitzi k muchnistoi rose. In: *Identifitsirovannii genofond rastenii i selekcia*: 527–543. [in Russian] (Лебедева Т. В. Генетика устойчивости пшеницы к мучнистой росе // Идентифицированный генотип растений и селекция. СПб: ВИР. 2005. С. 527–543).
- Lebedeva T. V., Zuev E. V. (2015) Izuchenie ustoichivosti k muchnistoi rose (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici* Golov.) sortov mjagkoi pshenitzi (*Triticum aestivum* L.). *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 29 (7): 17–20 [in Russian] (Лебедева Т. В., Зюев Е. В. Изучение устойчивости к мучнистой росе (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici* Golov.) сортов мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 7. С. 17–20).
- Mains E. B., Dietz S. M. (1930) Physiologic form of barley mildew *Erysiphe graminis* DC. *Phytopath.* 20 (3): 229–239.
- Mwale V. M., Chilembwe H. C., Uluko H. C. (2014) Wheat powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*): damage effects and genetic resistance developed in wheat (*Triticum aestivum*). *Plant Sci.* 5 (1): 1–16. DOI: 10.14303/irjps.2013.068.
- Sjukov V. V., Shabalkina E. N., Shevchenko S. N., Vjushkov A. A. (2016) Jarovaja mjakhaja pshenitza Tulaikovskaja 110. *Molodoi uchenii*. 27(3): 57–60 [in Russian] (Сюков В. В., Шабалкина Е. Н., Шевченко С. Н., Вьюшков А. А. Яровая мягкая пшеница Тулайковская 110 // Молодой ученый. 2016. Т. 27. № 3. С. 57–60).
- Sjukov V. V., Shevchenko S. N. (1996) A new gene of resistance to *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* introgressed from *Triticum spelta* ssp. *kuckianum*. *Abst. 5th Intern. Wheat Conference*: 157–158.
- Vjushkov A. A., Maltchikov P. N., Sjukov V. V., Shevchenko S. N. (2008) Selekcionno-geneticheskoe uluchshenie jarovoi pshenitzi. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN*: 536. [in Russian] (Вьюшков А. А., Мальчиков П. Н., Сюков В. В., Шевченко С. Н. Селекционно-генетическое улучшение яровой пшеницы // Известия Самарского научного центра РАН. Самара. 2008. С. 536).
- Zuev E. V., Lebedeva T. V., Makarenko E. V. (2010) Poisk i charakteristika ustoichivih k muchnistoi rose obraztsov jarovoi mjagkoi pshenitzi. *Izvestija SPBGU*, 21: 22–25 [in Russian] (Зюев Е. В., Лебедева Т. В., Макаренко Е. В. Поиск и характеристика устойчивых к мучнистой росе образцов яровой мягкой пшеницы // Известия СПбГАУ. 2010. № 21. С. 22–25).

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует

Для цитирования: Лебедева Т.В., Зюев Е.В. Наследование устойчивости к мучнистой росе у некоторых образцов яровой мягкой пшеницы из коллекции ВИР. *Vavilovia*. 2018, 1(1): 18–24.
DOI: 10.30901/2658-3860-2018-1-18-24

How to cite this article: Lebedeva T. V., Zuev E. V. Inheritance of powdery mildew resistance in selected spring bread wheat accessions from the VIR collection. *Vavilovia*. 2018, 1(1): 18–24. DOI: 10.30901/2658-3860-2018-1-18-24