

# ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЕВРОПЕЙСКИХ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К МУЧНИСТОЙ РОСЕ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ РФ

DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-170-176

УДК 633.11: 581.573.4

Поступление/Received: 28.05.2019

Принято/Accepted: 29.11.2019

PROSPECTS OF EMPLOYING MODERN EUROPEAN CULTIVARS OF SPRING BREAD WHEAT IN THE BREEDING FOR POWDERY MILDEW RESISTANCE IN THE NORTHWESTERN REGION OF RUSSIA

Т. В. ЛЕБЕДЕВА, Е. В. ЗУЕВ, А. Н. БРЫКОВА

T. V. LEBEDEVA, E. V. ZUEV, A. N. BRYKOVA

Федеральный исследовательский центр  
Всероссийский институт генетических ресурсов  
растений имени Н.И. Вавилова (ВИР),  
190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44;  
✉ [riginbv@mail.ru](mailto:riginbv@mail.ru)

N.I. Vavilov All-Russian Institute  
of Plant Genetic Resources (VIR),  
42, 44 Bolshaya Morskaya Street,  
St. Petersburg 190000, Russia;  
✉ [riginbv@mail.ru](mailto:riginbv@mail.ru)

**Актуальность.** Заболевание мучнистой росой, вызываемое грибом *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f. sp. *tritici* Em. Marchal, распространено в районах с прохладным, влажным климатом. Важным средством борьбы с болезнью является выведение устойчивых к патогену сортов. Цель работы – выявление резистентных к мучнистой росе сортов мягкой пшеницы и характеристика их по ценным для селекции признакам. **Материалы и методы.** Исследовали 150 европейских сортов яровой мягкой пшеницы из коллекции ВИР. Инокулюмом для заражения растений служила природная популяция мучнисторосяного гриба, имеющая гены вирулентности к генам *Pm1*, *Pm2*, *Pm3a-d*, *Pm4a-b*, *Pm5a*, *Pm6*, *Pm7*, *Pm8*, *Pm9*, *Pm16*, *Pm19* и авирулентности к *Pm12*. Растения оценивали в разные фазы развития – проростки, колосшение и цветение. Поражаемость проростков оценивали по 5-балльной шкале, учитывая хлорозы и некрозы. Полевое изучение европейских сортов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) проводили согласно методическим указаниям, разработанным в ВИР. **Результаты и выводы.** Устойчивых сортов в ювенильной фазе зарегистрировано 12,7%, в фазе взрослого растения – 20,1%. Сорта ‘Dacke’, ‘SW Estrad’, ‘Sparrow’, ‘Aranka’ устойчивы к мучнистой росе на всех фазах развития. Сорта ‘Aranka’, ‘Zuzana’, ‘Septima’, ‘Tercia’ и ‘Sparrow’ характеризовались короткостебельностью. Сорта ‘Torka’, ‘Sparrow’, ‘Pasteur’ отличались крупным зерном.

**Ключевые слова:** *Triticum aestivum* L., *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f. sp. *tritici* Em. Marchal, вирулентность, фазы развития, селекционно ценные признаки.

**Background.** Powdery mildew of bread wheat caused by the fungus *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f. sp. *tritici* Em. Marchal is a widespread foliar disease of wheat in regions with cool and wet climate. It infects the foliage, stem and spike of the wheat host and causes yield reduction. Breeding for resistance is the economical way to control this disease. The object of this work was to analyze spring cultivars of wheat (*Triticum aestivum* L.) for powdery mildew resistance and some productivity indicators. **Materials and methods.** The study involved 150 European spring bread wheat cultivars whose resistance to the fungus was assessed at the seedling, heading and flowering phases of plant development. The population of the fungus manifested virulence to *Pm1*, *Pm2*, *Pm3a-d*, *Pm4a-b*, *Pm5a*, *Pm6*, *Pm7*, *Pm8*, *Pm9*, *Pm16* and *Pm19*, and avirulence to *Pm12*. The damage to seedlings was evaluated using the scale from 0 (no damage) to 4 (abundant pustules). Resistance of the adult plants was analyzed according to the scale from 9 (no damage) to 1 (abundant pustules). **Results and conclusions.** Of the 150 cultivars, resistance at the seedling stage was shown by 12,7%, and at the adult stage by 20,1%. The cultivars ‘Dacke’, ‘SW Estrad’, ‘Sparrow’ and ‘Aranka’ were resistant in all phases of plant growth. ‘Naxos’ was characterized by a short period from seedlings to heading. The cultivars ‘Aranka’, ‘Zuzana’, ‘Septima’, ‘Tercia’ and ‘Sparrow’ had short stems, while ‘Torka’, ‘Sparrow’ and ‘Pasteur’ – large grains.

**Key words:** *Triticum aestivum* L., *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f. sp. *tritici* Em. Marchal, virulence, phases of growth, breeding characteristics.

## Введение

На 2019 г. на официальном сайте Европейского Союза (ЕС) имеется информация о 383 сортах яровой мягкой пшеницы допущенных к возделыванию на территории европейских стран (EU Plant Variety Database). Яровая мягкая пшеница возделывается в 24 странах Европейского Союза и трех европейских странах (Исландия, Норвегия, Швейцария), не входящих в ЕС. Отсутствуют посевы яровой мягкой пшеницы в Бельгии, Люксембурге, Словении и на Мальте. Наиболее распространены сорта: ‘Cornetto’ (Франция) – допущен к использованию в восьми странах (Великобритания, Германия, Латвия, Литва, Люксембург, Финляндия, Чехия, Эстония); ‘Lisamego’ (Франция) – в семи (Германия, Да-

ния, Латвия, Литва, Люксембург, Финляндия, Эстония); ‘Triso’ (Германия) – в семи (Венгрия, Германия, Латвия, Литва, Франция, Чехия, Эстония).

Отдел генетических ресурсов пшеницы ВИР с 2000 г. ведет выписку сортов пшеницы из стран ЕС для пополнения коллекции, изучения и использования лучших образцов в качестве исходного материала в селекционных программах России. Основным донором этих поступлений является генбанк Чехии (Crop Research Institute, Prague). В 2017–2018 гг. часть сортов поступила из Госсорткомиссии РФ. Ранее сообщалось об изучении 71 сорта яровой мягкой пшеницы из стран ЕС по устойчивости к грибным болезням (Tyryshkin et al., 2016). На сегодняшний день коллекция значительно

пополнилась, поэтому был сделан скрининг новых поступлений, повторен эксперимент прошлых лет. В статье обобщены данные по изучению сортов яровой мягкой пшеницы из европейских стран по устойчивости к мучнистой росе.

Ежегодно из-за различных болезней погибает примерно 20% мирового урожая пшеницы. От поражения мучнистой росой продуктивность этой культуры в зависимости от климатических условий снижается на 10–60% (Mwale et al., 2014). В нашей стране мучнистая роса распространена повсеместно, но наибольший ущерб регистрируется в умеренно теплых и достаточно увлажненных районах, в том числе и на Северо-Западе России.

Заболевание пшеницы мучнистой росой вызывает узкоспециализированный гриб *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f. sp. *tritici* Em. Marchal (Bgt). Болезнь поражает листья, стебель, колос, проявляясь в виде белого паутинолистого и мучнистого налета, который затем уплотняется и образует сероватые подушечки. Подушечки состоят из мицелия и цепочек конидий, обеспечивающих бесполое размножение гриба. В конидиальной стадии гриб в течение одного вегетационного периода может образовывать до 20 поколений. Вредоносность мучнисторосяных грибов проявляется в глубоком нарушении развития растения – снижается энергия фотосинтеза, уменьшается содержание углеводов, ослабевает способность растений к кущению, снижается абсолютный вес семян, уменьшается озерненность колосьев. Заболевание способно в короткий промежуток времени охватить значительные площади, вызывая стабильные эпифитотии.

Важным средством борьбы с болезнями является выведение устойчивых к патогенам сортов сельскохозяйственных культур. Но устойчивость ограничена во времени из-за появления биотипов гриба с новой вирулентностью, способных захватить большие площади посевов злаковых культур. Поэтому постоянный мониторинг состава популяций гриба, поиск новых эффективных генов устойчивости к болезни и внедрение их в перспективные сорта является необходимым этапом селекции. Мировая коллекция генетических ресурсов растений ВИР (Уникальная научная установка – УНУ, регистрационный номер USU\_505851) дает возможность исследования устойчивых типов растений и их использования в селекционных программах.

*Цель настоящей работы* – анализ реакции образцов пшеницы коллекции ВИР на заражение популяцией возбудителя мучнистой росы в разные фазы развития и изучение устойчивых сортов по основным элементам продуктивности.

### Материал и методы

Исследовали устойчивость к мучнистой росе (Bgt) 150 современных европейских сортов яровой мягкой пшеницы из коллекции ВИР, происхождение которых представлено в таблице 1; номера по каталогу ВИР выделенных сортов приведены в таблице 4. Восприимчивые сорта ‘Сибирка Ярцевская’ (к-38587), ‘Ленинградская 97’ (к-62935) и ‘Ленинградская 6’ (к-64900) использовали как накопители инфекции и контроль при учете поражения болезнью.

**Таблица 1.** Происхождение реализованных сортов яровой мягкой пшеницы из стран Европейского Союза, имеющих в коллекции ВИР

**Table 1.** Origin of the released spring bread wheat cultivars from EU countries, available in the VIR collection

Страна	Число сортов
Австрия	2
Великобритания	13
Германия	21
Греция	13
Испания	8
Италия	1
Латвия	1
Нидерланды	6
Норвегия	4
Польша	17
Португалия	7
Сербия	1
Финляндия	2
Франция	8
Чехия	16
Швейцария	14
Швеция	13
Эстония	3
<b>Всего</b>	<b>150</b>

Реакцию сортов на заражение грибом изучали в фазе проростков (2018, 2019 г.), колошения и цветения растений (2014–2018 гг.). В качестве инокулюма использовали популяцию гриба (Bgt), собранную с восприимчивых растений пшеницы на экспериментальном поле научно-производственной базы «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» (Санкт-Петербург, Пушкин). Популяцию гриба – возбудителя мучнистой росы анализировали с использованием изогенных и тест-линий мягкой пшеницы. Проростки пшеницы оценивали к популяции патогена при искусственном заражении. Зерновки каждого сорта (по 15–20 штук) раскладывали в кюветы на вату, смоченную водой. Выращивание растений и инкубирование на них гриба проводили при 12-часовом освещении и температуре 16°C; 12 часов без света и при температуре 13°C. Семидневные проростки заражали путем стряхивания конидий с сильно пораженных мучнистой росой растений пшеницы. Степень устойчивости оценивали через 8 и 10 дней после заражения по качественной шкале Майнса и Дитца (Mains, Dietz, 1930). Показателями проявления заболевания растений мучнистой росой явились интенсивность спороношения и качественные реакции тканей растений в ответ на внедрение патогена (хлорозы, некрозы). К классу устойчивых (R) относили растения, поражение которых соответствовало – 0, 1 балл, умеренно устойчивых (MR) – 2 балла, умеренно восприимчивых (MS) – 3 и восприимчивых (S) – 4 балла. Реакции растений с баллами 0, 1 и 2 проверяли трехкратно.

Изучение образцов по основным селекционным признакам проведено на опытном поле ВИР (Санкт-Петербург, Пушкин) в 2000–2017 гг. согласно методическим указаниям ВИР (Merezhko, 1999). В опытах использована общепринятая агротехника возделывания яровой мягкой пшеницы. Посев образцов проводили в оптимальные сроки на делянках 1 м<sup>2</sup>. Стандартными сортами были Ленинградская 97 и Ленинградская 6'.

Взрослые растения оценивали дважды – в фазы колошения и цветения. В этот период инфекция в поле образуется обильно и развитие болезни идет интенсивно. Проявление заболевания на естественном фоне фиксировали, используя следующую шкалу (Merezhko, 1999):

9 – устойчивость очень высокая (единичные подушечки гриба на листьях и междоузлиях нижнего яруса; их может быть и больше, но они очень мелкие – в виде слабого налета);

7 – высокая (умеренное количество подушечек на листьях и междоузлиях нижнего яруса);

5 – средняя (подушечки в массе развиваются на нижних листьях и междоузлиях, доходя до верхних ярусов отдельными рассеянными пятнами);

3 – низкая (подушечки в изобилии развиваются на листьях и междоузлиях всех ярусов и даже на колосе);

1 – очень низкая (растения полностью покрыты мучнистой росой).

К классу устойчивых (R) относили растения с оценкой 9 и 7 баллов, умеренно устойчивых (MR) – 5 баллов, умеренно восприимчивых (MS) – 3 балла и восприимчивых (S) – 1 балл.

### Результаты и обсуждение.

Анализ популяции Bgt с использованием тест-линий показал присутствие в ней клонов, вирулентных к генам устойчивости *Pm1a*, *Pm2*, *Pm3a-d*, *Pm4a-b*, *Pm5*, *Pm6*, *Pm7*, *Pm8*, *Pm9*, *Pm16*, *Pm17*, *Pm19* и авирулентных

к *Pm12*. Количество образцов, изученных по устойчивости к мучнистой росе данной популяции, приведено в таблице 2.

В ювенильной фазе зарегистрировали 17 устойчивых сортов (12,7%): 'KWS Collada', 'Granus', 'Vanek' (Германия); 'Aranka', 'Alicia' (Чехия); 'Sparrow', 'KWS Alderon', 'KWS Willow' (Великобритания); 'Arabella', 'Mandaryna' (Польша); 'CH Campala' (Швейцария); 'Sensas' (Франция); 'Pasteur' (Нидерланды); 'Boett', 'Dacke', 'SW Estrad' (Швеция); 'Fram' (Норвегия). Умеренную устойчивость к мучнистой росе (балл 2) показали 25 образцов пшеницы (18,7%). Восприимчивыми (баллы 3 и 4) были 92 сорта (68,7%).

Взрослые растения оценивали в фазах колошения и цветения в поле на естественном фоне заражения мучнистой росой. В этом опыте устойчивые растения (баллы 7 и 9) зарегистрированы у 20,1% образцов, умеренно устойчивые (балл 5) – у 33,8%, умеренно восприимчивые и восприимчивые – у 35,3% и 10,8% соответственно.

Полученные результаты анализа проявления болезни на проростках и взрослых растениях объединены в группы.

*Первая группа* – сорта яровой мягкой пшеницы, устойчивые к мучнистой росе как в ювенильной, так и во взрослой стадиях развития: 'Dacke', 'SW Estrad' (Швеция); 'Sparrow' (Великобритания); 'Aranka' (Чехия).

*Во вторую группу* вошли сорта, устойчивые в проростках и умеренно устойчивые в период «колошение – цветение»: 'Arabella', 'Mandaryna' (Польша); 'Pasteur' (Нидерланды); 'Boett' (Швеция).

*Третья группа* представлена образцами, устойчивыми в проростках и восприимчивыми на поздних фазах развития: 'Sensas' (Франция); 'Granus', 'Vanek' (Германия); 'KWS Alderon' (Великобритания); 'CH Campala' (Швейцария).

*В четвертую группу* входят сорта, восприимчивые к мучнистой росе в проростках и устойчивые во взрослой фазе развития: 'Taifun', 'Thasos', 'Naxos' (Германия); 'Granny', 'Zuzana', 'Septima', 'Tercia' (Чехия); 'Koksa', 'Torka', 'Nawra', 'Bombona' (Польша); 'Sarina', 'Tybalt' (Нидерланды); 'Acheloo', 'Louros' (Греция); 'Josselin' (Франция); 'Togano' (Швейцария).

*Пятая группа* – сорта умеренно восприимчивы или восприимчивы на всех фазах развития.

Некоторые сорта имеют генетические характеристики устойчивости к Bgt.

Устойчивость сортов из Швеции контролируется генами *Pm1*, *Pm2*, *Pm6*, *Pm9* у 'Sunnan', геном *Pm3d* – у сортов 'SW Estrad' и 'Zebra', у сорта 'Lavett' обнаружены доминантные аллели *Pm3b* и *Pm4b* (Hysing et al., 2007). По нашим данным, эти сорта умеренно устойчивы в ювенильной фазе (балл 2) и устойчивы в полевых опытах. Устойчивость сорта 'Baldus' (Нидерланды) контролируют гены *Pm1*, *Pm4b+x*; сорта 'Triso' (Германия) – *Pm1*, *Pm4b*, *Pm5*; 'Manu' (Финляндия) – *Pm4b* (Hysing et al., 2007). Норвежский сорт 'As II' несет ген *Pm1a* (McIntosh et al., 2003). В наших условиях сорта характеризуются как умеренно восприимчивые или восприимчивые в зависимости от фазы развития. Сорт 'Torka' (Польша) предохраняет от заболевания ген *Pm5*. Сорт устойчив в фазе цветения, но восприимчив в проростках.

Большинство генов устойчивости классифицируются как расоспецифические и связаны с реакцией сверхчувствительности растения. Этот тип устойчивости, как

**Таблица 2.** Распределение образцов яровой мягкой пшеницы по степени поражения популяцией Bgt в зависимости от фазы развития**Table 2.** Distribution of spring bread wheat cultivars according to the degrees of Bgt susceptibility depending on their maturity phases

Происхождение	Количество образцов, изученных по устойчивости к мучнистой росе							
	проростки				взрослые растения			
	R	MR	MS	S	R	MR	MS	S
Германия	3	3	3	11	4	7	8	1
Чехия	2	4	9	1	7	6	2	-
Великобритания	3	3	7	1	1	3	7	1
Польша	2	2	6	6	5	5	5	1
Швейцария	1	5	7	1	1	4	9	-
Греция	-	1	4	9	2	3	1	6
Швеция	3	4	1	-	4	6	3	1
Франция	1	2	3	2	1	2	4	1
Испания	-	-	5	3	-	2	2	1
Нидерланды	1	-	3	2	2	2	1	-
Португалия	-	-	1	5	-	1	3	2
Норвегия	1	1	-	-	-	4	-	-
Финляндия	-	-	-	1	1	-	1	-
Латвия	-	-	1	-	-	-	1	-
Австрия	-	-	-	1	-	1	-	1
Италия	-	-	-	-	-	1	1	-
Югославия	-	-	-	-	-	-	1	-
<b>Всего образцов, шт.</b>	<b>17</b>	<b>25</b>	<b>49</b>	<b>43</b>	<b>28</b>	<b>47</b>	<b>49</b>	<b>15</b>
<b>Всего образцов,%</b>	<b>12,7</b>	<b>18,7</b>	<b>36,6</b>	<b>32,1</b>	<b>20,1</b>	<b>33,8</b>	<b>35,3</b>	<b>10,8</b>

правило, контролируется олигогенами. Программы по селекции часто основаны на внедрении в восприимчивые сорта расспецифических генов устойчивости. Но их защита кратковременна, так как преодолевается в результате накопления в популяции клонов с комплементарными генами вирулентности. В европейских странах более 90% клонов в популяции мучнистой росы вирулентны к *Pm1*. К гену *Pm2* вирулентны 80% клонов в Германии, 32% – в Австрии. Обнаружены клоны, поражающие растения с геном *Pm3a-b-g*. Многие яровые и озимые сорта пшеницы в Германии и Швеции были защищены от болезни геном *Pm4b*. В настоящее время частота вирулентности к *Pm4b* – 40–70% (Hsam, Zeller, 2002).

Интенсивные работы по идентификации генов, контролирующей устойчивость к мучнистой росе коммерческих сортов, привели к установлению новых ком-

бинаций наиболее ценных для селекции генов. Например, *Pm2+Pm3d+Pm4b+Pm6* (сорт 'Canon') или *Pm1+Pm2+Pm4b+Pm6* (сорт 'Timmo') (Hysing et al., 2007).

Нами выделена группа сортов, характеризующихся восприимчивостью к Bgt в фазе проростков и устойчивостью на поздних фазах, то есть устойчивостью взрослого растения (APR – Adult Plant Resistance). Такой тип устойчивости отличается продолжительным латентным периодом, уменьшением размера колоний патогена и снижением скорости развития эпифитотии. Генотипы пшеницы, обладающие APR, используются многие годы. К ним относятся сорта 'Knox 62', 'Massey', 'Forno', 'Fukuho-komugi', 'Saar', 'Folke' и другие. В нашем эксперименте такими характеристиками обладает немецкий сорт 'Naxos'. Его родословная: Tordo//st Мироновская 808-Bastion//Minaret (Lu et al., 2012; Lillemo et al., 2012; Ren et al., 2012).

По нашим данным, 'Naxos' поражается в проростках на 4 балла и устойчив в полевом эксперименте. Перспективно создавать сорта мягкой пшеницы, сочетающие специфическую и неспецифическую устойчивость в одном организме. Использование молекулярных маркеров генов делает более достижимым решение такой задачи.

Десять исследованных нами сортов включены в Регистр селекционных достижений Российской Федерации и рекомендованы для возделывания в России, в том числе четыре сорта – в Северо-Западном регионе: 'Licamero' (Франция), 'Sonett' (Швеция), 'Thasos' (Германия), 'Triso' (Германия) (Gossort Russia). Эти сорта характеризуются восприимчивостью к патогену в ювенильной фазе и устойчивостью (баллы 7 и 9) или умеренной устойчивостью (балл 5) в поле. В родословные некоторых из них входят сорта 'Sappo' (Pm2, Pm3d, Pm4b, Pm6), 'Sokrates' (Pm3d), 'Canon' (Pm2, Pm3d, Pm4b), 'Max' (Pm4b), 'Kadet' (Pm4b, Pm6), 'Triso' (Pm1, Pm4b, Pm5).

Анализ популяций гриба многих европейских стран показывает высокую частоту вирулентных клонов к вышеперечисленным генам устойчивости пшеницы к мучнистой росе. Но благоприятные сочетания этих генов, вероятно, могут защищать сорта в полевых условиях (Hysing et al., 2007; McIntosh et al., 2003).

Исследованные нами европейские сорта яровой мягкой пшеницы были изучены по основным ценным для селекции признакам на опытном поле ВИР (Санкт-Петербург, Пушкин). Скороспелыми были образцы из Австрии, Норвегии, Сербии, Финляндии и Франции. Позднеспелостью характеризовались сорта из Великобритании. Высокорослыми были образцы из Австрии, Латвии, Финляндии. Короткостебельностью отличались сорта из Греции, Испании, Нидерландов, Португалии, Сербии, Франции и Чехии. Мелким зерном отличались образцы из Латвии. Очень низкую урожайность имели сорта Греции (табл. 3).

**Таблица 3. Результаты полевого изучения европейских сортов яровой мягкой пшеницы**  
(Санкт-Петербург, Пушкин, 2000–2017 гг.)

**Table 3. Field study results for European spring bread wheat cultivars** (Pushkin, St. Petersburg, 2000–2017)

Происхождение	Вегетационный период	Высота растений	Масса 1000 зерен	Масса зерна с 1 м <sup>2</sup>
Австрия	короткий	высокая	средняя	низкая
Великобритания	длинный	средняя	средняя	средняя
Германия	средний	средняя	средняя	средняя
Греция	средний	короткая	низкая	очень низкая
Испания	средний	короткая	средняя	средняя
Латвия	средний	высокая	очень низкая	средняя
Нидерланды	средний	короткая	средняя	средняя
Норвегия	короткий	средняя	низкая	средняя
Польша	средний	средняя	средняя	низкая
Португалия	средний	короткая	средняя	низкая
Сербия	короткий	короткая	средняя	низкая
Финляндия	короткий	высокая	низкая	средняя
Франция	короткий	короткая	средняя	средняя
Чехия	средний	короткая	средняя	средняя
Швейцария	средний	средняя	средняя	низкая
Швеция	средний	средняя	средняя	средняя

Ниже приводим краткие характеристики выделенных по устойчивости к мучнистой росе сортов яровой мягкой пшеницы (табл. 4).

Образцы из *первой группы* (проростки – R, полевая оценка – R) характеризовались среднеспелостью, зерном средней крупности и урожайностью на уровне стандартных сортов. Короткостебельностью отличались

сорта 'Aranka' (Чехия) и 'Sparrow' (Великобритания).

Во *второй группе* (проростки – R, полевая оценка – MR) все образцы были скороспелыми, с зерном средней крупности. Сорт 'Pasteur' (Нидерланды) характеризовался короткостебельностью. По урожайности выделен шведский сорт 'Voett'.

**Таблица 4. Характеристики выделенных по устойчивости к мучнистой росе европейских сортов яровой мягкой пшеницы (Санкт-Петербург, Пушкин, 2000–2017 гг.)**

**Table 4. Basic breeding characteristics of the European spring bread wheat cultivars with resistance to powdery mildew (Pushkin, St. Petersburg, 2000–2017)**

Номер по каталогу ВИР	Название сорта	Года изучения	Период «всходы – колошение»		Высота растения		Масса 1000 зерен		Масса с 1 м <sup>2</sup>		Группа выделенных по устойчивости сортов
			дни $\bar{x} \pm S_x$	балл	см $\bar{x} \pm S_x$	балл	г $\bar{x} \pm S_x$	балл	г $\bar{x} \pm S_x$	балл	
63469	Thasos	2000, 2001, 2012	47,0±7,81	5	82,0±10,58	5	28,5±2,12	5	217,3±13,01	5	4
63479	Dacke	2000, 2012, 2013	44,7±8,62	5	95,7±11,59	5	29,5±2,13	5	202,3±62,85	5	1
64277	Aranka	2003-2005	48,0±2,64	3	75,0±5,00	7	36,9±3,71	5	258,3±25,02	5	1
64435	SW Estrad	2004, 2005	50,0±1,41	3	100,0±0,00	5	33,2±1,13	5	267,5±102,53	5	1
64480	Torka	2004-2008	48,4±3,13	3	106,0±5,47	5	39,4±3,07	7	262,5±311,24	5	4
65254	Bombona	2010, 2011	44,0±1,41	5	90,0±0,00	5			169,0±117,37	3	4
65262	Naxos	2012, 2013	36,0±1,41	7	85,0±14,14	5	35,8±0,35	5	115,0±7,07	1	4
65576	Zuzana	2012-2014	42,3±6,11	5	72,3±4,04	7	30,1±6,54	5	215,5±92,85	5	4
65578	Septima	2012, 2013	39,5±2,12	5	70,0±0,00	7	32,5±4,17	5	400,5±218,49	7	4
65579	Tercie	2012, 2013	39,5±2,12	5	67,5±3,53	7	32,0±0,35	5	324,0±161,22	7	4
66090	Sparrow	2014-2016	51,2±4,38	3	71,6±4,72	7	38,8±3,78	7	169,0±79,5	3	1
66093	Pasteur	2014-2017	46,2±1,72	5	81,7±5,16	5	40,8±4,99	7	248,8±44,75	5	2
62935	Ленинградская 97 (st1)	2000-2017	43,8±4,22	5	105,7±10,13	5	31,0±3,19	5	211,9±85,36	5	
64900	Ленинградская 6 (st2)	2009-2017	41,9±3,50	5	99,9±5,92	5	32,5±3,51	5	237,0±84,67	5	

Примечание: период «всходы – колошение», балл (7 – короткий, 5 – средний, 3 – длинный); высота растения, балл (5 – средняя, 7 – короткая); масса 1000 зерен, балл (5 – средняя, 7 – высокая); масса с 1 м<sup>2</sup>, балл (1 – очень низкая, 3 – низкая, 5 – средняя, 7 – высокая)

Note: period from seedlings to heading, pts (7 – short, 5 – medium, 3 – long); plant height, pts (5 – medium, 7 – high); 1000 grain weight, pts (5 – medium, 7 – high); weight per 1 m<sup>2</sup>, pts (1 – very low, 3 – low, 5 – medium, 7 – high)

Третья группа (проростки – R, полевая оценка – S) образцов была короткостебельной. По скороспелости выделены сорт 'CH Samrala' (Швейцария). Сорт 'KWS Alderon' (Великобритания) имел крупное зерно. Урожайность образцов была низкая, только французский сорт 'Sensas' по этому показателю приблизился к стандартам.

В четвертой группе сортов (проростки – S, полевая оценка – R) по скороспелости выделены: 'Naxos' и 'Thasos' (Германия), 'Togano' (Швейцария). Короткостебельностью характеризовались: 'Nawra' (Польша), 'Tybalt' (Нидерланды), чешские сорта 'Septima', 'Tercie' и 'Zuzana'. Сорта 'Granny' (Чехия), 'Nawra' и 'Torka' (Польша), 'Tybalt' (Нидерланды) были крупнозерными. Урожайными были сорта 'Septima' (Чехия), 'Taifun' и 'Thasos' (Германия).

Таким образом, сорта, устойчивые к мучнистой росе на разных фазах развития и имеющие высокие значения отдельных ценных для селекции признаков, целесообразно использовать в качестве исходного материала для селекции на иммунитет в условиях Северо-Запада РФ.

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по проекту № 0662-2019-0006 «Поиск, поддержание жизнеспособности и раскрытие потенциала наследственной изменчивости мировой коллекции зерновых и крупяных культур ВИР для развития оптимизированного генбанка и рационального использования в селекции и растениеводстве».

## References/Литература

- EU Plant Variety Database (v.3.2). Available from: [http://ec.europa.eu/food/plant/plant\\_propagation\\_material/plant\\_variety\\_catalogues\\_databases/search/public/index.cfm?event=SearchForm&ctl\\_type=A](http://ec.europa.eu/food/plant/plant_propagation_material/plant_variety_catalogues_databases/search/public/index.cfm?event=SearchForm&ctl_type=A) [accessed May 13, 2019].
- Gossort Russia (Gossortkomissiya RF). [in Russian] (ФГБУ «Госсорткомиссия»). URL: <http://gossortrf.ru> [дата обращения 13.05.2019].
- Hsam S.L.K., Zeller F.J. Breeding for powdery mildew resistance in common wheat (*Triticum aestivum* L.). In: Belanger R.R., Dik A.J., Bushnell W.R., Carver T.L.W. (eds). *The powdery mildews: a comprehensive treatise*. St. Paul, Minn.: PUBD APS Press; 2002. p.219-238.
- Hysing S.C., Merker A., Liljeroth E., Koebner R.M.D., Zeller F.J., Hsam S.L.K. Powdery mildew resistance in 155 Nordic bread wheat cultivars and landraces *Hereditas*. 2007;144(3):102-119. DOI: 10.1111/j.2007.0018-0661.01991.x

- Lillemo M., Bjørnstad Å., Skinnes H. Molecular mapping of partial resistance to powdery mildew in winter wheat cultivar Folke. *Euphytica*. 2012;185(1):47-59. DOI: 10.1007/s10681-011-0620-x
- Lu Q., Bjørnstad Å., Ren Y., Asad M.A., Xia X., Chen X., Ji F., Shi J., Lillemo M. Partial resistance to powdery mildew in German spring wheat 'Naxos' is based on multiple genes with stable effects in diverse environments. *Theor. Appl. Genet.* 2012;125(2):297-309. DOI: 10.1007/s00122-012-1834-6
- McIntosh R.A., Yamazaki Y., Devos K.M., Dubcovsky J., Rogers W.J., Appels R. Catalogue of gene symbols for wheat. In: Pogna N.E., Romano M., Pogna E.A., Galterio G. (eds). *Proc. 10 Intern. Wheat Genet. Symp. Vol. 4*. Paestum, Italy; 2003.
- Mains E.B., Dietz S.M. Physiologic forms of barley mildew *Erysiphe graminis* DC. *Phytopath.* 1930;20(3):229-239.
- Merezhko A.F. (ed.). Replenishment, preservation *in vivo* and study of the world collection of wheat, Aegilops and triticale: Methodological guidelines (Popolneniye, sokhraneniye v zhivom vide i izucheniye mirovoy kollektzii pshenitsy, egilopsa i tritikale: Metodicheskiye ukazaniya). St. Petersburg: VIR; 1999. [in Russian] (Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале: Методические указания / под ред. А.Ф. Мережко. Санкт-Петербург: ВИР; 1999).
- Mwale V.M., Chilembwe E.H.C., Uluko H.C. Wheat powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*): Damage effects and genetic resistance developed in wheat (*Triticum aestivum*). *Int. Res. J. Plant Sci.* 2014;5(1):1-16. DOI: 10.14303/irjps.2013.068
- Ren Y., He Z., Li J., Lillemo M., Wu L., Bai B., Lu Q., Zhu H., Zhou G., Du J., Lu Q., Xia X. QTL mapping of adult-plant resistance to stripe rust in a population derived from common wheat cultivars Naxos and Shanghai 3/Catbird. *Theor. Appl. Genet.* 2012;125(6):1211-1221. DOI: 10.1007/s00122-012-1907-6
- Tyryshkin L.G., Zuev E.V., Lebedeva T.V. Characteristics of spring bread wheat cultivars from VIR collection new entries for diseases resistance and other agronomically valuable traits. *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2016;(43):64-67. [in Russian] (Тырышкин Л.Г., Зуев Е.В., Лебедева Т.В. Характеристика сортов яровой мягкой пшеницы из новейших поступлений коллекции ВИР по устойчивости к болезням и другим хозяйственно ценным признакам. *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2016;(43):64-67).

## Прозрачность финансовой деятельности/The transparency of financial activities

Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

The authors declare the absence of any financial interest in the materials or methods presented.

## Для цитирования/How to cite this article

Лебедева Т.В., Зуев Е.В., Брыкова А.Н. Перспективность использования современных европейских сортов яровой мягкой пшеницы для селекции на устойчивость к мучнистой росе в Северо-Западном регионе РФ. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019;180(4):170-176. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-170-176

Lebedeva T.V., Zuev E.V., Brykova A.N. Prospects of employing modern european cultivars of spring bread wheat in the breeding for powdery mildew resistance in the Northwestern region of Russia. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2019;180(4):170-176. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-170-176

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы/The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work

## Дополнительная информация/Additional information

Полные данные этой статьи доступны/Extended data is available for this paper at <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-4-170-176>

Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы/The journal's opinion is neutral to the presented materials, the authors, and their employer

Все авторы одобрили рукопись/All authors approved the manuscript

Конфликт интересов отсутствует/No conflict of interest