

УДК 633.11:581.573.4(470.41)

**Н.З. Василова**, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией;  
**Д.Ф. Асхадуллин**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный  
сотрудник;

**Д.Ф. Асхадуллин**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный  
сотрудник;

**Э.З. Багавиева**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный  
сотрудник;

**М.Р. Тазутдинова**, научный сотрудник;

**И.И. Хусаинова**, младший научный сотрудник;

**Г.Р. Насихова**, младший научный сотрудник;

ФБГНУ «Татарский НИИ сельского хозяйства»,

(420059, г. Казань, Оренбургский тракт 48, тел.: (843)277-81-17;

tatnii-rape@mail.ru)

## ПОЛЕВАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ К *ERYSIPIHE (BLUMERIA) GRAMINIS* В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМСКОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Вредоносность мучнистой росы пшеницы в Республике Татарстан достаточно высока, расовый состав возбудителя пространственно и во времени не однороден, поэтому особенно важен поиск высокоэффективных источников устойчивости, в нашем случае в пределах яровой мягкой пшеницы. Изучение и оценка коллекционных номеров яровой мягкой пшеницы к *Blumeria graminis* в течение ряда лет дает представление об изменчивости популяции мучнистой росы и позволяет выделить образцы, высоко устойчивые к инфекции на стадии взрослого растения. Исследована устойчивость к *Blumeria graminis* 697 образцов яровой мягкой пшеницы в фазе взрослого растения. Показано, что на ранее эффективные гены устойчивости к мучнистой росе *Pm* - 3d,4b,8,12,38, *Ku*, *Sp*, *Ch* 2, *Ag* появляются вирулентные патотипы патогена, причем экспрессия одного и того же гена в разных сортах различна. Выявлены образцы с высокой устойчивостью к инфекции в течение ряда лет: К-62510 (Суб, Англия), К-64390 (Виза, Беларусь), К-65443 (Василиса, Беларусь), К-65445 (Kampanin, Германия), К-65446 (LP-588-1-06, Германия), К-64897 (Tybalt, Нидерланды). Гибридологический анализ иммунного сорта Tybalt выявил олигенную доминантную устойчивость.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, *Erysiphe (Blumeria) graminis*, вирулентность, полевая устойчивость.

**N.Z. Vasilova**, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory;

**D.F. Askhadullin**, Candidate of Agricultural Sciences, senior research associate;

**E.Z. Bagavieva**, Candidate of Agricultural Sciences, senior research associate;

**M.R. Tazutdinova**, research associate;

**I.I. Khusainova**, junior research associate;

**G.R. Nasikhova**, junior research associate,

*FSBSI 'Tatarsky RI of Agriculture'*

*(420059, Kazan, Orenburgsky trakt 48, tel.: (843)277-81-17; tatnii-rape@mail.ru)*

## **FIELD RESISTANCE OF SPRING SOFT WHEAT SAMPLES TO *ERYSIPHE (BLUMERIA) GRAMINIS* IN THE CONDITIONS OF PREKAMSKY AREA OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

The harmfulness of powdery mildew for wheat in the Republic of Tatarstan is very high, the racial composition of the pathogen varies due to the territory and time, so it's necessary to find highly efficient sources of resistance and tolerance in the varieties of spring soft wheat. The long-term study and assessment of tolerance of spring soft wheat samples to *Blumeria graminis* shows the changeable nature of powdery mildew and gives an opportunity to determine the samples with high resistance to the disease in the phase of a grown plant. 697 samples of spring soft wheat have been studied on resistance to *Blumeria graminis* in the phase of a grown plant. It has been shown that some virulent pathogens appear on the former efficient genes of tolerance to powdery mildew Pm - 3d,4b,8,12,38,Ku, Sp, Ch 2, Ag, and the expression of the same gene differs from variety to variety. During some years there have been found such samples with high tolerance to disease as 'K-62510' (Cub, England), 'K-64390' (Viza, Byelorussia), 'K-65443' (Vasilisa, Byelorussia), 'K-65445' (Kampanin, Germany), 'K-65446' (LP-588-1-06, Germany), 'K-64897' (Tybalt, Netherland). The hybridological analysis of the immune variety 'Tybalt' showed oligogenic dominant resistance.

**Keywords:** *spring wheat, Erysiphe (Blumeria) graminis, virulence, field resistance (tolerance).*

**Введение.** Мучнистая роса пшеницы является одним из наиболее распространенных и вредоносных заболеваний. Болезнь поражает наземные органы — листья, листовые влагалища, стебли, а в годы сильного развития болезни — колосковые чешуи.

Потери урожая восприимчивых сортов пшеницы в Поволжье при эпифитотийном развитии болезни могут достигать 22%[1] - 24%[2]. Эпифитотии мучнистой росы наблюдаются 4-5 раз за 10 лет [3].

Поражение мучнистой росой на посевах в Республике Татарстан наблюдается ежегодно, к тому же Среднее Поволжье – один из самых эпифитотийно опасных районов [4].

Возбудитель мучнистой росы пшеницы узко специализированный гриб *Erysiphe (Blumeria) graminis* DC. f.sp *tritici* Marchal. Конидии гриба могут прорасти в диапазоне температур от 0 до 30 °С и при колебаниях относительной влажности воздуха от 10 до

100%. Хотя интенсивное прорастание конидий и развитие гриба происходят при температурах, близких к оптимальным для растения – хозяина, 15-18<sup>0</sup>С и при относительной влажности воздуха 96-99% [5].

В стратегии, и в конечном итоге, в успехе селекции на устойчивость к грибным болезням, важная роль должна быть отведена анализу генофонда (в идеале с известной генетикой) с целью определения динамики появления вирулентных рас, выявления источников иммунитета.

Согласно концепции Генри Флора [6] каждому гену устойчивости соответствует ген вирулентности патогена. Для *Blumeria graminis* это соответствие было показано Паурсом и Сандо в 1957 году [7].

В каталоге генных символов на текущий год находится 56 Rm генов, ответственных за устойчивость к мучнистой росе, включая временный M1W172, для шести генов зафиксированы аллеломорфы [8]. Большинство Rm генов привнесено в яровую мягкую пшеницу из родственных видов и родов, при этом часть из них уже не имеет селекционной ценности, но широко используется при пирамидировании [9].

Расовый состав возбудителя мучнистой росы пространственно не однороден. Иммунитет сортов даже в условиях одного региона может определяться противоположно различным набором Rm генов.

При подборе исходного материала для селекции на иммунитет к мучнистой росе селекционер достаточно часто опирается на коллекцию, так как она может служить источником эффективных генов устойчивости. Также коллекционный питомник является хорошим тестовым участком для анализа и мониторинга мучнистой росы, так как представлен разнообразными сортами и линиями, располагается на достаточном по площади участке, на нем не проводятся защитные мероприятия.

**Материалы и методы.** Посев образцов яровой мягкой пшеницы проводили на полях селекционного севооборота Татарского НИИСХ, расположенного в Предкамской зоне Республики Татарстан. Объектом исследования служили образцы коллекции ВИР и других научных учреждений. Посев проводили селекционными сеялками в двухкратной повторности с площадью делянок 1 м<sup>2</sup>. Через каждые 20 номеров располагали блоки сильно восприимчивых к мучнистой росе сортов (сорта «провокаторы»).

Оценку степени устойчивости образцов к *Blumeria graminis* проводили по рекомендации Санина С.С. и др. [10].

Гибридологический анализ провели на основании методических рекомендаций Радченко Е.Е., Одинцовой И.Г. [11]

**Результаты.** В популяции мучнистой росы интенсивно идут формообразовательные

процессы, которые приводят к утрате устойчивости образцов яровой пшеницы к болезни. Вирулентность рас мучнистой росы только увеличивается, к 2016 году в коллекционном питомнике стали восприимчивыми к инфекции абсолютно устойчивые образцы (табл. 1), лишь у 1 коллекционного образца инфекция отсутствовала – К-64897 (Tybalt, Нидерланды). Неоднороден и расовый состав возбудителя по годам. При такой изменчивости популяций особенно важен поиск высокоэффективных источников устойчивости.

#### 1. Устойчивость к *Blumeria graminis* коллекционных образцов

Образец	Устойчивость в период колошения, балл				
	2012	2013	2014	2015	2016
Казахстанская раннеспелая (восприимчивый стандарт)	5	5	2	3	4
Tybalt	9	9	9	9	9
Цитра	9	9	8	7	7
Renaico INIA	9	9	6	4	6
Zebra	9	9	7	7	8
Kadett	9	9	5	6	7
Августина	9	9	6	7	8
Triso	9	7	4	7	7

Наблюдая за образцами с идентифицированными генами устойчивости и их аллероморфами, а также с образцами, имеющими временные символы, можно предположить, что на ранее эффективные гены Pm 3d,4b,8,12,38, Ku, Sp, Ch 2, Ag [9,12,13] появляются вирулентные патотипы патогенна. Образцы, несущие один или комбинацию перечисленных генов, становятся восприимчивыми к мучнистой росе в большей или меньшей степени, причем экспрессия одного и того же гена в разных сортах различна (табл. 2).

#### 2. Устойчивость образцов яровой мягкой пшеницы с идентифицированными генами устойчивости к *Blumeria graminis* (фаза колошения)

№ п/п	Образец	Ген	Устойчивость, балл (макс. 9)	Год макс. поражения
1	Attis	Pm 1+2+4b+9	6	2011
2	К-58/01-2	Pm 1+2+4a+6	5	2012
3	Triso	Pm 1+4b+5	4	2014
4	Mephisto	Pm 1a+2+9	6	2012
5	Sappo	Pm 2+4b	6	2009
6	Йолдыз	Pm 2+4a	5	2013
7	Экада 109	Pm 2+4a	6	2016
8	Казанская Юбилейная	Pm 2+4a+8+38	5	2013
9	Kleiber	Pm 3d	5	2009
10	Jasna	Pm 3d	7	2011

12	Kolibri	Pm 3d	5	2009
13	Рассвет	Pm 3d+ Pm 4b	7	2009
14	SW Vinjett	Pm4+Pm6+u? [12]	7	2009
15	Экада 66	Pm 4a	6	2016
16	Иделле	Pm 4a+8	5	2013
17	Сольвейг	Pm 4b +6	5	2009
18	Sicco	Pm 5a+5b	5	2009
19	Омская 37	Pm8	3	2011
20	485ae5	Pm12	5	2009
21	Wembley Derivative	Pm12	7	2009
22	Грекум V-505	PmCh2	5	2009
23	Лютесценс 13	Pm Ku [12], Pm1d? [13]	6	2009
24	Лютесценс 393ae9-1	PmSp	7	2009
25	Тулайковская золотистая	PmAg	6	2016

Скрининг коллекции образцов яровой мягкой пшеницы указывает на относительно достаточное количество устойчивых сортов для использования в селекции на иммунитет к мучнистой росе (таб. 3).

### 3. Образцы с высокой и очень высокой устойчивостью к местной популяции мучнистой росы (2016г.)

№ кат. ВИР	Коллекционный образец	Происхождение	Устойчивость, в период колошения, балл	Вероятный ген
62510	Sub	Англия, Кембридж	8	Pm4b +?
64390	Виза	Беларусь	8	Pm3f
65443	Василиса	Беларусь	8	-
65445	Kampanin	Германия	8	-
65446	LP-588-1-06	Германия	8	-
64897	Tybalt	Нидерланды, Лимбург	9	-

В схемы скрещиваний по устойчивости к *Blumeria graminis* сорт Tybalt включается с момента поступления в основную коллекцию (2010г). Линии селекционных питомников, в родословной которых на заключительном этапе гибридизации был образец Tybalt, имели в эпифитотийном 2015 году балл устойчивости 7-9, что весьма неплохо. С целью изучения генетики устойчивости сорта Tybalt в 2016 году провели небольшой гибридологический анализ. На первом этапе надо было определить количество и состояние генов устойчивости. При скрещивании образца К-64897 (Tybalt) с сильно восприимчивыми номерами К-33748 и К-33750(tr. sphaerococcum) в F<sub>1</sub> гибриды восприимчивы, но в значительно меньшей степени чем К-33748 и к-33750, т.е. наблюдается промежуточное наследование иммунитета к возбудителю в сторону устойчивого родителя.

Анализ расщепления гибридов во втором поколении провели на гибридах Tybalt с сильно восприимчивыми линиями К-405/09-11 и К-11/08-3, при этом происходит расщепление на фенотипические группы – устойчивые и слабовосприимчивые (R) и не устойчивые (S) (3 R:1 S). Итог, в комбинации скрещивания с константными сильно восприимчивыми линиями К-405/09-11 и К-11/08-3 прослеживается моногенная доминантная природа устойчивости (таб. 4).

4. Расщепление F<sub>2</sub> гибридов по устойчивости к мучнистой росе в фазу колошения

комбинация	Расщепление по фенотипу R : S		$\chi^2$
	фактическое	ожидаемое	
К-111/08-3 / Tybalt	195:69	3:1	0,18
К-405/09-11 / Tybalt	201:51	3:1	3,04

**Выводы.**

Изучение и оценка коллекционных номеров яровой мягкой пшеницы к *Blumeria graminis* в течение ряда лет дают представление об изменчивости популяции мучнистой росы и позволяют выделить образцы высоко устойчивые к инфекции на стадии взрослого растения.

В нашем популяционном ареале возбудителя болезни выявлена олигенная устойчивость сорта Tybalt. Полного отражения генетики устойчивости сорта Tybalt в открытой литературе не обнаружено, поэтому дальнейшее изучение откроет пробелы в его иммунности в течение ряда лет.

**Литература**

1. Александров, А.Е. Источники устойчивости яровой мягкой пшеницы к мучнистой росе в Нижнем Поволжье: Автореферат диссертации кандидата с.-х. наук. – Саратов, 2000. – 15 с.
2. Шевченко, С.Н. Создание устойчивого к мучнистой росе селекционного материала яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Поволжья: Автореферат диссертации кандидата с.-х. наук.– СПб., 1993. – 17 с.
3. Левитин, М.М. Грибные болезни зерновых культур / М.М, Левитин, С.Л. Тютюрев // Защита и карантин растений. –2003. –№ 11.– 2003. – С. 47
4. Санин, С.С. Контроль болезней сельскохозяйственных растений – важнейший фактор интенсификации растениеводства / С.С. Санин // Вестник защиты растений. – 2010. –№ 1. – С. 3-14

5. Кривченко, В.И. Мучнистая роса злаков / В.И. Кривченко, Т.В. Лебедева, Х.О. Пеуша // Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам: Методическое пособие.– М., 2008.– С. 86-105
6. Flor, H.H. The complementary genic system in flax and flax rust / H.H. Flor // Adv. Genet., 1956. Vol. 8. P. 29-54.
7. Powers, H.R. Genetics of host-parasite relationship in powdery mildew of wheat / H.R. Powers, W.J. Sandow // Phytopathology, 1957. Vol. 47. № 7 P. 450-453.
8. <http://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes>
9. Shu-Chin Hysing. Genetic Resources for Disease Resistance Breeding in Wheat. Characterization and Utilization // Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, 2007, 179 p.
10. Санин, С.С. Фитосанитарная экспертиза зерновых культур/ С.С. Санин, В.И. Черкашин, Л.Н. Назарова и др.// Рекомендации. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. – 140 с.
11. Радченко, Е.Е. Идентификация генов устойчивости зерновых культур к вредным организмам / Е.Е. Радченко, И.Г. Одинцова // Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам: Методическое пособие. – М., 2008. – С 306-331.
12. Лебедева, Т. В. Фитопатологический и генетический анализ устойчивости к мучнистой росе образцов *triticum estivum* L. В *triticum persicum* Vav. из коллекции ВИР / Т.В. Лебедева // Труды по прикладной ботанике генетике и селекции.– СПб.: ВИР, 2011.– Т. 168. С 89-94.
13. Вьюшков, А.А. Селекционно-генетическое улучшение яровой пшеницы / А.А. Вьюшков, П.Н. Мальчиков, В.В. Сюков, С.Н. Шевченко. – Самара, 2012. –266с.

#### **Literature**

1. Aleksandrov, A.E. The sources of spring soft wheat resistance to powdery mildew in Nizhnee Povolzhie: synopsis of Cand.of Agr.Sc.. – Saratov, 2000. – 15 p.
2. Shevchenko, S.N. Development of the spring soft wheat material tolerant to powdery mildew in the conditions of Middle Povolzhie: synopsis of Cand.of Agr.Sc.. StP., 1993. – 17 p.
3. Levitin, M.M. Fungus diseases of grain crops / M.M. Levitin, S.L. Tyuterev // App. Protection and quarantine of plants. –2003.– № 11.– 47 p.
4. Sanin, S.S. The control of plant diseases as the most important factor of plant-growing intensification / S.S. Sanin // Vestnik of plant protection. –2010. – № 1. – PP. 3-14
5. Krivchenko, V.I. Powdery mildew of cereals / V.I. Krivchenko, T.V. Lebedeva, Kh.O. Peusha // The study of genetic resources of grain crops on tolerance to harmful organisms.

Methodical book. – M., 2008. – PP. 86-105.

6. Flor, H.H. The complementary genic system in flax and flax rust / H.H. Flor // *Adv. Genet.*, 1956. Vol. 8. P. 29-54.

7. Powers, H.R. Genetics of host-parasite relationship in powdery mildew of wheat / H.R. Powers, W.J. Sandow // *Phytopathology*, 1957. Vol. 47. № 7.– P. 450-453.

8. <http://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes>

9. Shu-Chin Hysing. Genetic Resources for Disease Resistance Breeding in Wheat. Characterization and Utilization // Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, 2007, 179 p.

10. Sanin, S.S. Phyto sanitary expertise of grain crops / S.S. Sanin, V.I. Cherkashin, L.N. Nazarova, et al.// *Recommendations*. – M.: FSSI “Rosinformagrotech”, 2002. –140 p.

11. Radchenko, E.E. Identification of resistant genes of grain crops to harmful organisms / E.E. Radchenko, I.G. Odintsova // *The study of genetic resources of grain crops on tolerance to harmful organisms: Methodical book*.– M., 2008.– PP. 306-331.

12. Lebedeva, T.V. Phyto pathological and genetic analysis of tolerance to powdery mildew of the samples *triticum estivum* L. *B triticum persicum* Vav. From the collection ARIP / T.V. Lebedeva // *Works on applied botany in genetics and breeding*.– StP.: ARIP, 2011. –V. 168.– PP. 89-94.

13. Viyushkov, A.A. Breeding-genetic improvement of spring wheat / A.A. Viyushkov, P.N. Malchikov, V.V. Syukov, S.N. Shevchenko.– Samara 2012. – 266p.