
ОЦЕНКА СОРТООБРАЗЦОВ ПШЕНИЦЫ ИЗ НАЦИОНАЛЬНОЙ АМЕРИКАНСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР (NSGC) НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ В УСЛОВИЯХ ИНФЕКЦИОННОГО ПИТОМНИКА ВНИИ ФИТОПАТОЛОГИИ

А.А. Щербик

Отдел микологии и иммунитета

Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии
пос. Большие Вяземы, Одинцовский р-н, Московская обл., Россия, 143050

В результате проведенных исследований получены данные об устойчивости мягкой пшеницы (*Triticum aestivum*) и твердой пшеницы (*Triticum durum*) различного происхождения к одной из наиболее опасных болезней этих культур — бурой ржавчине (*Puccinia triticina* Erikss.). В статье предоставлены сорта как с расоспецифической и возрастной устойчивостью, так и с замедленным развитием, которые в последнее время считаются более перспективными. Исследования по отбору доноров и источников устойчивости проведены с использованием международных методик.

Ключевые слова: мягкая пшеница, твердая пшеница, сорт, устойчивость, бурая ржавчина.

Пшеница является основной продовольственной культурой России. В общем объеме производства зерна на ее долю приходится более 40%. Важнейшим условием получения высоких и стабильных урожаев является защита от болезней. Среди большого числа вредоносных грибных болезней пшеницы доминирующее положение в настоящее время занимает бурая ржавчина: на долю бурой ржавчины в РФ приходится от 20—25% от общего количества заболеваний. Также велика доля потерь от бурой ржавчины и в мире. Возбудитель бурой ржавчины пшеницы *Puccinia recondita* Roberge ex Desmazieres f. sp. *tritici* [(Erikss.) CO. Johnson] (= *Puccinia triticina* Erikss.) адаптирован к разнообразным климатическим условиям, вследствие чего это заболевание встречается ежегодно во всех регионах культивирования пшеницы. Несмотря на успехи в создании устойчивых к болезни коммерческих сортов в США, потери составили от 1,6% до 4,8% в период с 1992 по 1998 г. В некоторых штатах потери были выше; в Калифорнии в 1996 г. они достигли 12%, в Оклахоме в 1997 г. — 10% [13].

В РФ бурая ржавчина пшеницы наносит существенный урон производству зерна, особенно в районах Поволжья, Центрально-Черноземной зоне, где она развивается практически ежегодно, нередко достигая уровня эпифитотии. Наиболее часто эпифитотии наблюдаются на посевах озимой и яровой пшеницы в Поволжском регионе (4 раза за последние 10 лет), в Центральном, Волго-Вятском и Уральском регионах (3 раза), в Центрально-Черноземном и Северо-Кавказском (2 раза) [8].

Использование генетически обусловленной устойчивости является наиболее экономичным и потому наиболее предпочтительным методом снижения потерь урожая. В мире существуют различные селекционные программы по созданию сортов пшеницы, длительно сохраняющих устойчивость к ржавчине, основанные на использовании генов различных типов устойчивости.

В селекции пшеницы используют устойчивость к бурой ржавчине как качественного, так и количественного проявления (т.е. частичную устойчивость, или, иначе, устойчивость замедленного развития — *slow-rusting*). Наиболее эффективным методом борьбы с бурой ржавчиной является селекция сортов пшеницы с длительной устойчивостью.

По мнению М. Smale и соавторов [16], в развивающихся странах, где сортоотмена протекает медленно из-за трудностей в создании новых сортов, приобретении сортов извне и несовершенного рынка семян, или там, где давление болезни слишком велико и расходы на защиту от нее чересчур высоки, наиболее приемлемо культивирование сортов с частичной длительно сохраняющейся устойчивостью. Развитые страны, не имеющие подобных проблем, могут позволить себе использовать также и сорта со специфической устойчивостью, значительно более эффективной в сохранении урожая. Так, выращивание сортов пшеницы, защищенных геном Lr19, в Мексике сохраняло до 50% урожая; с геном Lr34 в сочетании с другими генами — до 48%, тогда как использование неспецифической устойчивости сохраняло до 30% урожая [16]. В настоящее время в России достаточно эффективен ген Lr9.

В 2007—2008 гг. на территории инфекционного питомника и в камерах искусственного климата ВНИИ фитопатологии была проанализирована мировая коллекция пшеницы NSGC в целях создания генбанка доноров и источников устойчивости пшеницы к возбудителю бурой ржавчины.

Оценку устойчивости сортообразцов яровой мягкой пшеницы проводили в условиях инфекционного питомника ВНИИФ на фоне искусственного заражения растений.

Коллекция яровой мягкой и твердой пшеницы включала сорта из стран Старого и Нового Света. В коллекции были представлены 319 сортов яровой пшеницы из следующих стран: США (78 образцов), Канада (17), Мексика (106), Аргентина (39), Индия (25), Бразилия (47), Уругвай (1), Сербия (6); 309 сортов яровой твердой пшеницы из следующих стран: Канада (5 образцов), Мексика (150), США (154).

Все образцы в полевых условиях изучали на фоне искусственного заражения московской популяцией патогена, содержащей гены вирулентности: рр 1, 2а, 2b, 2с, 3а, 3ка, 3bg, 10, 11, 14а, 14в, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 26, 27+31, 28, 30, 32, 36. В фазе трубкования (18 июня) образцы пшеницы были инокулированы смесью спор с тальком в отношении 1:100. Нагрузка спор составляла 15 мг на 1 м² посева. В качестве стандарта по восприимчивости использовали яровой сорт Хакасская, который являлся накопителем. Сорт Хакасская был посеян через каждые 10 рядков.

Интенсивность поражения растений определяли по модифицированной шкале Кобба, совмещающей количественные (%) и качественные показатели (тип реакции).

Кроме того, в условиях теплицы ВНИИФ была проведена оценка устойчивости этих же образцов в фазе всходов. 5-дневные всходы были инокулированы смесью патотипов московской популяции гриба. Тип реакции растений определяли на 12-е сутки.

На основании полученных данных по оценке сортов пшеницы из коллекции в период вегетации в условиях иммунологического питомника ВНИИФ и в ювенильной стадии в условиях теплицы образцы мягкой и твердой пшеницы были условно подразделены по типу устойчивости на четыре основные группы (табл. 1, 2, рис.).

Таблица 1

Сорта яровой мягкой пшеницы, проявившие устойчивость к бурой ржавчине в иммунологическом питомнике ВНИИФ

Сорт	Страна
BUCK 202/52; KLEIN SENDERO	Аргентина
RIO NEGRO; Lanceiro; COLOTANA 262/51; COLOTANA 1083/50; COLOTANA 1085/50; COLOTANA 1742/51; COLOTANA 2179/50; GARAZINHO; 16-52-17; PF 83322; PF 83491; COLOTANA 266/51; 6898-61	Бразилия
E 6016	Индия
II-18889-4M-1Y-4M-2Y-3C; D 14540-16Y-1C-2Y; II-1462-2C-1C-1C; II-1462-2C-2C-8C; BLUEBIRD 2; II-24989-7M-1Y-1M-OY; II-26592-1T-17N-OY; DOUGGA 'S'; II-1462-1C-1C-3C; 28258-300Y-301M; VEERY 'S'; 30626-0A; CHIROCA 'S'; CHIROCA 'S'; VULTURE 'S'; VULTURE 'S'; CHAT 'S'; ROBIN-M; SPARROW; CM 29816-M12-19-B22-GM; 30409-44R-1M-1Y-OM	Мексика
II-54-16; II-62-28; II-60-101; II-64-22; BTSRWDR; MN 206264; MN 6898; MN 70175	Миннесота, США
ND 430; ND 451; ND 475; OLAF; LEN; ND 12-14; ND 608; ND 71-12-134; ND 71-14-1284; ND 536; ND 535; ND 539; FA 13-1028; ND 595; FA 12-112	Северная Дакота, США
FORLANI; VIII/35-X	Сербия

Таблица 2

Сорта твердой пшеницы, проявившие устойчивость к бурой ржавчине в иммунологическом питомнике ВНИИФ

Сорт	Страна
UM 6001; RL 3660; UM 6301; MEDORA	Канада
RF 413-9; RF 413-23; RF 413-27; RF 414-19; RF 418-1; RF 418-16; RF 427-17; RF 427-19; RF 427-30; JORI 69; COCORIT 71; GAVIOTA 'S'; JORI 69; PETREL 'S'; RABI RG 'S'; RABI 'S-31810; RUFF FG 'S'; RUFF 'S'; S15-CR 'S'; SNIPA 'S'; SNIPA 'S'; KINGFISHER 'S'; KRANICH 'S'; RABI 'S'; PINGUINO 'S'; ENTE 'S'; ERPEL 'S'; GANSO 'S'; Cambridge 06; 25624-7M-2Y-1M-3Y-1M-OY; SCOTER 'S'; CD 24242-4Y-1M-1Y-OY; CRANE 'S'; CRANE 'S'; 12889-1L-1AP-5AP-OAP; CRANE 'S'; D 27563-5M-2Y-2M-1Y-OM; FLAMINGO 'S'; D 27624-7M-2Y-1M-3Y-1M-OY; D 27676-10M-4Y-1M-OY; STORK 'S'; FLAMINGO 'S'; COCORIT 'S'; FLAMINGO 'S'; COCORIT 'S'; 27139-6M-1Y-1M-1Y-OM; D 31679-2L-0L; D 31761-2L-0L; D 31729-2L-0L; D 31648-2L-0L; D 31564-5L-0L; MAGHREBI 'S'; PELICANO; CB 047; PINGUINO 'S'; DURUM; VARIETY 24; CB 087; CB 088; CRANE 'S'; COCORIT 'S'; D 31604-4L-0L; GUILLEMOT; GUILLEMOT; ROKEL 'S'; KOLENTEN 'S'; MEMO 'S'; 31814-1L-0C; 31680-2L-0L; POLY CROSS; AVETORO 'S'; FYLGIA 'S'; PINGUINO 'S'; CISNE 'S'; PINGUINO; PETREL 'S'; D 25624-7M-2Y-1M-3Y-1M-OY; D 10; PETREL 'S'; CD 17305-A-5M-1Y-1M-OY; CD 16895-A-3M-2Y-5M-OY; CD 13510-F-2Y-5M-OY; TEZONTLE 'S'; CD 3879-29M-1M-OY-1B; CD 1283-A-4Y-1Y-1M-OY; CD 20626-5M-2Y-1M-OY; YAVAROS 'S'; CD 20626-6M-2Y-1M-OY; CM 9880-25M-3Y-1M-OY; CD 10549-H54-2Y-5M-OY; WAHA 'S'; CD 7471-4Y-2M-OY; CD 10016-7SK-OSK; CD 13557-J-3Y-3M-1Y-OM; CD 19608-A-3Y-1M-OY; PORZANA 'S'; YAVAROS 'S'; CIGM91.347-2; CIGM91.347-3; CIGM91.347-4; CIGM91.349-1; CIGM91.349-2; CIGM91.349-3; CIGM91.349-4; CIGM91.349-5; CIGM91.347-9; CIGM91.347-11; CIGM91.347-13; CIGM91.349-6; CIGM91.349-7; CIGM91.349-9; CIGM98.775-1; CIGM98.777-1; CIGM98.778-1.	Мексика
ARNAUTKA 1963P; Emmer; KUBANKA NO. 132; KUBANKA 75; NUGGET; LD 341; LD 340; SENTRY; YUMA; TOWNER; WELLS; LAKOTA; ND 60-143; ND 61-2; ND 61-57; ND 59-36; ND 59-57; ND 58-319; ND 62-80; ND 62-52; ND 62-21; ND 64-91; ND 64-87; ND 63-33; ND 63-2; ND 63-36; ND 60-114; ND 64-167; CROSBY; BOTNO; CANDO; VIC; STEWART; CARLETON; Kubanka; CARLETON; D7798; D78177; D8257; D79103; D79168; D8016; D8019; RENVILLE; D8191; D81154; D; 61117; ND 12-11; D 7983; D 79120; D 77200; D 6714; D 6714; ND 6733; ND 7224; D 7733; D 7798; ND III-6-125; ND 58-312; D 7025; D 761; D 763; D 764; D 7158; D 7233; D 7483; D 772; D 804; D 802; D 7615; D 782; D 7618; D 77197; D 77204; D 8012; D 8016; D 8019; D 8034; D 8172; D 8191; D 8194; D 81114; D 81151; D 8212; D 8257; D 8269; D 8291; L092; S99B34.	Северная Дакота, США

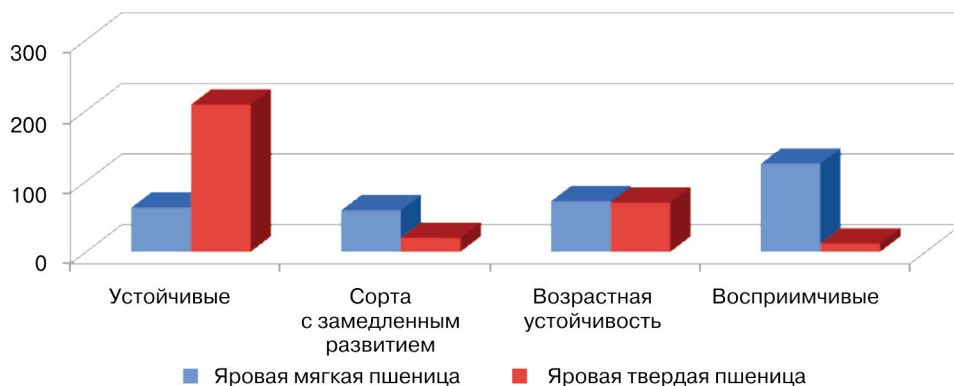


Рис. Соотношение сортов яровой мягкой и яровой твердой пшеницы по типам устойчивости (по вертикальной оси — количество сортов)

Характеристика сортов мягкой пшеницы по устойчивости к бурой ржавчине:
 — устойчивые (63 образца, или 19,7%) — интенсивность поражения 0—20%, тип реакции 0, 1, 2;

— с признаками частичной устойчивости (59 образцов, или 18,5%) — конечная интенсивность поражения 20—60%, тип реакции — восприимчивый;

— с признаками возрастной устойчивости (72 образца, или 22,6%). Образцы характеризовались восприимчивым типом реакции в фазе проростков и устойчивостью в фазе флаг-листа;

— восприимчивые (125 образца, или 39,2%) — интенсивность поражения 80% и выше, тип реакции 4.

Характеристика сортов твердой пшеницы по устойчивости к бурой ржавчине:

— устойчивые (209 образцов, или 67,6%) — интенсивность поражения 0—20%, тип реакции 0, 1, 2;

— с признаками частичной устойчивости (20 образцов, или 6,5%) — конечная интенсивность поражения 20—60%, тип реакции — восприимчивый;

— с признаками возрастной устойчивости (70 образцов, или 22,7%). Образцы характеризовались восприимчивым типом реакции в фазе проростков и устойчивостью в фазе флаг-листа;

— восприимчивые (12 образцов, или 3,9%) — интенсивность поражения 80% и выше, тип реакции 4.

Наибольшее количество образцов мягкой пшеницы, устойчивых к бурой ржавчине в полевых условиях, было в группе сортов из Северной и Центральной Америки: всего 45 образцов (22%) от общего количества предоставленных сортов из данной географической группы. 14 сортообразцов яровой мягкой пшеницы из США и 25 — из Мексики отличались признаками возрастной устойчивости. Можно предположить, что они несут гены возрастной устойчивости, так как в фазе всходов эти сорта имели восприимчивый тип реакции, а в фазе флаг-листа — устойчивый.

На 16 образцах пшеницы из США отмечали замедленное нарастание болезни: при восприимчивом типе интенсивность поражения этих образцов не превышала 20—60%.

Образцы из Канады (всего 17) по уровню поражения также распределились на группы. Среди них 12 образцов проявили восприимчивость к бурой ржавчине и 3 образца обладали признаками замедленного развития болезни.

Образцы из Южной Америки были представлены 87 сортами из Бразилии, Аргентины и Уругвая.

Из бразильских образцов отобрана группа устойчивых сортов (13, или 15%).

По данным лабораторных испытаний выделилась группа (28 образцов: 14 из Бразилии и 14 из Аргентины), предположительно характеризующаяся признаками возрастной устойчивости. Замедленное развитие болезни было отмечено на 23 образцах пшеницы данного происхождения.

Западная Европа была представлена 6-ю сортообразцами из Сербии. По устойчивости к бурой ржавчине выделялись 2 образца, или 33,3%. У 1 образца наблюдали признаки замедленного развития болезни.

Образцы яровой мягкой пшеницы из стран южно-азиатского региона были представлены сортами индийской селекции. В основном они оказались восприимчивыми к бурой ржавчине: только один образец из 25 был устойчив к патогену, 3 сортообразца имели признаки замедленного развития болезни.

Из 304 образцов яровой твердой пшеницы из США и Мексики 205, или 67,4%, практически не поражались ржавчиной в полевых условиях (табл. 2). У 20 сортообразцов яровой твердой пшеницы (19 из США и 1 из Мексики) наблюдали признаки замедленного развития; 69 сортообразцов предположительно характеризовались возрастным типом устойчивости.

В результате исследований установлено, что сорта яровой мягкой пшеницы из разных регионов мира значительно различались по устойчивости к бурой ржавчине в условиях питомника ВНИИФ.

Условия погоды 2007—2008 гг. были благоприятными для развития инфекции, в связи с этим можно предположить, что сорта пшеницы, проявившие восприимчивость в фазе всходов и позднее устойчивость в поле, обладали признаками возрастной устойчивости. Однако для более точной характеристики сортов по типу устойчивости требуется повторная оценка. Отобранные устойчивые сортообразцы и образцы с замедленным развитием болезни будут направлены для дальнейшего изучения генотипа устойчивости. Сортообразцы, проявившие устойчивость к бурой ржавчине, можно рекомендовать для селекционных программ.

Существует связь между устойчивостью сортов пшеницы в условиях питомника и в теплице. Показано, что сорта твердой пшеницы характеризуются высокой устойчивостью к бурой ржавчине во все фазы вегетации, по сравнению с сортами мягкой пшеницы, что подтверждает высказывание Н.И. Вавилова [1] о более высокой устойчивости твердых сортов пшеницы к бурой ржавчине.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Вавилов Н.И.* Иммуитет растений к инфекционным заболеваниям. — М., 1986.
- [2] *Вавилов Н.И.* Мировые ресурсы сортов хлебных злаков, зерновых бобовых, льна и их использование в селекции. Пшеница. — М.; Л., 1964.
- [3] *Вавилов Н.И.* Избранные произведения. — Л.: Наука, 1967.

- [4] Вавилов Н.И. Теоретические основы селекции. — М.: Наука, 1987.
- [5] Ван Дер Планк Я. Устойчивость растений к болезням. — М.: Колос, 1972.
- [6] Михайлова Л.А. Генетика взаимоотношений возбудителя бурой ржавчины и пшеницы. — СПб.: ВНИИ защиты растений, 2006.
- [7] Одинцова И.Г., Мирнова Л.А., Михайлова Л.А., Аннилогова Л.К., Кузнецова Е.В. Идентификация генов устойчивости пшеницы к ржавчинным заболеваниям. Методические рекомендации. — ВИР, 1986.
- [8] Санин С.С. Защита пшеницы от бурой ржавчины // Защита и карантин растений. — 2007. — № 11. — С. 59—68.
- [9] Gajnullin N.R., Lapochkina I.F., Zhemchuzhina A.I., Kiseleva M.I., Kolomiets T.M., Kovalenko E.D. Phytopathological and Molecular Genetic Identification of Brown Rust Resistance Genes in Common Wheat Accessions with Alien Genetic Material // Genetics of plants. — 2007. — V. 43. — № 8. — P. 1058—1064.
- [10] Flor H.H. The complementary genetic system in flax and flax rust // Advances in genetics. — 1956. — № 8. — P. 29—54.
- [11] Kolmer J.A. Postulation of leaf rust genes in selected soft red winter wheats // Crop Science. — 2003. — V. 43. — P. 1266—1274.
- [12] Long D.L., Leonard K.T., Roberts J.J. Virulence and diversity of wheat leaf rust in United States in 1993 to 1995 // Plant Disease. — 1998. — V. 82. — № 12. — P. 1391—1400.
- [13] Long D.L. Virulence of *Puccinia triticina* on wheat in the United States from 1996 to 1998 // Plant Disease. — 2000. — V. 84. — № 12 — P. 1434—1441.
- [14] Mains E.E., Jackson H.C. Physiologic specialization in the leaf rust of wheat, *Puccinia tritici* Erikss // Phytopathology. — 1926. — V. 16. — № 2.
- [15] McIntosh R.A., Wellings C.R., Park R.F. The genes for resistance to leaf rust in wheat and triticale / An Atlas of Resistance Genes. — R.A. McIntosh, C.R. Wellings, R.F. Park, eds. — Melbourne, Kluwer Academic Publishers, 1995. — P. 149—179.
- [16] Smale M., Singh R.P. Estimating the economic impact of breeding nonspecific resistance to leaf rust in modern bread wheats // Plant Disease. — 1998. — V. 82. — № 9. — P. 1055—1061.

**ASSESSMENT OF WHEAT
FROM AMERICAN NATIONAL COLLECTION OF GRAINS
(NSGC) ON RESISTIBILITY TO LEAF RUST IN INFECTION
KENNEL RESEARCH OF INSTITUTE OF PHYTOPATHOLOGY**

A.A. Shcherbik

All Russian Research Institute of Phytopathology
Bolshie Vayazemi, Odintsovo area, Moscow region, Russia, 143050

The article presents the materials, characterizing the resistance of soft (*Triticum aestivum*) and durum wheat (*Triticum durum*) of different origin to one of the most dangerous disease of this crop — *Puccinia triticina* Erikss. As the result we present sorts of wheat with high to diseases and with different varieties of resistance.

Key words: soft wheat, durum wheat, sorts, resistance, *Puccinia triticina* Erikss.