

СЕЛЕКЦИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА КОМПЛЕКСНУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ К ГРИБНЫМ БОЛЕЗНЯМ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

© 2014 А.Ф. Сухоруков, А.А. Сухоруков

ФГБНУ Самарский НИИСХ, п.Безенчук, Самарская обл.

Поступила в редакцию 15.12.2014

Представлены результаты оценки устойчивости сортов озимой пшеницы к бурой ржавчине, мучнистой росе, твердой головне. Выявлены доноры устойчивости с генами Lr 41; Pm 5; Pm 11, Pm 15, Pm 17, Pm 8 и показаны результаты их использования в селекции. Показана эффективность использования генов полевой устойчивости к бурой ржавчине в селекции озимой пшеницы.

Ключевые слова: пшеница, ржавчина, мучнистая роса, твердая головня, гены устойчивости, источники устойчивости, стратегия селекции.

Введение

Грибные заболевания вызывают существенный недобор урожая озимой пшеницы. В годы эпифитотий бурая ржавчина, мучнистая роса, септориоз снижают урожайность восприимчивых сортов на 50-70% [3, 5, 9]. Из-за поражения растений грибными болезнями ухудшается качество продукции [2, 3].

Основной путь решения данной проблемы – создание сортов с комплексной устойчивостью к ряду основных, наиболее вредоносных болезней [2, 3, 5, 9]. Успех селекции на комплексную устойчивость к грибным болезням зависит от исходного материала, используемого в гибридизации [3].

Цель проведенных исследований – на основе использования генетических источников устойчивости к грибным болезням создать сорта озимой мягкой пшеницы с комплексной устойчивостью к бурой ржавчине, мучнистой росе, твердой головне.

Материал и методы

Полевые исследования проведены в ГНУ Самарский НИИСХ имени Н.М. Тулайкова Россельхозакадемии. Предшественник чистый пар. Обработка чистого пара влаго- и ресурсосберегающая. Закладка опытов проводилась по методике, утвержденной методической комиссией института. Тип реакции на внедрение патогенна бурой ржавчины учитывали по шкале Mains E.B., Jackson H.S. [12], интенсивность пораже-

ния бурой ржавчиной по шкале Peterson B. et al [13], интенсивность поражения мучнистой росой по методике ВИР [10].

Искусственное заражение семян проводили спорами местной популяции твердой головни.

В качестве исходного материала в селекции озимой мягкой пшеницы на полевую (горизонтальную) устойчивость к поражению бурой ржавчиной включены сорта, показавшие полевую устойчивость в годы эпифитотий: Дея, Хазарка [2], Донская безостая, Есаул, Бирюза, Самкрас, Лютесценс 333-89 к11.

По программе селекции на расоспецифическую (вертикальную) устойчивость в гибридизацию с местными, устойчивыми к абиотическим стрессорам сортами, включены сорта и селекционные линии с идентифицированными генами устойчивости к бурой ржавчине из коллекции ВИР, Краснодарского НИИСХ, Кубанской опытной станции ВИР.

Сорта и линии с геном Lr 9: Безостая 1^{4*}/Riley67, Безостая 1^{3*}/McNair 1813 [4]; 146 P₆ [7]; KS93U40, K-63936, США [6].

Сортообразцы с геном Lr 41 (Lr 39): KS90WGRC-10, K-62377, США [6, 7, 8]; KS96WGRC38, K-65157; KS96WGRC40, K-65158, США. Высокоэффективный ген Lr 41 [1, 8, 9] в селекционных программах по селекции озимой пшеницы в Среднем Поволжье используется впервые.

В качестве доноров устойчивости к мучнистой росе использовали сорта с полевой устойчивостью: Мироновская 808. Безенчукская 380 [6]; образцы ВИР с генами Pm 5, Pm 11, Pm 15, Pm 17: Century, KS90WGRC-10; с геном Pm 8 – Siouxland [6].

Сортообразцы ВИР: Century, KS90WGRC-10, Siouxland обладают комплексной устойчивостью к бурой ржавчине и мучнистой росе, защищенные эффективными аллелями Lr и Pm генов [6].

Сухоруков Александр Федорович, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции озимой пшеницы. E-mail: Samniish@mail.ru

Сухоруков Андрей Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции озимой пшеницы

Результаты и обсуждение

За последние 10 лет (2002 – 2012 гг.) на характер развития и вредоносность бурой ржавчины в Среднем Поволжье оказывали влияние генетические особенности сортов озимой мягкой пшеницы и метеорологические условия осеннего и весеннего периодов вегетации озимой пшеницы. Из данных таблицы 1 следует, что в условиях эпифитотий сорта озимой пшеницы Мироновская 808 и Безенчукская 380 поражались бурой ржавчиной на 80-100%, при восприимчивом типе реакции на заражение.

В 2003, 2005, 2007 годах устойчивый тип реакции на заражение бурой ржавчиной и степень поражения 0-5% показывал сорт озимой пшеницы Бирюза, обладающий комплексом генов полевой устойчивости к бурой ржавчине.

Однако в 2012 году Бирюза поразила ржавчиной на 40%. При восприимчивом типе реакции на заражение.

Сорт Безенчукская 790, имеющий в родословной ген Lr 24, за все годы изучения показывает устойчивый тип реакции на заражение бурой ржавчиной.

Сорта озимой пшеницы Малахит, Ресурс, Светоч, показывающие полевую устойчивость к

бурой ржавчине в 2003, 2005, 2007 годах, в 2012 году поразились на 100%, при типе реакции 4.

В засушливые и острозасушливые 2002, 2004, 2006, 2010, 2011 годы поражению ржавчиной даже сильновосприимчивых сортов отсутствовало или было несущественным (5-10%).

В условиях эпифитотийного развития бурой ржавчины устойчивые сорта имеют неоспоримые преимущества перед восприимчивыми по урожайности (табл. 2).

Сорт озимой мягкой пшеницы Бирюза с полевой устойчивостью к бурой ржавчине превысил по урожайности Мироновскую 808 в 2003 г. – на 1,42, в 2005 г. – на 1,34, в 2007 г. – на 1,27 т/га.

Устойчивый к бурой ржавчине сорт озимой пшеницы Самкрас по урожайности в 2005 г. превысил Мироновскую 808 на 3,01 т/га.

Ряд сортов озимой пшеницы: Малахит, Светоч, Санта, Ресурс при поражении бурой ржавчиной до 60% (табл. 1), по урожайности превысили восприимчивый сорт Мироновскую 808 на 0,74 – 1,25 т/га (табл. 2).

Корреляционная взаимосвязь урожайности к степени поражения бурой ржавчиной отрицательная ($r = -0,7 \pm 0,2$).

В табл. 3 показаны результаты изучения сор-

Таблица 1. Характеристика сортов озимой пшеницы по степени поражения бурой ржавчиной в годы эпифитотий

Сорта	2003 г.		2005 г.		2007 г.		2012 г.	
	тип реакции	степень, %	тип реакции	степень, %	тип реакции	степень, %	тип реакции	степень, %
Безенчукская 380	4	80	4	80	4	80	4	100
Малахит	0	0	4	60	3	30	3	50
Бирюза	0	0	0	01	2	5	3	40
Светоч	2	20	4	60	3	40	4	100
Ресурс	2	30	-	-	3	20	4	100
Мироновская 808	4	100	4	100	4	80	4	100
Санта	4	60	4	60	3	40	4	60
Безенчукская 790	-	-	0	0	1	5	2	10
Самкрас	-	-	0	0	3	10	3	30

Таблица 2. Урожайность сортов озимой пшеницы в годы эпифитотий бурой ржавчины

Сорта	Урожайность зерна, т/га					
	2003 г.	2005 г.	2007 г.	2012 г.	среднее	отклонение
Безенчукская 380	3,38	1,88	2,17	0,59	2,01	ст.т
Малахит	4,01	3,13	2,54	1,13	2,70	+0,69
Бирюза	4,56	3,22	3,44	1,26	3,12	+1,11
Светоч	3,89	2,61	2,33	0,98	2,45	+0,44
Ресурс	3,88	-	2,83	1,08	2,60	+0,55
Санта	4,73	3,05	2,83	1,31	2,98	+0,97
Самкрас	-	4,89	3,92	0,89	3,23	+0,97
Безенчукская 790	-	3,20	2,44	1,16	2,27	+0,00
Мироновская 808	3,14	1,88	2,32	-	2,45	-0,03
НСР _{0,05}	0,40	0,56	0,34	0,22		

Таблица 3. Характеристика образцов озимой пшеницы по степени поражения северокавказскими популяциями возбудителей бурой, желтой, стеблевой ржавчины, пиренофороза и септориоза (инфекционный питомник ВНИИБЗР, 2008-2010 гг.), по [5]

№ по каталогу ВИР	Сорт	Степень поражения, %				
		ржавчинами			пиренофорозом	септориозом
		бурой	желтой	стеблевой		
64200	Ресурс	30	30	20	35	5
64278	Безенчукская 616	40	5	35	55	20
64279	Санта	30	1	80	35	40
64280	Бирюза	50	60	85	35	40
64281	Светоч	70	45	80	40	20
64282	Малахит	20	20	70	25	10

тов озимой пшеницы Самарского НИИСХ на инфекционном фоне в ВНИИБЗР [5].

Из данных таблицы 3 следует, что сорт Малахит обладает слабой восприимчивостью к северокавказским популяциям бурой и желтой ржавчины, пиренофороза и устойчивостью к септориозу.

Сорт Ресурс слабовосприимчив к стеблевой ржавчине и устойчив к септориозу.

Сорта Безенчукская 616 и Санта высокоустойчивы к желтой ржавчине.

Следует отметить, что сорт озимой пшеницы Бирюза, созданный совместно Самарским НИИСХ и Краснодарским НИИСХ, показал восприимчивость к северокавказской популяции бурой ржавчины со степенью поражения 50% (табл. 3). В условиях Самарского НИИСХ он в течение 10 лет показывал высокую устойчивость к бурой ржавчине со степенью поражения до 5% и типом реакции 1, 2.

Однако в условиях эпифитотии бурой ржав-

чины в 2012 г. степень поражения сорта Бирюза бурой ржавчиной составила 40% при восприимчивом типе реакции на заражение (табл. 1). Происходит постепенная потеря полевой устойчивости за счет накопления вирулентных рас гриба [2]. Это также можно проследить на примере сорта Хазарка.

В 1997 г. при орошении сорт Хазарка не поражался бурой ржавчиной (степень поражения 0%, тип реакции 0) (табл. 4).

Линии с участием сорта Хазарка также были устойчивые к бурой ржавчине и превысили стандарт по урожайности на 27,0...37,0 ц/га (табл. 4).

Однако в 2012 г. сорт Хазарка полностью потерял устойчивость как в Поволжье, так и в Краснодаре [2].

Свыше 10 лет линия Краснодарского НИИСХ Лютесценс 333-89 к-11 сохраняет полевую устойчивость к бурой ржавчине. Она широко использована нами в качестве генетического источника в гибридизации. В табл. 5 показано рас-

Таблица 4. Характеристика линий озимой пшеницы, созданных с участием сорта Хазарка (орошение, 1997 г.)

Номер линии	Происхождение	Зимостойкость, балл	Бурая ржавчина		Урожай зерна, т/га	Отклонение от стандарта, т/га
			тип реакции	степень поражения, %		
	Мироновская 808	8	4	60	6,1	стандарт
	Хазарка	7	0	0	6,1	±0
4054/91	Эритроспермум 14206/Хазарка	7	0	0	9,8	+3,7
4054/192	Эритроспермум 14206/Хазарка	8	1	5	8,8	+2,7

Таблица 5. Распределение растений озимой пшеницы по устойчивости к бурой ржавчине в F₂, 2008 г.

Родители и гибриды F ₂	Количество растений, шт.	Количество растений (шт.) с оценкой: тип реакции/ степень поражения, %				
		4/80	3/20	3/5	2/5	0/0
Мироновская 808	300	300	0	0	0	0
Мироновская 808/ Хазарка	140	10	100	30	0	0
Хазарка	130	0	0	130	0	0
Мироновская 808/ Лютесценс 333-89к11	218	0	0	20	0	198
Лютесценс 333-89к11	200	0	0	0	0	200

пределение растений F_2 по устойчивости к бурой ржавчине. Из таблицы 5 следует, что растения F_2 Мироновская 808/ Хазарка имеют восприимчивый тип реакции на заражение бурой ржавчиной со степенью поражения от 5 до 80%. В популяции F_2 Мироновская 808/ Лютесценс 333-89к11 преобладают растения с устойчивым типом реакции на заражение и степенью поражения 0%.

С участием линии Лютесценс 333-89к11 создан сорт озимой пшеницы Лютесценс 769 с типом реакции на заражение 2 и степенью поражения 10-15%.

В 2012 г. в селекционном питомнике первого года в комбинациях скрещиваний Лютесценс 769/ Северодонецкая юбилейная, Лютесценс 769/ Есаул выщеплялись и отобраны для дальнейшего изучения растения с типом реакции на заражение 2 и степенью поражения 5-10%, при поражении сортов Северодонецкая юбилейная и Есаул на 100 и 40% соответственно.

Сорт озимой пшеницы Дея также передает устойчивость к бурой ржавчине потомству при гибридизации. Так, в 2012 г. в F_3 Лютесценс 4934-230/ Дея выщеплялись линии с типом реакции на заражение 0-1 и степенью поражения 0-5%. В этой комбинации скрещивания возможно сочетание полевой и расоспецифической (Lr 24) устойчивости. Родословная линии Лютесценс 4934-230 следующая: Безенчукская 616// Безостая 1*3/Agent. Устойчивый тип реакции на заражение бурой ржавчиной отмечен в 2012 г. у ряда линий F_3 от скрещивания Лютесценс 4934-230 с сортами Краснодарского НИИСХ: Москвич, Дока, Шарада, Зимтра.

Н.И. Вавилов [3] отмечает, что устойчивость к бурой ржавчине в F_1 наследуется по типу доминирования устойчивости, в F_2 - F_3 наблюдается менделевское расщепление.

В связи с этим особую роль в селекции на устойчивость к бурой ржавчине приобретают сорта с эффективными аллелями генов Lr 9, Lr 24, Lr 41/39 [1, 2, 9].

В условиях эпифитотии бурой ржавчины в 2012 г. (потери урожая восприимчивых сортов от 50 до 90%) образцы озимой пшеницы с генами Lr 9, Lr 24, Lr 41 были иммунные или высокоустойчивые.

В 2012 г. в F_1 парных скрещиваний образцов KS90WGRC-10 (Lr 41/39), Siouxland (Lr 24) и сортами озимой пшеницы восприимчивыми к бурой ржавчине доминировала устойчивость. В прямых и обратных скрещиваниях в F_1 характер наследования признака «устойчивость к бурой ржавчине» был идентичный – доминирование устойчивости.

В 2012 г. в популяциях F_2 и F_3 созданных с

участием сортов местной селекции, устойчивых к абиотическим стрессорам, и доноров устойчивости к бурой ржавчине KS90WGRC-10 (Lr 41/39), Siouxland (Lr 24), Century (Lr 24), KS93U40 (Lr 9) выщеплялись высокоустойчивые и иммунные к бурой ржавчине и мучнистой росе линии.

В контрольном питомнике линии Малахит/Abilene (Lr 24) [6] в условиях эпифитотии бурой ржавчины сильной интенсивности в 2012 г. показали высокую устойчивость к бурой ржавчине и мучнистой росе, превысив стандарт Безенчукскую 380 по урожайности в 2...2,2 раза.

Вредоносность мучнистой росы на озимой пшенице за последние 10 лет низкая. Максимальная степень поражения сортов Малахит, Безенчукская 380, Мироновская 808, Бирюза – 5%, сорта Светоч – 10%. Ресурс – 20%. Восприимчивый сорт Волжская 16 поразился на 50% в 2003 г.

При искусственном заражении степень поражения твердой головней сортов Безенчукская 380, Безенчукская 616, Бирюза, Малахит, Санта 6-10%, Мироновской 808 – 65%.

Заключение

Распространение и вредоносность бурой ржавчины в Среднем Поволжье зависит от генетических особенностей сортов озимой мягкой пшеницы и условий увлажнения в осенний и весенне-летний периоды. В условиях эпифитотии потери урожая восприимчивых сортов озимой пшеницы составляют 50%, сильновосприимчивых – 90%.

Высокую устойчивость к бурой ржавчине показывают сортообразцы озимой мягкой пшеницы с генами Lr 24, Lr 41, Lr 9.

При гибридизации в F_1 доминирует устойчивость. В F_2 ... F_3 с участием доноров устойчивости с эффективными Lr генами выщепляются устойчивые и иммунные линии.

Для создания сортов озимой пшеницы с длительной устойчивостью к грибным болезням целесообразно включать в гибридизацию сорта с полевой и расоспецифической устойчивостью, создавать пирамиды генов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Научно-обоснованные этапы иммунологических исследований, необходимые для создания ржавчиноустойчивых сортов пшеницы / Л.К. Антилогова, Г.В. Волкова, О.Ф. Ваганова, Ю.В. Авдеева // Агро XXI. 2009. № 10-12. С. 6-8.
2. Устойчивость сортов озимой пшеницы в связи с изменениями расового состава в популяции бурой ржавчины Краснодарского края / В.А. Алфимов, Л.А. Беспалова, О.Ю. Пузырная // Пшеница и тритикале. Краснодар, «Советская Кубань», 2001. С. 306-307.
3. Вавилов Н.И. Иммуниет растений к инфекцион-

- ным заболеваниями. М.: Наука, 1986. 519 с.
4. *Грицай Т.И.* Исходный материал и его использование в селекции озимой мягкой пшеницы в Краснодарском крае // Дисс. ...в виде научного доклада канд. с-х. наук. - Краснодар, 2000. 25 с.
 5. Каталог мировой коллекции ВИР. Источники устойчивости пшеницы и эгилопса к возбудителям грибных болезней и характеристика сортов по уровню накопления тяжелых металлов. СПб. 2012. Вып. 807. 32 с.
 6. Каталог мировой коллекции ВИР. Озимая пшеница. СПб, 2000. Вып. 726. 96 с.
 7. Каталог мировой коллекции ВИР. Мягкая пшеница (Генетическая характеристика образцов, устойчивых к бурой ржавчине). СПб, 2004. Вып. 748. 19 с.
 8. Каталог образцов озимой мягкой пшеницы с характеристикой устойчивости к наиболее вредоносным болезням. СПб, 2004. Вып. 759. 26 с.
 9. Стратегия селекции пшеницы на устойчивость к ржавчинным заболеваниям / *Е.Д. Коваленко, А.И. Жемчужная, М.И. Киселева, Т.И. Коломнец, А.А. Щербак* // Защита и карантин растений. 2012. № 9. С. 19-22.
 10. Методические указания. Изучение коллекции пшеницы [под редакцией В.Ф. Дорофеева]. Л.: ВИР, 1985. 28 с.
 11. *Степанов К.М., Чумаков А.Е.* Прогноз болезней сельскохозяйственных растений. Л, 1972.
 12. *Mains E.B., Jackson H.C.* Physiologic specialization in the leaf rust of wheat *Puccinia tritici* Erikss // Phytopath. 1926. V. 16. № 1. P 89-120.
 13. A. diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals / *R.E. Peterson, A.B. Campbell, E.A. Hannah* // Can. j. Res. 1948. V. 26 (Section C). P. 496-500.

BREEDING OF WINTER WHEAT FOR COMPLEX RESISTANCE TO FUNGAL DISEASES IN THE MIDDLE VOLGA

© 2014 A.F. Sukhorukov, A.A. Sukhorukov

Samara Research Scientific Institute of Agriculture, Bezenchuk, Samara Region

The results of the evaluation the resistance of winter wheat to leaf rust, powdery mildew, common bunt. Donors revealed a resistance genes Lr 41; Pm 5; Pm 11, Pm 15, Pm 17, Pm 8 and show the results of using them in breeding. The efficiency of the genes of field resistance to leaf rust in wheat breeding.

Keywords: wheat, rust, powdery mildew, common bunt, resistance genes, sources of resistance, the breeding strategy.