

УДК 633.111:631.527:632.4

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ГЕТЕРОЗИСА
НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ У ГИБРИДОВ
ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

С.К. Михайлова, Р.К. Янкевич, Е.Б. Лосевич

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 15.06.2012 г.)

Аннотация. Одним из условий успешного развития аграрного сектора является создание и внедрение в производство новых высокоурожайных, устойчивых к неблагоприятным факторам окружающей среды сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. Этим требованиям в полной мере отвечает селекция, позволяющая получить 20-25% прибавки урожая без дополнительных затрат. Для решения стоящих проблем мы изучили устойчивость к грибным болезням (мучнистая роса, бурая ржавчина, корневые гнили) гибридов первого поколения, определили степень гетерозиса. В результате исследования установлено, что гибриды F_1 различаются по степени устойчивости к болезням и имеют различную степень гетерозиса. Можно констатировать,

что устойчивость к грибным болезням гибридами F_1 наследуется по типу сверхдоминирования, неполного положительного или отрицательного доминирования. Может наблюдаться и промежуточный тип наследования или депрессия признака.

Summary. One of the conditions for successful development of the agricultural sector is the creation and production introduction of new high-yielding, resistant to adverse environmental factors, cultivars and hybrids of agricultural crops. The selection fully meets the requirements, allowing us to obtain 20-25% yield increase with no additional cost. To address the challenges we have studied resistance to fungal diseases (powdery mildew, leaf rust, root rot) by first-generation hybrids, and determined the degree of heterosis. The studies have found that the F_1 hybrids differ in their resistance to disease and have varying degrees of heterosis. It can be stated that resistance to fungal diseases by F_1 hybrids is inherited by the type of over dominance, incomplete positive or negative dominance. Also, an intermediate type of inheritance or depression criterion could be observed.

Введение. Пшеница – одна из важнейших ценных и высокоурожайных зерновых культур. В Беларуси посевная площадь под этой культурой в 2009 году составила 330 тыс. га, а валовое производство зерна – 1167 тыс. т. В передовых хозяйствах республики зерна получают свыше 90-100 ц/га [8]. Однако урожай на уровне 70 ц/га и выше для большинства сельхозпредприятий остаются недостижимыми. Объясняется это целым рядом причин, одной из которых является поражение посевов данной культуры фитопатогенами [7].

Самые распространенные и вредоносные из болезней пшеницы в регионе – бурая ржавчина, мучнистая роса, септориоз и корневые гнили. Прогрессирующее ухудшение фитосанитарного состояния посевов вызвано в значительной степени односторонней селекцией на иммунитет к заболеваниям. Потери урожая пшеницы от грибных болезней достигают 10-20%, а в отдельные годы – 30-50% [6, 9].

В связи с этим существенно повышается и значимость исследований, проводимых в области иммунитета. Основная цель таких исследований заключается в выявлении и расширении разнообразия генофонда сельскохозяйственных культур по признакам устойчивости, стратегии использования эффективных генов, подбора доноров для оптимизации иммунологических селекционных программ.

Считается, что основными критериями подбора сортов для возделывания озимой пшеницы является их урожайность (82% случаев) и устойчивость к полеганию (38%). Факторы болезнестойкости отодвинуты на второй план [2, 5]. Создание образцов озимой пшеницы, обладающих высокой устойчивостью к основным заболеваниям, остается одной из наиболее трудных селекционных задач [1, 3].

Цель работы: создать и оценить новый исходный материал мягкой озимой пшеницы на болезнестойкость, изучить закономерности наследования и проявления гетерозиса на устойчивость к комплексу болезней у гибридного материала.

Материал и методика исследований. Полевые исследования проводились на опытном поле УО СПК «Путришки» Гродненского района в специализированном селекционно-семеноводческом севообороте в течение 2003 г.

С целью создания нового исходного материала были проведены простые внутривидовые скрещивания. Пары для скрещивания подбирались так, чтобы отцовский компонент отличался по устойчивости к группе патогенов и обладал комплексом хозяйственно-ценных признаков и свойств. Также использовали однократные скрещивания по типу инорайонный \times местный или местный \times инорайонный, где привлекали в качестве одной из родительских форм отдаленный в эколого-географическом отношении сорт.

Потомки гибридов (F_1) высевали на делянках произвольной площади по 20 зерен в однометровые рядки, расстояние в рядке 5 см; ширина междурядий составляла 20 см. Стандартный сорт высевался через 15 комбинаций, а родительские формы – возле каждой комбинации.

Обработка почвы, посев и уход за посевами осуществлялся в соответствии с агротехникой, принятой для возделывания озимой пшеницы в данной зоне Беларуси.

Оценку устойчивости гибридов к болезням проводили на стадии колошения по проценту поражения листьев мучнистой росой и фазу налива зерна – к бурой ржавчине.

Статистическую обработку данных гибридологического анализа, изучения наследования признаков и свойств у гибридов, полученных в результате скрещиваний, проводили по соответствующим формулам. Характер наследования признаков оценивался по коэффициенту фенотипического доминирования H_p , рассчитанному по формуле, предложенной G.M. Veil, R. E. Atkins [10]. Расчет значений гипотетического и конкурсного гетерозиса проводили на основании сравнения гибридов соответственно со средним значением признака родительских форм и стандарта.

Результаты исследований и их обсуждение. Увеличение мощности, жизнеспособности и продуктивности гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами называется гетерозисом. Одна из самых характерных особенностей гетерозиса – наиболее сильное его проявление у гибридов первого поколения, резкое снижение во втором и дальнейшее затухание в последующих поколениях. Наиболее

же сильно он выражен и в достаточной степени поддается управлению при скрещивании самоопыленных линий [4].

Мучнистая роса. В результате исследований установлено, что гибриды F₁ различаются по степени устойчивости к мучнистой росе (таблица 1).

Таблица 1 – Наследование признака устойчивости к болезням гибридами F₁ озимой пшеницы (2003 г.)

Гибридная комбинация	Мучнистая роса					Бурая ржавчина					Корневые гнили				
	Нр	Тип наследования	Г _{гет} , %	Г _{гет} , %	Г _{гет} , %	Нр	Тип наследования	Г _{гет} , %	Г _{гет} , %	Г _{гет} , %	Нр	Тип наследования	Г _{гет} , %	Г _{гет} , %	Г _{гет} , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
STH-48 x Symfonia	1,2	СД	1,3	9,6	33,3	3,0	СД	5,3	8,1	56,9	1,3	СД	-7,1	-24,9	-6,5
Веда x Центос	1,2	СД	1,4	10,4	23,3	4,5	СД	34,5	48,0	45,1	3,5	СД	-59,4	-67,2	-51,1
Веда x Легенда	0,8	ЧД	-2,5	11,4	30,0	6,0	СД	36,4	47,1	47,1	30,6	СД	-45,9	-46,7	-37,5
Саква x Лирика	0,2	ПД	-6,6	1,4	18,3	5,9	СД	30,4	37,7	43,1	7,9	СД	-61,3	-64,5	-52,1
Центос x Чемпион	-4,2	ОСД	-11,0	-14,5	8,3	-0,9	ОД	-40,0	-25,0	-11,8	5,2	СД	-48,0	-53,3	-32,1
Шанс x Веда	21,0	СД	16,4	16,4	18,3	1,1	СД	1,3	17,9	54,9	20,5	СД	-22,0	-22,8	-9,7
Symfonia x Elena	2,8	СД	0,2	28,3	28,3	1,2	СД	2,6	14,7	52,9	9,5	СД	-43,1	-45,8	-20,1
Лирика x STH-48	1,0	ЧД	0	11,3	31,7	1,5	СД	8,3	27,9	52,9	40,4	СД	-33,9	-25,1	-13,0
Сирия x Чемпион	8,6	СД	-28,9	-27,2	-1,7	0,4	ПД	-6,7	4,5	37,3	21,2	СД	-49,8	-51,0	-34,6
Легенда x Щара	4,3	СД	-6,5	-8,9	20,0	3,5	СД	26,7	40,7	49,0	43,8	СД	-11,7	-12,0	-1,2
Лирика x Саква	0,9	ЧД	-1,3	7,1	25,0	4,4	СД	21,4	28,3	33,3	3,1	СД	-19,1	-25,7	0
Symfonia x Бьянна	-1,9	ОСД	-27,2	-20,3	-1,7	-17,0	ОСД	-23,1	-22,1	17,6	2,7	СД	-20,2	-29,0	-10,5
Elena x Саква	0,5	ЧД	-7,9	7,7	16,7	10,3	СД	23,7	25,9	43,1	3,5	СД	-6,5	-9,0	-36,1
Чемпион x Шанс	0,5	ЧД	6,7	-7,1	8,3	1,0	ЧД	0	11,9	47,1	0,6	ЧД	3,9	-4,6	15,1
Саква x STH-48	-3,0	ОСД	-7,6	-3,9	21,7	1,6	СД	6,9	20,3	51,0	1,1	СД	-37,6	-24,3	-71,2
Ява x Центос	0,2	ПД	4,1	2,7	26,7	2,1	СД	13,8	29,4	29,4	3,4	СД	-63,7	-71,2	-14,7
Центос x Ява	17,0	СД	-11,0	-12,2	8,3	3,4	СД	29,3	47,1	47,1	0,7	ЧД	7,6	-14,7	-14,7

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Былина x MV-Vilma	-1,4	ОСД	-14,8	-9,2	15,0	-0,3	ПД	-24,3	-8,2	9,8	3,7	СД	-50,9	-58,6	-45,0
Центос x Городничанка	1,5	СД	2,8	7,1	25,0	0,9	ЧД	-1,4	20,7	37,3	9,3	СД	-56,8	-59,6	-30,8
Былина x Ragnal	-0,7	ОД	8,1	2,6	33,3	1,1	СД	2,6	27,0	56,9	0,5	ЧД	19,0	-15,3	33,2
Ragnal x Былина	-3,9	ОСД	-13,5	-17,9	6,7	-0,4	ПД	-26,9	-9,5	11,8	0,8	ЧД	8,8	-22,7	21,8
MV-Vilma x Elena	1,1	СД	1,4	15,9	21,7	0,3	ПД	-4,2	4,5	35,3	3,1	СД	-13,1	-18,4	3,4
Elena x MV-Vilma	1,9	СД	11,1	27,0	33,3	1,2	СД	1,4	10,6	43,1	6,4	СД	-33,9	-37,9	-21,4
Саква x Легенда	4,0	СД	-7,9	-10,3	16,7	5,4	СД	35,7	46,2	49,0	1,7	СД	-10,3	-22,1	0,4
Ragnal x Лирика	2,1	СД	8,1	15,9	33,3	0,1	ПД	-16,7	1,6	27,5	0,7	ЧД	11,2	-15,9	37,4
Ява x Кобра	1,6	СД	-4,8	-13,0	0	21,0	СД	33,3	35,6	56,9	2,5	СД	-22,8	-33,2	-37,9
Ragnal x Шанс	1,5	СД	-4,9	-14,7	-3,3	0,2	ПД	-9,0	4,4	39,2	2,1	СД	-45,8	-61,7	-39,8
Легенда x Ragnal	2,0	СД	-4,1	-7,8	18,3	1,1	СД	1,3	25,4	54,9	0,7	ЧД	13,4	-19,4	26,9
Ragnal x Symfonia	-1,0	ОД	-10,8	-5,7	10,0	-4,0	ОСД	-6,4	-5,2	43,1	0,3	ЧД	15,9	-5,9	61,2
Веда x MV-Vilma	2,3	СД	11,1	21,2	33,3	0,3	ПД	-8,3	3,1	29,4	0,6	ЧД	-7,3	-17,0	7,2

Примечание: Г_{гет} – гетерозис истинный, %; Г_{гет} – гетерозис гипотетический, %; Г_{конк} – гетерозис конкурсный, %.

Степень устойчивости гибридов к возбудителю мучнистой росы варьировала в пределах от 5,8 до 8,0 баллов. Минимальное поражение (7,5-8 баллов) отмечено у гибридов STH-48 x Symfonia, Веда x Легенда, Symfonia x Elena, Лирика x STH-48, Лирика x Саква, Ява x Центос, Центос x Городничанка, Былина x Ragnal, Elena x MV-Vilma, Ragnal x Лирика и Веда x MV-Vilma.

Выявлены различные типы наследования данного признака. При скрещивании слабоустойчивых сортов (Веда, Лирика, Symfonia) с устойчивыми к мучнистой росе (STH-48, Легенда, Саква) в комбинациях отмечено частичное наследование или же не выявлено передачи устойчивости последним гибридам F₁. В настоящем исследовании отмечено нами единообразие гибридов первого поколения.

Результаты проведенных учетов и наблюдений показали, что сверхдоминирование по признаку «устойчивость к мучнистой росе» наблюдалось примерно у 53,3% гибридных комбинаций. Промежуточ-

ный тип наследования выявлен у двух гибридов, или около 6,6% от их общего числа. Депрессия наблюдалась у 16,7% гибридов. Высокий показатель отрицательного доминирования получен нами у гибридов Центос х Чемпион ($H_p = -4,2$), Саква х STH-48 ($H_p = -3,0$) и Ragnal х Былина ($H_p = -3,9$).

Положительный истинный гетерозис по устойчивости к мучнистой росе наблюдался у одиннадцати гибридных комбинаций (36,7%). Высокий отрицательный гетерозис был у гибридов Сирия х Чемпион (-28,9%), Symfonia х Былина (-27,2%). Гипотетический гетерозис отмечен нами примерно у 53,3% гибридов. Наиболее высокий его уровень выявлен в комбинациях Symfonia х Elena - 28,3%, Elena х MV-Vilna - 27,0%, Веда х MV-Vilna - 21,2%. Положительное значение конкурсного гетерозиса оказалось у 86,7% гибридов с варьированием его величины от 6,7 до 33,3%. У 46,7% гибридных комбинаций данный показатель превышал 20%.

Бурая ржавчина. Относительно высокой полевой устойчивостью (7,1-8 баллов) обладали 60,0% гибридных комбинаций, а 23,3% гибридов поражались бурой ржавчиной в слабой степени (6-7 баллов). Слабое поражение растений патогеном (на уровне 8 баллов) отмечено нами у гибридов STH-48 х Symfonia, Былина х Ragnal, Ява х Кобра.

Большинство гибридов первого поколения (60,0% от их общего числа) обладали сверхдоминированием признака «устойчивость к бурой ржавчине» (таблица 1). Депрессия наблюдалась у гибридов Symfonia х Былина, Ragnal х Symfonia. Промежуточное наследование этого признака было отмечено нами в семи гибридных комбинаций.

Положительный истинный гетерозис был отмечен нами в 60,0% комбинаций. Высокое значение гетерозиса в гибридных комбинациях Веда х Центос (34,5%), Веда х Легенда (36,4%), Саква х Лирика (30,4%), Саква х Легенда (35,7%) и Ява х Кобра (33,3%).

Гипотетический гетерозис у большинства гибридов был положительным. Самым высоким показатель гетерозиса оказался в гибридных комбинациях, которые отмечались нами выше. Конкурсный гетерозис был положительным, исключая одну комбинацию (Центос х Чемпион), где значение этого показателя (G_k) равнялось -11,8%. Интерес для дальнейшей селекционной работы по данному признаку представляют гибридные комбинации с высоким уровнем истинного гетерозиса.

Из приведенных выше данных можно заключить, что чем меньше поражался бурой ржавчиной один из компонентов скрещивания, тем выше была устойчивость и потомства первого поколения. Поэтому подбор родительских пар при селекции на устойчивость необходимо вести таким образом, чтобы один родитель обладал высокой устойчи-

востью к бурой ржавчине, а второй, по возможности, был среднеустойчивым. При таком подборе пар для скрещивания возможно получение сорта с длительной устойчивостью к патогену.

Корневые гнили. Оценка полученного гибридного материала показала, что примерно у 70,0% гибридов развитие корневых гнилей составило более 25%. Оценка гибридного материала F_1 в полевых условиях позволила выделить 9 гибридных комбинаций с развитием корневых гнилей на уровне 12,5-22,6%.

Изучение наследования устойчивости к корневым гнилям показало, что у изучаемых гибридов она доминирует. По этому поводу в литературных источниках высказано предположение, что восприимчивость к болезням сведена у гибридов к минимуму, поскольку они быстрее растут и раньше созревают, чем их родители. Указывается, что основным защитным механизмом злаков против возбудителей корневой гнили является физиологическая реактивность, повышенная жизнеспособность организма, противодействие ферментам и токсинам грибов-возбудителей, разрушающих ткани питающего растения. В связи с такой особенностью гибриды пшеницы, проявляющие гетерозис, более устойчивы, чем ее гомозиготные родительские формы.

Положительное сверхдоминирование данного признака выявлено у 22 гибридных комбинаций, или у 73,3% от их общего числа. Восемь гибридов имели частичный характер наследования устойчивости. Высокая степень доминирования отмечена нами у гибридов Веда х Легенда (30,6%), Лирика х STH-48 (40,4%), Легенда х Щара (43,8%).

Положительный истинный гетерозис по данному признаку отмечался у семи гибридных комбинаций, или у 23,3% от общего их числа. Данный показатель был сравнительно невысоким и варьировал в пределах от 3,9 до 19,0%. Высокие отрицательные значения истинного и гипотетического гетерозисов были в гибридных комбинациях Веда х Центос (-59,4 и -67,2% соответственно), Саква х Лирика (-61,3 и -64,5%), Центос х Городничанка (-56,8 и -59,6%).

Величина конкурсного гетерозиса имела положительное значение у одиннадцати гибридных комбинаций. Высокий данный показатель отмечен в потомстве от скрещиваний Ragnal х Symfonia (61,2%), Elena х Саква (36,1%) и Былина х Ragnal (33,2%). В селекционной работе на устойчивость к корневым гнилям интерес представляют комбинации с отрицательным истинным и гипотетическим гетерозисом.

Заключение. Таким образом, значительная часть полученных гибридов первого поколения озимой мягкой пшеницы поражалась возбудителями мучнистой росы, бурой ржавчины и корневых гнилей, но интенсивность развития фитопатогенов зависела от конкретной комби-

нации скрещивания. В отдельных комбинациях скрещиваний наблюдался эффект гетерозиса.

Можно констатировать, что устойчивость к грибным болезням гибридами F₁ наследуется по типу сверхдоминирования, неполного положительного или отрицательного доминирования. Может наблюдаться и промежуточный тип наследования, а также депрессия признака. Это указывает на единообразие гибридов первого поколения.

По мучнистой росе и бурой ржавчине были представлены практически все типы наследования устойчивости. Однако необходимо отметить, что частота встречаемости сверхдоминирования или гетерозиса по этим болезням составляет около 53 и 62% соответственно.

По корневым гнилям встречалось два типа наследования: сверхдоминирование или гетерозис и частичное доминирование родительской формы с наименьшим развитием болезни. В целом, наследование устойчивости к корневым гнилям шло по типу сверхдоминирования более устойчивого родителя и составило 77%. У гибридов по их устойчивости к болезням отмечались как положительные, так и отрицательные значения истинного и конкурсного гетерозиса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берлянд-Кожевников, В.И. Бурая ржавчина / В.И. Берлянд-Кожевников, М.А. Федин // Селекция пшеницы на устойчивость к основным грибным болезням / В.И. Берлянд-Кожевников, М.А. Федин. – М., 1977. – С. 20–23.
2. Будевич, Г.В. Результаты селекции озимой пшеницы на устойчивость к болезням / Г.В. Будевич // Земледелие и растениеводство: науч. тр. / Белорусский научно-исследовательский институт земледелия и кормов. – Минск, 2000. – Вып. 37. – С. 78–85.
3. Вареница, Е.Т. Селекция озимой пшеницы на иммунитет / Е.Т. Вареница, Б.И. Сандухадзе, А.Ф. Мозговой // Селекция и семеноводство. – 1981. – № 8. – С. 10–13.
4. Гуляев Г.В. Генетика / Г.В. Гуляев – М.: Колос, 1984. – С. 282–289.
5. Егураздова, А.С. Защита зерновых колосовых культур от грибных болезней в условиях интенсивного возделывания / А.С. Егураздова – М.: ВАСХНИЛ, 1986. – 41 с.
6. Коишибаев, М. Динамика болезней зерновых культур с листостебельной инфекцией в различных агроландшафтных зонах / М. Коишибаев, Л.А. Понамарсва, А.О. Кочоров // Стратегия земледелия и растениеводства на рубеже XXI века: материалы междунар. науч.-теорет. конф., Алматы, 1999 г. – Алматы, 1999. – С. 15–20.
7. Здоровье зернового поля / С.С. Санин [и др.] // Защита и карантин растений. – 1999 – № 3. – С. 28.
8. Коптик, И.К. Обоснование систематизации исходного материала в селекции озимой пшеницы / И.К. Коптик // Материалы науч. генет. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения А.Р. Жебрэка и 70-летию образования кафедр генетики в Моск. с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева, Москва, 26–27 февр. 2002 г. / Моск. с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева. – М., 2002. – С. 174–176.
9. Рассел, Г.Э. Селекция растений на устойчивость к вредителям и болезням / Г.Э. Рассел – М.: [б. и.], 1982. – 42 с.
10. Beil, G.M. Interitance of quantitative gene characters in grain sorghum / G.M. Beil, R.F. Atkins // Yowa J. Sci. – 1965. – V. 39, № 3. – P. 345–358.