

Л.П. Хлебова

Влияние генотипического разнообразия видов и условий выращивания на фертильность потомства первого беккросса *Triticum durum* Desf. x *Triticum timopheevii* Zhuk.

L.P. Khlebova

The Influence of Wheat Genotypical Diversity and Growing Conditions on the Fertility of the First Backcross Progeny *Triticum durum* Desf. x *Triticum Timopheevii* Zhuk

Изучена фертильность потомства первого беккросса гибридов *T. durum* x *T. timopheevii* в различных условиях выращивания. Установлено, что озерненность растений F_1BC_1 в большей мере определяется условиями среды по сравнению с генотипическим разнообразием родительских форм. Выращивание гибридов в наиболее благоприятных условиях сокращает количество стерильных растений и повышает фертильность до 30%.

Ключевые слова: твердая пшеница, пшеница Тимофеева, гибриды, фертильность, стерильность, возвратное скрещивание, условия среды, генотипическое разнообразие.

Тетраплоидный вид пшеницы *Triticum timopheevii* Zhuk. заслуживает большого внимания как резерв пополнения генофонда устойчивости к важнейшим грибным заболеваниям. В ряде стран этот вид привлекался к гибридизации с мягкой пшеницей. Такие работы завершились получением устойчивых к болезням интрогрессивных форм *T. aestivum* L. в США [1], ФРГ [2], СССР [3]. Гибридизация пшеницы Тимофеева с *T. durum* до настоящего времени не имеет широкого распространения в силу ограниченного возделывания данной культуры. Алтайский край является одним из ведущих производителей зерна твердой пшеницы в стране – основного сырья для макаронной промышленности. Однообразие возделываемых сортов по генам устойчивости, возникшее в результате распространения чистолинейных форм, способствует усилению вредоносности патогенной флоры, а следовательно, обострению фитопатологических проблем. В связи с этим использование генетического потенциала пшеницы Тимофеева в улучшении свойств твердой пшеницы весьма актуально.

Особенности гибридизации *T. timopheevii* с *T. durum* заключаются в частичной несовместимости видов и высокой стерильности первого поколения. Потомство этой генерации получают путем возврат-

The author studies the fertility of the first backcross progeny *T. durum* x *T. timopheevii* under conditions of different vegetations. It was stated that the environmental conditions have a stronger effect on the F_1BC_1 plants seed fertility than genotypical diversity of parental forms. Growing hybrids under the most favourable conditions reduces the number of sterile plants and increases seed fertility to 30 percentage.

Key words: durum wheat, timopheevii wheat, hybrids, fertility, sterility, backcross, environmental conditions, genotypical diversity.

ного скрещивания с родительскими формами [4; 5]. Однако сложности работы с отдаленными гибридами не исчерпываются почти полной автостерильностью и относительно низким (не более 12%) результатом беккросса. Низкий уровень озерненности последующих поколений приводит к тому, что большая часть с трудом полученного материала утрачивается. В константных поколениях гибридов исследователь, как правило, располагает ограниченным их объемом, что практически исключает выделение форм с комплексом хозяйственно важных признаков. Таким образом, фертильность растений F_1BC_1 фактически определяет судьбу рекомбинантных гамет *T. durum* x *T. timopheevii*, реализованных при успешном выполнении первого возвратного скрещивания. Изучение генотипической и модификационной изменчивости данного признака позволит найти пути повышения результативности межвидовых скрещиваний.

Материалом для исследования служили три набора гибридов F_1BC_1 , которые включают 15, 19 и 15 комбинаций. Зерна каждой комбинации, полученные в результате первого беккросса, делили на две части и высевали в различающихся условиях: зимне-весенней тепличной (Т1-06) и полевой (П-06), осенне-зимней тепличной (Т2-06) и полевой (П-06) и двух теплич-

ных вегетаций (Т1-06 и Т2-05). Генетическое разнообразие родительских форм представлено тремя образцами *T. timopheevii* v. *viticulosum* из коллекции ВИР: к-47793, к-18105, к-38855 и пятью сортами *T. durum* различного эколого-географического происхождения: Алтайка (Алтайский край), Шортандинская 71 (Казахстан), Ангара (Красноярский край), Оренбургская 2 (Поволжье) и I 310100 (США). Рекуррентным родителем выступали сорта твердой пшеницы. Фертильность растений определяли как

количество завязавшихся зерен от числа развитых цветков в процентах. Для статистической обработки данных использовали дисперсионный и корреляционный анализы [6].

Индекс плодovitости 15 гибридов F_1BC_1 в вегетацию Т1-06 варьировал от 10,8 до 44,5% (рис. 1). Распределение растений первого беккрасса по классам фертильности свидетельствует о том, что доля хорошо озерненных особей (81–100%) невелика и в среднем составила 14,9% (рис. 2).

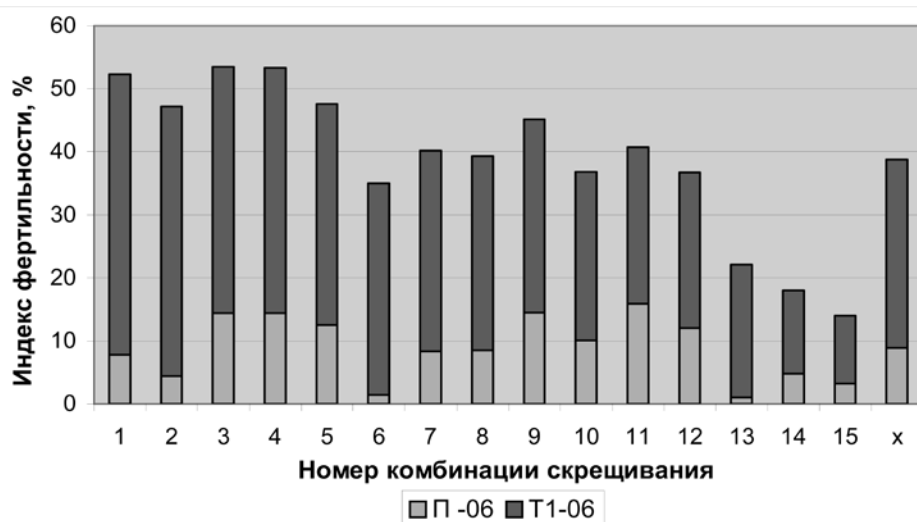


Рис. 1. Фертильность гибридов F_1BC_1 *T. durum* × *T. timopheevii*

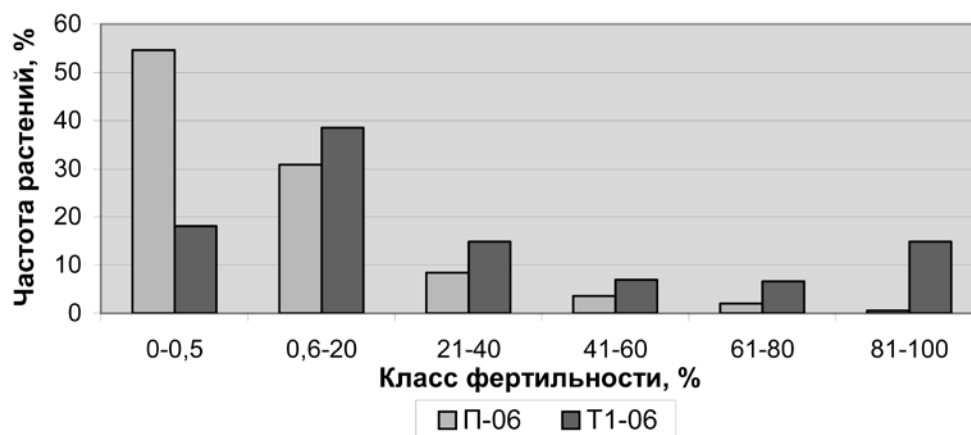


Рис. 2. Частота растений с различным уровнем фертильности гибридов F_1BC_1 *T. durum* × *T. timopheevii*

Генотипическое варьирование внутри данного класса составило 2,5–29,3%. Средняя частота гибридов F_1BC_1 , сохранивших фертильность на уровне первого поколения *T. durum* × *T. timopheevii*, т.е. 0,0–0,5%, также оказалась сравнительно небольшой (18,1%) и изменялась от 0,0 до 44,0%. Большая часть растений (38,5%) имела от 0,6 до 20% цветков, завязавших зерна. В этом классе фертильность варьировала от 22,7 до 50,0% в зависимости от комбинации скрещивания. Частоты растений в классах плодovitости 41–60 и 61–80% были близкими и равными 7,0 и 6,6% соответственно (рис. 2).

Анализируя фертильность гибридов F_1BC_1 при выращивании их в условиях вегетации Т1-06, можно заключить, что одно возвратное скрещивание существенно повысило количество озерненных цветков. Фертильность растений F_1BC_1 в среднем составила 39,9%. Необходимость второго возвратного скрещивания сохранилась лишь для небольшой части потомства, а для некоторых гибридов вовсе отсутствовала.

Фертильность этих же гибридных комбинаций в полевых условиях (П-06) оказалась гораздо ниже: число цветков, завязавших зерна, в среднем составило 8,9%, а изменчивость по данному признаку не превы-

шала 15,9%. Таким образом, среднее значение индекса плодovitости растений F_1BC_1 было в вегетацию T1-06 в 3,4 раза выше, чем в П-06 (рис. 1).

Для основного количества гибридов в полевых условиях модальным являлся класс с фертильностью на уровне $F_1 T. durum \times T. timopheevii$, для трех комбинаций – класс 0,6–20% озерненных цветков. Эти два класса включали в данных условиях подавляющее большинство растений первого беккросса – в среднем 85,4%. Четыре комбинации полностью состояли из растений с фертильностью не выше 20%. То есть при выращивании первого беккроссного поколения в поле для 25,4–83,3% растений выполнение возвратного скрещивания столь же необходимо, как и для F_1 . Средняя частота растений с высокой фертильностью оказалась в полевых условиях в сравнении с зимне-

весенней вегетацией в теплице ниже: в 3 раза сократилась доля растений в классе плодovitости 61–80%, более чем в 20 раз – в классе 81–100% (рис. 2).

Изучение второй группы гибридов F_1BC_1 (19 комбинаций), выращенных в условиях двух тепличных вегетаций (T1-06, T2-05), также обнаружило существенное различие по уровню фертильности (рис. 3). Среднее значение признака в вегетацию T2-05 составило 7,1%, изменяясь от 0,9 до 19,9%; в условиях T1-06 – 20,0% (варьирование 5,1–39,5%). При посеве в теплице осенью (T2-05), как и в полевых условиях, более половины растений были стерильными (55,8%) (рис. 4). У половины гибридных комбинаций не наблюдалось ни одного растения с озерненностью выше 40%, в то время как в вегетацию T1-06 их частота составила более 20%.

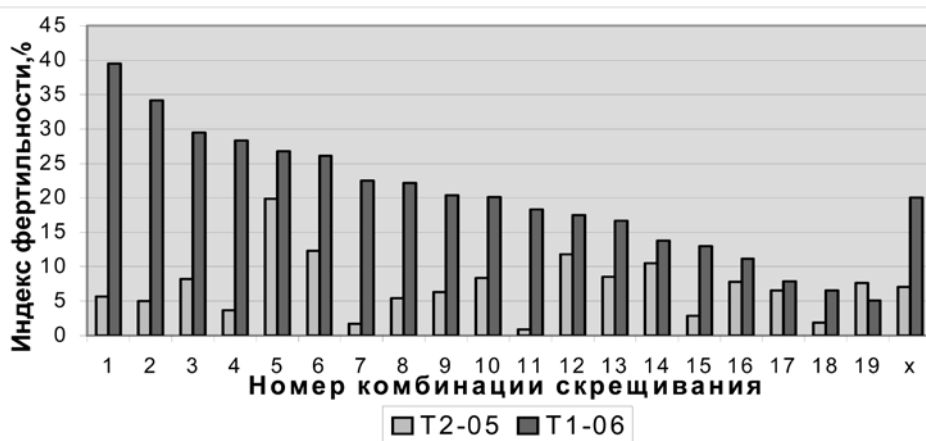


Рис. 3. Фертильность гибридов $F_1BC_1 T. durum \times T. timopheevii$

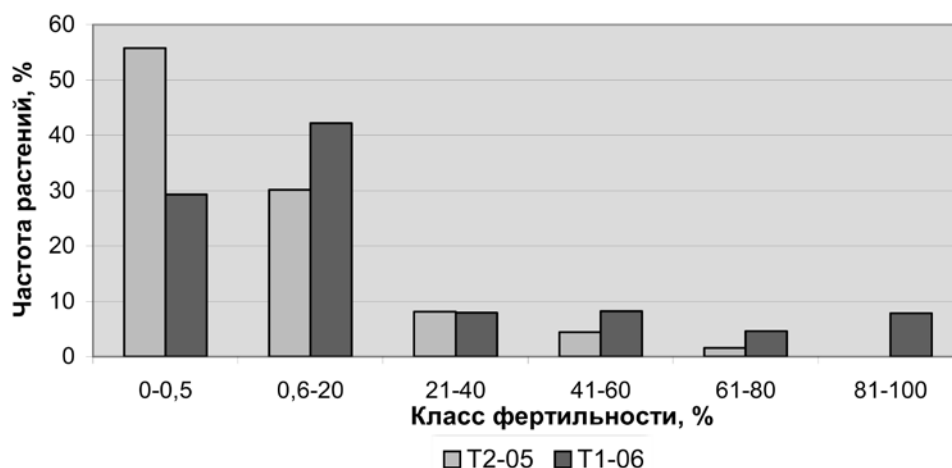


Рис. 4. Частота растений с различным уровнем фертильности гибридов $F_1BC_1 T. durum \times T. timopheevii$

Результаты испытания третьего набора гибридов (15 комбинаций) в двух различных условиях (П-06 и T2-06) подтвердили полученные ранее данные. Фертильность растений первого беккросса в теплице в среднем по всем комбинациям почти в три раза пре-

высила значение этого признака в полевых условиях и составила 19,9%, варьируя по генотипам от 6,4 до 27,0% (рис. 5). Уровень озерненности растений при выращивании в поле был 5,0%, генотипическая изменчивость находилась в пределах 0,3–10,8%. В полевых

условиях модальным (60,1%) являлся класс растений с озерненностью на уровне гибридов первого поколения. Практически не обнаружено растений с фертильностью выше 60%. В то же время условия осенне-зимней вегетации в теплице (Т2-06) способствовали появлению высокоозерненных и существенно снизили количество стерильных растений (рис. 6).

Таким образом, роль модификационной изменчивости в плодовитости F_1BC_1 поколения межвидовых гибридов *T. durum* × *T. timopheevii* очевидна. Факторы

среды могут уравнивать по фертильности растения F_1 и F_1BC_1 , тем самым резко сократить изначально реализованную при получении семян F_1BC_1 генетическую изменчивость. Генетически различающиеся гибриды в полевых условиях обнаружили существенно более низкую фертильность по сравнению с тепличными вегетациями. Наиболее благоприятным для реализации максимальной озерненности оказалось выращивание гибридов в весенне-зимнюю вегетацию (январь-апрель).

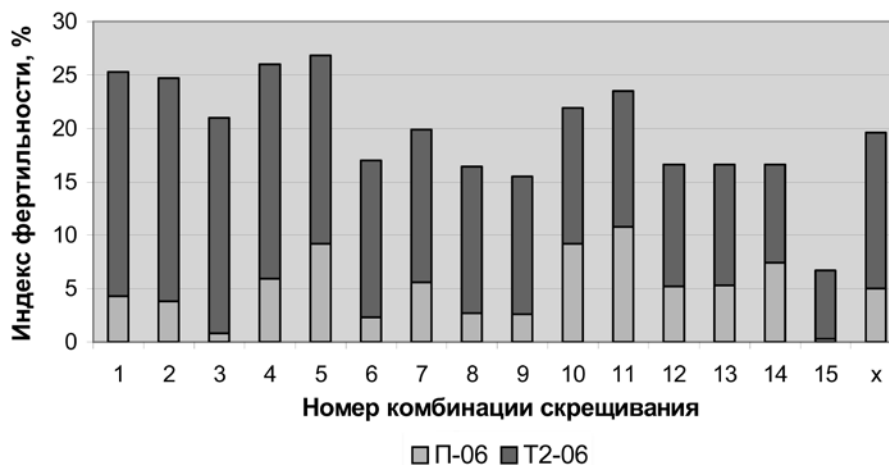


Рис. 5. Фертильность гибридов F_1BC_1 *T. durum* × *T. timopheevii*

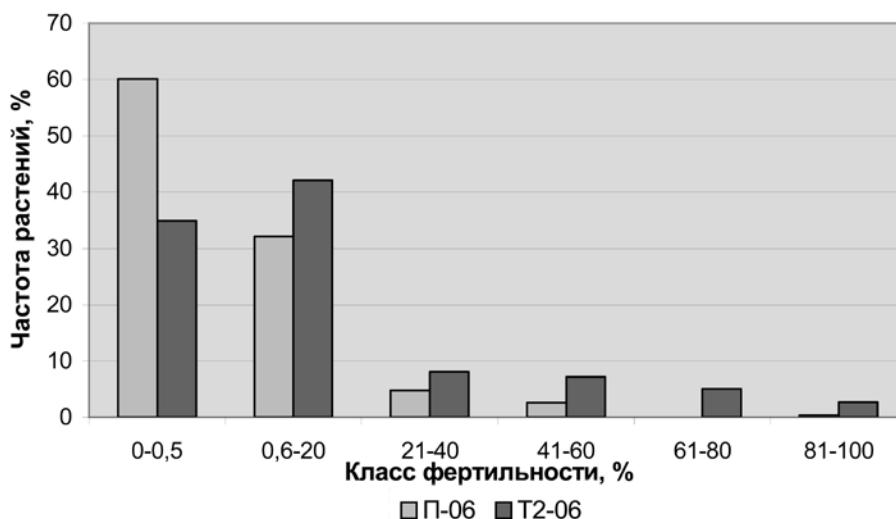


Рис. 6. Частота растений с различным уровнем фертильности гибридов F_1BC_1 *T. durum* × *T. timopheevii*

Сильную модификационную изменчивость межвидовых гибридов твердой и Тимофеева пшениц отмечал в своих работах А. Захаржевский [7]. Во втором поколении стерильные растения выщеплялись при различных условиях с частотой 25–56%; доля хорошо озерненных растений изменялась от 14 до 25%. Кроме того, автором обнаружены единичные растения с озерненностью 200–245 семян; среди сортов твердой пшеницы, выращенных в тех же условиях, подобные

особи не наблюдались. О широком варьировании анализируемого признака в зависимости от генотипических особенностей гибридных комбинаций сообщает А. Киш [8]. Уровень фертильности растений F_2 9 комбинаций *T. durum* × *T. timopheevii* составил от 2,7 до 22,1%.

Результаты изучения трех наборов гибридов F_1BC_1 *T. durum* × *T. timopheevii*, каждый из которых был выращен в двух различных условиях, послужили

основой для выполнения двухфакторного дисперсионного анализа. Выяснилось, что условия оказывают достоверное влияние на изменчивость фертильности растений первого поколения первого беккросса. Для одного набора гибридов установлено статистически значимое влияние генотипов гибридов и условий выращивания, а также их взаимодействия. Однако относительная доля фактора «условия» составила 76,8; 77,4 и 73,2% для разных наборов гибридов. Следовательно, модификационная изменчивость плодовитости F_1BC_1 межвидовых гибридов статистически доказана, по своей стабильности она превосходит влияние генотипического разнообразия. Более высокая фертильность характерна для всех комбинаций в условиях зимне-весенней вегетации (Т1-06). По-видимому, факторы внешней среды оказывают однозначное влияние на изменчивость индекса плодовитости. Сопряженность значений анализируемого признака, полученных в разных условиях среды, не установлена. Коэффициенты корреляции по исследуемым наборам гибридов оказались статистически не значимыми ($r_1 = 0,32$; $r_2 = 0,12$; $r_3 = -0,04$). Вероятно, адаптивные возможности изученных гибридных комбинаций различны.

В вегетацию Т1-06 выращивали две группы гибридов, исходные зерна которых были получены в различных условиях с результатом, различающимся в два раза (рис. 1, 3). Это позволило установить влияние условий получения зерен F_1BC_1 на фертильность выращенных из них растений. Озерненность перво-

го набора гибридов, полученного с более высоким результатом, оказалась на 10% выше. Распределение растений по классам фертильности сохранило тенденцию в обеих группах. Однако во втором наборе, включающем 19 комбинаций, частота растений с фертильностью на уровне гибридов F_1 увеличилась на 11%, частота высокоплодовых растений с озерненностью 60–100% снизилась в 1,7 раза (рис. 2, 4). Это и обусловило более низкое среднее значение изучаемого признака. Следовательно, условия получения зерен F_1BC_1 оказывают влияние на фертильность выращиваемых из них растений. Из зерен первого беккросса, полученных с большим успехом, развиваются в среднем более фертильные растения.

Таким образом, полученные экспериментальные данные позволяют заключить, что фертильность растений F_1BC_1 *T. durum* × *T. timopheevii* в большей мере определяется условиями выращивания, чем генотипическим разнообразием видов пшеницы. Более высокая озерненность установлена в условиях зимне-весенней вегетации в теплице (Т1-06). Выращивание гибридов в более благоприятных условиях сокращает частоту стерильных и увеличивает долю высокофертильных растений, что повышает средний уровень озерненности до 30%. Условия получения семян F_1BC_1 влияют на их фертильность. Разработка оптимальных режимов выращивания растений в фитотронах может существенно повысить результативность работы с отдаленными гибридами.

Библиографический список

1. Allard R.W., Shands R.G. Inheritance of resistance to stem rust and powdery mildew in cytological stable spring wheat derived from *Triticum timopheevii* // *Phytopathology*. – 1954. – V. 44.
2. Wienhues-Ohelendorf A. Ergebnisse der bastardierung unter besonderer berucksichtigung des krankheitsresistenz // *Zuchter*. – 1957. – B. 27.
3. Скурыгина Н.А. Интрогрессия генов устойчивости к болезням *Triticum timopheevii* Zhuk. в геном мягкой пшеницы при беккроссах // *Бюл. ВИР*. – Вып. 89.
4. Козловская В.Ф., Григорьева Л.П. Скрещиваемость, автофертильность гибридов F_1 и успех беккроссирова-

5. Хлебцова Л.П. Межвидовая совместимость тетраплоидных пшениц *Triticum durum* Desf. и *Triticum timopheevii* Zhuk. // *Известия АлтГУ*. – 2009. – №3.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М., 1990.
7. Захаржевский А.А. О гибридах пшеницы Тимофеева // *Селекция и семеноводство*. – 1950. – Т. 7.
8. Киш А. Исследования по скрещиванию *T. timopheevii* x *T. durum* // *Растениеводство*. – 1953. – Т. 2, №4.