

№5 1998 год

ПОВЫШЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ОТБОРА ПРИ СЕЛЕКЦИИ САМООПЫЛИТЕЛЕЙ

Обычно приложение генетики к селекции видят в разработке способов увеличения полиморфизма (мутагенез, отдаленная гибридизация). Но ключевой проблемой селекции является не полиморфизм, а распознавание ценных генотипов в гетерогенной популяции. Поэтому мы сосредоточим внимание на проблеме селекционного отбора в двух основных вопросах, **что** и **как** отбирать.

Часто целью первичного отбора в селекционных питомниках считают поиск «уникального» генотипа — будущего кандидата в сорта. С этой целью отбор ведется по большому комплексу признаков, прежде всего по продуктивности. Но прямой отбор продуктивных растений по фенотипу затруднен из-за высокой паратипической изменчивости, которая на 1-2 порядка превышает генотипическое варьирование в гибридной популяции (Драгавцев и др., 1983). В итоге при отборе продуктивных генотипов по фенотипу удается распознать от 2 до 5 растений из 1000 ценных генотипов (Литун и др., 1980). Кроме того, урожай формируется посевом и потому является типичным групповым признаком (Малецкий, 1982), который в принципе не может оцениваться на отдельном растении. По этой причине отбор высокопродуктивных генотипов следует отодвинуть на заключительные этапы селекции, когда незначительное число перспективных форм выйдет на большие делянки.

С другой стороны, реализация высокого урожая сортом невозможна без его приспособленности к местным условиям — наличия устойчивости к неблагоприятным экологическим факторам данного региона и специфическим для него болезням растений. Было показано (Коваль, Токарев, 1980; Коваль, 1985), что задача начальных этапов отбора должна заключаться не в выделении конкретных ценных растений, а в обогащении популяции устойчивыми формами и уменьшении ее объема за счет выбраковки недостаточно устойчивых к болезням, к экологическим стрессам и, следовательно, неспособных реализовать в поле свою продуктивность генотипов.

Разработанный нами метод комплексного отбора на провокационных фонах (Коваль, 1985) позволяет быстро проработать в лабораторных условиях огромные популяции и тем самым сократить размер селекционируемой выборки в 1000 раз. Суть его сводится к следующему.

1. Для отбора на устойчивость рекомендуется использовать провокационные фоны не отдельными тестами, а в комплексах из нескольких следующих друг за другом отборов по различным показателям. Устойчивость растений к любому природному комплексу условий обусловлена рядом физиолого-генетических параметров (Коваль, 1980), которые оцениваются отдельными лабораторными тестами. Часть популяции, отобранная в первом тесте, используется для отбора по второму параметру, а отобранные в нем растения поступают на третий провокационный фон и т.д. Каждый из тестов распознает необходимый нам генотип с вероятностью P и ошибкой $Q=1-P$. Суммарное распознавание в комплексе из n последовательных тестов $P=1-Q_1 Q_2 Q_3 \dots Q_n$. Поскольку каждая ошибка Q меньше единицы, их произведение дает величину, стремящуюся к нулю по мере увеличения числа тестов. Точность суммарной оценки при этом возрастает.
2. Для ускорения процедуры отбора предусматривается замена количественных инструментальных оценок на качественные, визуальные оценки (живой — мертвый, растет — не растет).
3. Наибольшая производительность комплексного отбора может быть достигнута при проведении оценок на прорастающем зерне (Коваль и др., 1983), в культуре клеток или при гаметофитном отборе. Это несколько сужает круг генетических систем, пригодных для отбора, но позволяет перенести первые этапы селекции из полевых условий на лабораторный стол, ускорить процесс отбора и повысить его результативность.

Практическое использование этого приема (Коваль и др., 1983) позволило в короткий срок создать непрорастающий в колосе аналог Новосибирской 67.

Первым этапом комплексного отбора на провокационном фоне может быть гаметофитный отбор, позволяющий прорабатывать выборки во многие миллионы гамет. Жизненный цикл высших растений представлен спорофитной и гаметофитной фазой. Гаметофитная фаза, несмотря на небольшой срок «жизни», играет немаловажную роль в процессе эволюции и передаче генетической информации. Значительная часть генома растений экспрессируется как в диплоидной, так и в гаплоидной фазе развития. Это и позволяет проводить нам отбор на гаметном уровне. Благодаря этому открывается возможность быстро проработать выборки, состоящие из многих миллионов гамет, и выделять редкие генотипы, получая устойчивые формы.

Традиционно в практической селекции почти не используются отборы на гаметном уровне. Исключением могут служить работы, направленные на повышение устойчивости кукурузы и томатов к температурным стрессам (Простакова и др., 1993; Лях и др., 1993; Grova et al., 1995).

Большинство работ по гаметной селекции посвящено изучению устойчивости к температурным стрессам, засухе и патогенам. Значительно меньше внимания уделяется устойчивости к тяжелым металлам и засолению. Как один из случаев гаметофитного отбора можно рассматривать изменение солеустойчивости при выращивании растений F_1 на фоне повышенного содержания NaCl.

Нами было показано (Быстров, Коваль, 1996), что выращивание гетерогаметной популяции (растений F₁) в условиях засоления приводит к повышению солеустойчивости в последующих поколениях (из-за изменения частот генов, контролирующих этот признак). Сам по себе этот факт представляет интерес для практической селекции, поскольку позволяет проводить массовый негативный отбор уже в первом поколении гибридов. При этом мы почти гарантированы от потери ценных генотипов и обогащаем гибридную популяцию генами устойчивости.

Известно, что пыльцевых зерен формируется на несколько порядков больше, чем женских гамет, и они более подвержены воздействию внешних факторов. Поэтому логично было бы предположить, что в гаметном отборе они играют ведущую роль. Однако сдвиг частот генов при воздействии засоления на гаметофит высших растений в равной степени обусловлен отбором как среди *сформированных* пыльцевых зерен, так и среди *женских гаметофитов*. В то же время воздействие стрессового фактора во время *формирования* мужского гаметофита (созревания пыльцы) практически не оказывает влияния на устойчивость последующих поколений.

Возможность отбора (за счет избирательной гибели или преимущественного участия в оплодотворении) среди пыльцевых зерен известна давно. Но отбор среди женских гамет практически не изучен. Поэтому в ближайшее время наибольший теоретический интерес представляет изучение механизмов отбора среди женских гамет.

С практической точки зрения разработка методов гаметного отбора в составе комплексного отбора на провокационном фоне позволит повысить эффективность селекционного процесса и сократить время, необходимое для создания сорта.

Литература

1. Быстров Р.А., Коваль В.С. Изменение солеустойчивости ячменя в результате выращивания гетерогаметной популяции на провокационном фоне // Генетика. 1996. Т. 32, № 12. С. 1657-1660.
2. Драгавцев В.А., Шкель Н.Н., Ничипоренко Н. Задачи идентификации генотипов по продуктивности растений на ранних этапах селекции // Вопросы селекции и генетики зерновых культур: Сб. науч. тр. – М., 1983. С. 237-251.
3. Коваль С.Ф. Проблема устойчивости зерновых в селекции. Отбор и оценка селекционного материала // Проблема отбора и оценки селекционного материала: Сб. науч. тр. – Киев: Наукова думка, 1980. С. 58-62.
4. Коваль С.Ф. Комплексный отбор ценных генотипов на провокационном фоне у самоопыляющихся культур // С.-х. биология. 1985. N 3. С. 3-13
5. Коваль С.Ф., Ермакова М.Ф., Дундук И.Г. Выделение краснозерной формы пшеницы из сорта Новосибирская 67 методом комплексного отбора на провокационном фоне (АНК-1) // Проблемы селекции с.-х. растений: Сб. науч. тр. – Новосибирск, СО ВАСХНИЛ, 1983. С. 52-58.
6. Коваль С.Ф., Токарев Б.И. Применение комплекса провокационных фонов для отбора растений // Проблема отбора и оценки селекционного материала: Сб. науч. тр. Киев: Наукова думка, 1980. С. 32-36.
7. Литун П.П., Манзюк В.Т., Барсукова П.Н. Методы идентификации генотипов по продуктивности растений на ранних этапах селекции // Проблемы отбора и оценки селекционного материала: Сб. науч. тр. – Киев: Наукова думка, 1980. С. 16-28.
8. Лях В.А., Сорока А.И. Эффективность микрогаметного отбора на устойчивость кукурузы к температурному фактору // С.-х. биология. 1993. N 3. С.38-44.
9. Малецкий С.И. Групповые признаки растений // Популяционно-генетические аспекты продуктивности растений. Новосибирск: Наука, 1982. С. 5-27.
10. Простакова Ж.Г., Бронштейн А.И., Балашова Н.Н. Реакция на токсин как тест-система оценки устойчивости сои к фузариозу // С.-х. биология. 1993. № 3. С.32-37.
11. Frova C., Portaluppi P., Villa M., Sari Gorla M. Sporophytic and gametophytic components of thermotolerance affected by pollen selection // J. of Hered. 1995. V. 86. № 1. P. 50-54.

В.С. Коваль, С.Ф. Коваль,
Сектор генетических основ селекции растений,
ИЦиГ СО РАН, Новосибирск