

УДК 633.111«321»:004.12

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ, МЕТОДЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ АДАПТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ

В.М. Бебякин, Т.Б. Кулеватова*, Н.И. Старичкова

Саратовский государственный университет,
кафедра методики преподавания биологии и экологии
E-mail: biofak@sgu.ru

*ГНУ НИИСХ Юго-Востока

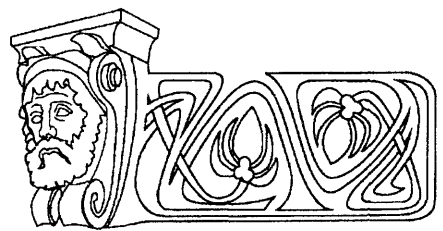
E-mail: raiser@mail.saratov.ru

В статье рассматриваются методы оценки пластичности, стабильности и гомеостатичности, обсуждается последовательность оценки экспериментального материала по адаптивным свойствам растений.

Methodical approaches, methods and estimation criteria of plant autoadaptivity

V.M. Bebyakin, T.B. Kulevatova, N.I. Starichkova

The paper considers methods for estimation of plasticity, stability, and homeostaticity. The order of estimating experimental material on plant adaptive properties is discussed.



Адаптивные свойства сортов отражают пластичность, стабильность и гомеостатичность. Прежде чем приступить к их оценке, необходимо:

1) выявить генотип-средовые эффекты – сезонные и региональные, если испытания сортов проводились во времени и в пространстве, по уровню и значимости корреляции между одноименными признаками, измеренными в разные годы и в разных пунктах;

2) провести оценку основных источников



средовых влияний (год, пункт, фон) на величину признака, что позволит оценить, какая схема эксперимента наилучшим образом раскрывает различия между генотипами;

3) оценить эффективность взаимодействия генотипов с факторами внешней среды: чем сильнее взаимодействие, тем лучше среда для оценки адаптированности генотипов. Если изучение велось в нескольких пунктах в течение нескольких лет, то наибольший интерес представляют два взаимодействия: сорт \times годы, сорт \times пункты. Если влияние среды во всех случаях существенно, то анализ критериев адаптивности является правомерным;

4) выявить долю влияния или вклад различных факторов в определение показателей сорта. Если взаимодействие генотипов со средой и различия между средами испытаний доказаны, то приступают к расчету показателей адаптивных свойств.

К настоящему времени накоплено достаточно информации по эффективности различных методов оценки пластичности и стабильности сортов. Из всех статистических методов, по мнению многих исследователей, наиболее информативным, точным и объективным является метод, предложенный Эберхартом и Расселом. Он позволяет оценивать пластичность по коэффициенту линейной регрессии (b_i) и стабильность через средний квадрат отклонений от линии регрессии (S_i^2). Располагая данными по b_i и средним уровнем признака, можно прогнозировать порядок расположения сортов по тому или иному признаку в лучших или худших условиях.

Метод Эберхарта—Рассела позволяет отобрать генотипы по общей их реакции на лимитированные факторы среды. Генотипы, отзывчивые на улучшение условий, будут в сравнении с менее отзывчивыми формировать более высокое качество зерна в хороших условиях, а в плохих могут оказаться и низкокачественными. При оценке пластичности по коэффициенту регрессии (b_i) необходимо учитывать достоверность отклонения значений b_i от 1, то есть от средней по всему набору сортов. Значимость t -критерия находят по формуле $t = (b_i - 1) / S_b$ (ошибка). Напомним, что если b_i достоверно выше 1, то это свидетельствует о прогрессивном увеличении признака под влиянием улучшения условий выращивания, если b_i меньше 1, то сорта показывают лучшие результаты в неблагоприятных условиях среды. В этом случае изменения условий выращивания не вызывает адекватного изменения признака у изучаемого сорта. Если значения b_i достоверно не отклоняются от 1, то при любом их уровне изменение признака у конкретного сорта будет в точности следовать за изменением условий среды. Генотип с отри-

цательной регрессией на условия среды является пластичным, так как высоко адаптирован в среде лимитированной и слабо адаптирован в безлимитных средах. Коэффициент линейной регрессии показывает, насколько изменяется количественная выраженность признака при «переходе» от одного пункта испытания в другой. Наиболее ценны генотипы, у которых b_i значимо выше 1, а варианса стабильности (S_i^2) несущественна по критерию значимости (F) признака на индекс среды.

S_i^2 — дисперсия отклонения от линии регрессии. Чем меньше эта величина, тем более устойчив признак во времени и в пространстве. Нами установлено, что b_i и S_i^2 отражают разные стороны процесса адаптации, так как корреляция между ними незначима. При оценках пластичности (b_i) и стабильности по Эберхарту и Расселу для F и t -критериев принимается 5%-ный уровень значимости.

На основе использования стабильности, эквивалентов по Врике, регрессионного, корреляционного и кластерного анализов в Институте Юго-Востока разработана программа оценки фенотипической стабильности, в основу которой положена экологическая регрессия. Анализ возможен только при значимости взаимодействия генотип—среда. В программе используются: а) коэффициент регрессии и его ошибка (S_b), t -критерий; б) коэффициент вариации отклонений от регрессии; в) коэффициент адекватности регрессии; г) графическое изображение линии регрессии сортов на индексы среды. При анализе сортов малая доля во взаимодействии соответствует высокой экологической стабильности, а высокая — низкой. По коэффициенту адекватности судят о степени совпадения результатов отдельного сорта или опыта с серией сортов (опытов).

Известно, что эквиваленты характеризуют степень колебания исследуемого признака или свойства в различных условиях внешней среды отдельно по каждому сорту, но в общем их взаимодействии. Эквиваленты более правильно характеризуют пластичность сортов, чем сумма квадратов отклонений каждого сорта по фактору «окружающая среда» (местности + годы). Они оценивают ту часть взаимодействия генотип—среда, которая приходится на отдельный сорт. Оценку значимости между эквивалентами проводят с помощью критерия Фишера:

1) выясняют целесообразность размещения сортов в различных климатических зонах;

2) обосновывают направления селекции по зонам;

3) проводят генетико-селекционную оценку сортов и форм по признаку экологической пластичности с целью дальнейшего их использования в селекции.



При определении стабильности часто пользуются коэффициентом вариации, вычисление которого не требует сложных и трудоемких расчетов. По нашим данным, величина коэффициента вариации признака в пределах сред испытания по каждому генотипу неплохо согласовывается с большинством характеристик адаптивности, она может быть востребованной для тестирования стабильности сорта при условии многолетних испытаний.

Для оценки адаптивного потенциала сортов предложен и целый ряд других критериев: индекс стабильности (ИС), показатель уровня признака и стабильности сорта – ПУСС (Неттевич Э.Д., Моргунов А.И., Максименко М.И., 1985).

Наибольший же интерес для селекции яровых пшениц в условиях Нижнего Поволжья представляют методы и подходы к оценке гомеостаза. Высокогемеостатичный генотип слабо реагирует на ухудшение условий и хорошо отзывается на их улучшение. Гомеостаз, по заключению В.В. Хангильдина, не что иное, как способность генетических механизмов сводить к минимуму последствия воздействия неблагоприятных внешних условий. В наших экспериментах, связанных с оценкой гомеостатичности яровых мягких и твердых пшениц, а также озимой ржи, использовались величина H_i , предложенная С.П. Мартыновым, и критерии, рекомендованные В.В. Хангильдиным (HOM , $HOM_{(opt-lim)}$, S_c).

Гомеостатичность часто связывают со стабильностью, ниже будет показано, насколько это правомерно. Выявление гомеостаза по H_i требует полевых экспериментов с повторениями при рендомизации в них изучаемых сортов или гибридов, а также значимости взаимодействия генотипов со средой. Значения H_i могут быть как положительными, так и отрицательными, вариация их от сорта к сорту довольно широкая, что свидетельствует о хорошей их информативности. И что немало важно, при оценке сортов по гомеостатичности выдается доверительный интервал, по которому можно судить о различиях между изучаемыми генотипами. Чем выше положительные значения H_i , тем выше гомеостатичность генотипа. То же самое можно отметить и в отношении оценок гомеостаза по В.В. Хангильдину (S_c, HOM).

На критерии $HOM_{(opt-lim)}$ следует остановиться более подробно. Для признаков с отрицательным знаком чем больше отрицательное значе-

ние $HOM_{(opt-lim)}$, тем выше гомеостаз сорта или гибрида. Для признаков же с положительным знаком установлено следующее:

а) отрицательное значение $HOM_{(opt-lim)}$ является показателем того, что на лимитированном фоне проявление признака сильнее, то есть гомеостаз высокий;

б) максимальное и положительное значение $HOM_{(opt-lim)}$ указывает на то, что на оптимальном и лимитированном фонах проявление признаков одинаковое – высокий гомеостаз;

в) минимальное положительное значение $HOM_{(opt-lim)}$ свидетельствует о том, что с “переходом” сорта на лимитированный фон признак изменяется в сторону его снижения (ухудшения) максимально. В качестве меры относительной гомеостатичности сортов и гибридов может использоваться и коэффициент вариации, позволяющий получать вполне удовлетворительные результаты, однако при этом уровень признака не учитывается.

Экологические испытания сортов и линий целесообразнее проводить в разреженных посевах, а наиболее перспективных из них – в посевах, близких по площади питания к производственным.

Количество характеристик, призванных оценивать пластичность, стабильность и гомеостатичность, непрерывно возрастает в связи с важностью проблемы повышения адаптивности сортов и гибридов, представляющих селекционный и производственный интерес. По этой причине нами была проведена факторизация 10 из них, рекомендованных для селекционных целей. Установлено, что минимальная система критериев адаптивности при размещении твердой пшеницы в разреженных посевах включает HOM , b_i , S_i^2 .

Для получения информации об адаптивных свойствах твердых пшениц в производственном посеве необходимо оценить HOM , H_i , S_i^2 . Но поскольку H_i тесно связана с показателями физических свойств теста, то целесообразнее оценивать HOM , b_i , S_i^2 . Таким образом, минимальная система характеристик адаптивности яровых твердых пшениц по физическим свойствам теста включает b_i , S_i^2 и HOM .

Пластичность, устойчивость и гомеостатичность сортоспецифичны. Сорта яровых мягких и твердых пшениц, как правило, не совмещают в одном генотипе пластичность и стабильность.