

ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО АДАПТИВНОГО РАСТЕНИЕВОДСТВА

**В. И. Кравченко, Всероссийский НИИ растениеводства им.
Н.И. Вавилова**

В селекции растений на устойчивость к инфекционным болезням решающую роль играют компоненты скрещивания, используемые при гибридизации. Доноры устойчивости, привлекаемые для этой цели, условно классифицируются на два типа: с нестабильным и стабильным проявлением признака.

В селекции чаще используют источники первого типа, обладающие расоспецифическим эффектом. В генотип улучшаемого растения проще ввести гены, контролирующие устойчивость к отдельным расам возбудителя. Однако такая устойчивость легче преодолевается паразитом и полезный срок использования такого сорта ограничен. Придание сортам стабильной устойчивости, которую контролирует комплекс генов, сопряжено со многими трудностями, в том числе и с ограниченным числом таких доноров.

Сейчас уже определенно доказано, что в сортиментах культурных растений обнаруживается лишь очень небольшое число культиваров, устойчивость которых контролируется эффективными генами, стабильно поддерживающими признак невосребованности. В генофонде растений среди сотен и даже тысяч выделенных устойчивых форм чаще встречаются сорта и линии не с различными генами, а с тождественными факторами. Например, у пшеницы до 50% сортимента составляют сорта разного происхождения, но с геном Lr23, определяющим устойчивость к бурой ржавчине. Такое же положение отмечается с устойчивостью к твердой головне и мучнистой росе пшеницы, пыльной головне ячменя и другим болезням. Широкое и бесконтрольное использование в селекции подобных доноров неизбежно приводит к развитию генетической однородности растений по одному фактору и, как следствие увеличению их уязвимости болезнями.

Ограниченный состав генов устойчивости, пригодных для селекционной работы, вынуждает специалистов искать новые пути защиты посевов от вредного воздействия биотрофов.

Одним из наиболее реальных способов может служить прием рационального использования уже имеющегося генетического материала для получения эффекта так называемой затяжной устойчивости. По мнению многих ученых, выращивание культиваров в смесях, треть которых имеет специфическую устойчивость, обуславливает хорошую (экономически оправданную) защиту посевов. Эффективность этой устойчивости, присущая, например, некоторым сортам овса в Израиле, оказалась довольно высока. Так, наличие 1/3 специфических культиваров с устойчивостью дикорастущего овса в посевах позволило защитить культуру от разрушительного воздействия корончатой ржавчины. То же отмечалось в Англии на культуре ячменя, где включение в посев трети культиваров со специфической устойчивостью к мучнистой росе было эквивалентно 4-кратному применению пестицидов. Аналогичные результаты были получены в США на картофеле. Этот прием, носящий термин диверсификация, уже находит применение и рекомендуется Европейской организацией защиты растений для использования в широкой практике. Но сама основа всей диверсификации зависит от возможностей, которыми располагают специалисты для идентификации у сортов генной устойчивости, а также для слежения за динамикой генов вируленности в популяциях патогенов. То есть и в этом перспективном приеме успех диверсификации зависит от состава эффективных генов специфической устойчивости. Тем не менее пространственная и временная диверсификация являются способами, которые, сохраняя селекционную целостность сорта, могут увеличить агрономическую продолжительность определенной устойчивости в посевах. Таким образом, в зависимости от взаимодействующей пары растения-хозяина и паразита неполная генетическая

защита (специфическая или общая) может обеспечить популяциям растений соответствующий уровень затяжной защиты от поражения. Гетерогенность, в конечном счете, признается эффективным механизмом уменьшения степени развития болезней у популяций растений. Такой феномен взаимодействия перспективен для защиты многих культур, особенно тех, у которых генофонд беден факторами устойчивости.

Большим разнообразием по устойчивости к инфекционным болезням обладают местные, стародавние сорта-популяции. В них сосредоточено значительное число неидентичных генов, которые стабильно контролируют признак устойчивости и перспективны для процесса диверсификации.

Это знал еще Н.И. Вавилов и в период перевода индивидуального земледелия на промышленную основу в 20 — 30-х годах интенсивно собирал в Мировую коллекцию ВИР стародавние, местные сорта сельскохозяйственных культур. Он первый отметил их высокую гетерогенность по признаку устойчивости и важность для будущей селекции. Благодаря этому в настоящее время Мировая коллекция является крупнейшим в мире банком сосредоточения таких культиваров.

Иммунологический анализ местных форм, выполненный в ВИР в 80—90-х годах, показал очень широкую дифференциацию многих сортов-популяций по специфической устойчивости к ржавчине, мучнистой росе, головне и другим болезням. Местные сорта-популяции еще мало изучены по этому признаку, но возможно, что в этом генофонде сосредоточены большие запасы новых генов устойчивости.

Такой вывод или, во всяком случае, обоснованное предположение, хорошо укладывается в концепцию известного иммунолога Нельсона, который считает, что гены, контролирующие вертикальную и горизонтальную устойчивость, по сути дела являются одними и теми же. Он предполагает, что гены функционируют как вертикальные, если они единичны. Так называемые второстепенные гены, контролирующие горизонтальную устойчивость, были некогда основными, но полностью или частично утратили данный признак в процессе совместной эволюции растения-хозяина и паразита. Поэтому они в известной мере оказывают небольшое влияние на устойчивость, но когда комплектуются в геноме в значительном числе, то проявляют эффект горизонтальной устойчивости. Практическое значение указанного факта состоит в том, что для выведения приемлемого типа устойчивости следует собирать в популяции растений все гены, т.е. использованные и отвергнутые в прошлом, рекомендуемые в настоящее время и новые идентифицированные, для включения их всех в один генотип растений, что является весьма трудной работой.

Дефицит факторов невосприимчивости для реализации любых программ и стратегий селекции был и еще долго будет главной причиной отставания в области селекции на устойчивость.

Источником новых генов или их сочетаний может быть как генофонд той или иной культуры, так и большая группа примитивных и дикорастущих родственных видов и родов растений. Это наиболее известный и самый дешевый путь пополнения запасов генов. Ведь по сути дела, из сотен тысяч образцов генколлекции по этому признаку может быть изучено лишь несколько десятков тысяч. И хотя доноры новых генов встречаются сравнительно редко, при организации целенаправленной работы и при правильном подборе исследуемого материала идентификация новых факторов устойчивости происходит успешно.

Генофонд ВИР уникален по составу и числу дикорастущих видов растений и их сородичей. Н.И. Вавилов придавал огромное значение таким видам растений и интенсивно их собирал. Он справедливо полагал, что редкие дикорастущие виды и их паразиты эволюционируют до генетического равновесия, при котором накапливается значительное число генов. Сейчас имеются многочисленные примеры, которые свидетельствуют о том, что многие дикорастущие культивары в своих естественных экосистемах поддерживают лишь определенный уровень болезни и обычно не реагируют на инфекцию сверхчувствительным образом. Они выдерживают инокуляцию, образуя небольшие повреждения, задерживают споруляцию паразита и развитие болезни. Считается, что при этом основные гены модифицируются второстепенными, а второстепенные — основными. Вместе они обнаруживают аддитивные эффекты. Основной ген устойчивости усиливается второстепенными, а

второстепенных — основными. Это и определяет стабильность во времени той или иной устойчивости. Использование такого рода резистентности является наиболее перспективным для создания сортов с надежной генетической защитой, и роль в этом генофонда редких видов особенно важна.

Процедура интрогрессии генов в основу культурных видов требует сложных цитогенетических манипуляций. Теоретически и методически она уже удовлетворительно разработана. Возможности ее значительно расширятся с развитием биотехнологических методов, о чем свидетельствуют многочисленные публикации последних лет.

Таким образом, конструирование современного адаптивного растениеводства предусматривает, по крайней мере, несколько апробированных направлений, укладывающихся в концепцию Н.И. Вавилова об иммунитете растений. Главнейшие из них: скрининг генофонда для идентификации новых факторов устойчивости; интрогрессия эффективных генов в новые коммерческие сорта; создание сортов с затяжной устойчивостью к болезням. XXI