

Инженеры генетического разнообразия

В желании преподнести миру нечто новое селекционеры и генетики сегодня порой превосходят физиков-ядерщиков, которые озабочены тем, чтобы с помощью Большого адронного коллайдера докопаться до кирпичиков Вселенной. Особо преуспевают конструкторы генетических алгоритмов в селекции растений, населяя нашу планету окультуренными экземплярами хризантемовидных бархатцев, синих генно-модифицированных роз, арбузов в форме куба. А что касается традиционных культур – картофеля, томатов, льна, пшеницы, ячменя, сои, подсолнечника, то им уже давно официально выписывают путевку в жизнь – ДНК-паспорт. По мнению экспертов, умеренный климат средних широт является своего рода альковом для многих интродуцентов. На примере некоторых перспективных для возделывания культур мы решили выяснить, каковы успехи белорусской селекции.

ПО СТОПАМ МИЧУРИНА

В течение тысячелетий человек производил осознанный и эмпирический селекционный отбор в популяциях культурных растений. Однако если «народная» селекция представляла собой долгий и малоэффективный процесс, то с познанием законов генетики появилась возможность поставить его на научные рельсы. Необходимо отметить, что уже в XX столетии это привело к значительному прогрессу в улучшении ассортимента в растениеводстве.

В наше время селекция представляет собой комплексную область человеческой деятельности, сочетающую черты науки по созданию и улучшению сортов и технологии их производства. В основе лежат два определяющих процесса. Во-первых, гибридизация образцов, относящихся к одному виду культурных растений с целью получения новых искомым комбинаций генов. Во-вторых, среди полученных гибридов при последующем искусственном отборе выбор родоначальников новых сортов, обладающих нужными признаками.

Проектирование архитектурной модели нового растения, по словам ученых, начинается так: «Опираясь на собственный и

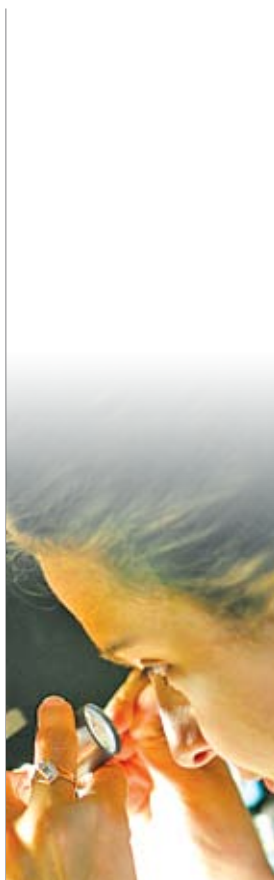
заимствованный опыт, руководствуясь потребительским спросом на рынке семян, селекционер создает некую умозрительную модель, выражающую его видение будущего сорта».

Селекция – не просто технический процесс, а своего рода искусство, считает доктор биологических наук, профессор Иван Андреевич Гордей.

– Конечно, в первую очередь, селекционер – инженер-конструктор, которому в процессе работы требуются обширные знания в области генетики, биохимии и физиологии растений. Определить потенциал селекционного материала, произвести тщательный отбор наиболее продуктивных экземпляров растений, который осуществляется в течение вегетации несколько раз, ученый должен уметь даже по внешнему виду растения. Исследовать на необходимые признаки – урожайность, содержание белка, устойчивость к болезням – экземпляры приходится в течение трех-пяти поколений гибридов. В целом в процессе селекционной работы анализируется примерно 40 различных признаков. Затем конкурсное апробирование 2–3 года и независимая экспертиза – госсортоиспытание.

Сам процесс создания нового сорта от замысла до сортоиспытания традиционным линейным селекционным способом, опирающимся на природную эволюцию, и в наш век ускорений остается очень длительным и по-прежнему занимает десятилетие. Положение в какой-то мере спасает то, что отлаженный конвейер по получению кандидатов в новые сорта способен выдавать новые улучшенные экземпляры растений ежегодно.

Свежую струю в дело классической селекции внес процесс создания генетически модифицированных (ГМ) растений. Новые эффективные методы позволили расширить пределы генетического разнообразия исходного селекционного материала, проложив путь для внедрения «экзотических» генов в геном культурных растений. Кардинальное отличие селекции с помощью генетической инженерии от традиционной



в том, что в данном случае можно «привнести» (или удалить) единичные желаемые качества без нарушения ранее отобранной уникальной комбинации признаков.

Несмотря на то, что способ получения ГМ организмов внедрен в селекционную практику еще в 80-х годах прошлого века, дискуссии о последствиях использования новых искусственных генетических композиций для экологической ситуации и здоровья человека продолжают. Среди потенциальных опасностей называют аллергенность или токсичность продуктов трансгеноза, возникновение растений с новыми, непредсказуемыми свойствами, когда не исключается возможность передачи трансгенов близкородственным видам сорных растений, что повлечет за собой появление новых агрессивных суперсорняков, к примеру, устойчивых к гербицидам. Существуют и опасения горизонтального переноса трансгенов к кишечной микрофлоре человека вследствие употребления им в пищу продуктов из ГМ растений, в результате чего болезнетворные бактерии, населяющие наш пищеварительный тракт, могут приобрести устойчивость к антибиотикам. Тем не менее, развитию методов генетической инженерии уделяется повышенное внимание во многих международных научных корпорациях. Мощные исследовательские центры существуют и на просторах СНГ, в частности, в России, в Украине. В 2009 году в Беларуси была принята программа «Инновационные биотехнологии», в которую включен ряд проектов по созданию трансгенных форм декоративных и сельскохозяйственных культур, в том числе картофеля.

ВТОРОЙ ХЛЕБ БЕЛОРУСОВ

Именно такую значимость интродуцент из Америки – картофель – приобрел в нашей стране в основном из-за полюбившихся вкусовых качеств. Если количество блюд, которые можно из него приготовить, давно перевалило за тысячу, то в отношении выведения новых сортов культура оказалась довольно строптивой.

– Традиционная селекция картофеля и в настоящее время далеко не исчерпала, – отметил заведующий лабораторией генетики картофеля Института генетики и цитологии НАН Беларуси доктор биологи-

ческих наук Александр Ермишин. – Только от задачи получения максимального урожая мы постепенно перешли к более важной – созданию сортов с комплексной устойчивостью к болезням и вредителям. Для картофеля она особо актуальна, так как это вегетативно размножаемая культура и патогены в ней просто накапливаются из поколения в поколение.

Преодолеть такую негативную особенность селекционеры пытаются путем комбинирования в одном генотипе как можно большего количества генов, определяющих признаки устойчивости к различным болезням и вредителям. Для картофеля это, прежде всего, устойчивость к фитофторозу, различным вирусам, а также к таким вредителям, как нематоды и колорадский жук. С последним относительно просто бороться химическими методами, но, тем не менее, этот привнесенный в новый сорт признак позволит сделать процесс возделывания картофеля более экологичным.

Перспективные гены для исследования «поставляют» дикие сороричи культурного картофеля, которых в Северной и Южной Америке насчитывается свыше 220 видов. Но преодолеть естественные межвидовые репродуктивные барьеры непросто. Около 70 % «дикарей» являются диплоидами, то есть располагают в два раза меньшим количеством хромосом, чем их культурный собрат. Ученые выяснили, что для гибридизации с дикими видами целесообразно «сделать» сортовой картофель диплоидом, уменьшив количество хромосом. Это позволит не только улучшить его скрещиваемость с «дикарями», но и более эффективно комбинировать ценные гены. А на завершающем этапе селекции можно вернуть созданные гибриды на тетраплоидный уровень, снова скрестив его с культурным картофелем. Такие, на первый взгляд, замысловатые операции уже не кажутся специалистам фантастикой, но на деле существуют скорее в виде перспективной методологии: некоторые особенности диплоидной селекции не позволяют в полной мере использовать преимущества этого подхода.



Уникальный Центр ДНК-биотехнологий открылся в Минске в Институте генетики и цитологии НАН Беларуси

В какой-то мере перевести виртуальную теорию на практические рельсы реальности удалось белорусским генетикам. Отечественные ученые решили одну из ключевых проблем, связанную с пониженной фертильностью дигаплоидов культурного картофеля, которая не позволяла скрещивать их между собой в нужных сочетаниях. Инновационные работы по созданию уникального селекционного материала были проведены в лаборатории генетики картофеля Института генетики и цитологии НАН Беларуси.

Постепенно расширяется и набор методов селекции, которые переходят уже в плоскость клеточной инженерии. Это основанные на культуре клеток растений новые методы соматической гибридизации, культуры пыльников и эмбриокультуры. На первый план выходит генетика факторов межвидовой несовместимости. Белорусским ученым на этом поприще удалось достигнуть выдающихся успехов: знание механизмов возникновения межвидовой несовместимости культурных и диких растений позволило преодолеть существующие между ними репродуктивные барьеры. Благодаря такому прорыву получилось вовлечь в селекцию соматические гибриды между диплоидами культурного картофеля и некоторыми мексиканскими дикими видами, которые являются ценными источниками генов устойчивости к фитофторозу.

– Кроме того, в нашей лаборатории было открыто новое явление: формирование дважды редуцированных гамет (половых клеток) диких аллотетраплоидных видов картофеля, – рассказал Александр Ермишин. – Данная группа видов представляет большой интерес для селекции, поскольку именно у ее представителей имеются гены устойчивости к различным вирусам, фитофторозу. Но перенести полезные гены от них в селекционный материал весьма сложно. Открытие нового явления позволило предложить совершенно простой способ использования этого генофонда путем межвидовой гибридизации их с дигаплоидами культурного картофеля. Полученные гибриды несут гены устойчивости к целому ряду вирусов, фитофторозу и представляют большой интерес для мировой селекции.

Таким образом, сегодня усилиями белорусских генетиков сформирована методическая основа для создания сортов картофеля

нового поколения. Она включает, прежде всего, широкое использование в селекции генофонда диких видов картофеля. Для этого разработаны новые эффективные методы получения межвидовых гибридов, то есть методы отдаленной гибридизации между дикими видами, которые являются донорами ценных признаков, и дигаплоидами культурного картофеля.

Создан диплоидный селекционный материал картофеля, который позволяет проводить селекцию на диплоидном уровне. Этот материал обладает достаточной фер-



Так выглядят пробирочные растения трансгенного картофеля, устойчивого к колорадскому жуку. Лаборатория молекулярной генетики картофеля Института генетики и цитологии НАН Беларуси

тильностью, оценен по целому комплексу признаков, причем с помощью молекулярных маркеров, применение которых позволяет значительно повысить эффективность селекции. Молекулярные маркеры разработаны для 10–12 наиболее важных генов устойчивости к болезням и вредителям (фитофторозу, вирусам, раку картофеля, нематодам и другим). Присутствие этих генов в максимально возможном количестве желательно в любом сорте картофеля. Современные сорта несут в среднем 2–3 таких гена.

Однако отечественные ученые собираются пойти дальше и, используя селекцию на диплоидном уровне, методы биотехнологии, получить селекционный материал, несущий 4–6 и более названных генов. Тем самым они намерены вписать новую строку в дело создания сортов картофеля с комплексом генов устойчивости к болезням и вредителям и другими ценными качествами и характеристиками. Из такой перспективной коллекции можно будет от-

бирать сорта, обладающие уникальными комбинациями ценных генов.

Выращивание устойчивых сортов картофеля позволит сократить потери урожая, они меньше нуждаются в обработке химией, а следовательно, и продукция будет более чистой, уменьшится загрязнение окружающей среды. Не секрет, что, к примеру, повреждение фитофторозом может уносить более половины урожая. Устойчивость к нематоде и к раку картофеля – признаки, которые сегодня просто обязаны присутствовать в каждом сорте, иначе их вообще нецелесообразно использовать.

Это все традиционная селекция, основанная на последних достижениях генетики, клеточной инженерии, которая не предполагает непосредственно манипуляций с ДНК. Ведутся в Беларуси исследовательские работы и по трансгенному картофелю. В частности, в лаборатории молекулярной генетики Института генетики и цитологии НАН Беларуси под руководством академика Н.А. Картеля недавно созданы интересные формы с генами устойчивости к колорадскому жуку. Делаются попытки создания сортов с повышенной устойчивостью к грибным и бактериальным патогенам. И все же внедрение в практику ГМ растений пока для нашей страны – дело будущего. Те же формы, устойчивые к колорадскому жуку, должны пройти оценку биобезопасности, получить разрешение на высвобождение в окружающую среду, пройти полевые испытания. В ближайшие три года планируется проведение оценки биобезопасности сортов трансгенного картофеля нового поколения.

БЕЛКОВАЯ ПРОБЛЕМА

По мнению генетика член-корреспондента НАН Беларуси, профессора Олега Давыденко, занимающегося соей более 30 лет, именно этой культуре в решении данной проблемы следует отдать приоритет. «Сою я считаю очень важной и ценной культурой, которая могла бы революционизировать экономику сельского хозяйства Беларуси», – отмечает ученый.

«Большой боб», как изначально называли ее на родине в Китае, известен с незапамятных времен: первое упоминание датируется V веком до нашей эры. Однако считается, что в XX веке эта белково-масличная

культура была открыта человеком заново. Такому факту есть простое объяснение: благодаря бурному развитию науки стали понятны «волшебные» свойства растения. Обнаружено, что именно в соевом белке в оптимальном соотношении находятся 20 незаменимых как для организма человека, так и животных аминокислот. Скажем, ячмень имеет 12–14 % белка, кукуруза в наших условиях – 9 %, а соя – 40 %. И самое главное, что этого белка в 2,5 раза нужно меньше. Так, например, если кормить скотину только зерном, то для получения 1 кг мяса нужно скормить 10 кг кукурузы, а если сделать правильно сбалансированную зерносмесь сои и кукурузы, то корма понадобится в 3–5 раз меньше.

Сою как оптимальную (полезную и в то же время дешевую) добавку в корма для индустриального животноводства уже оценили во всем мире. Беларусь не исключение. Минус же состоит в том, что большую часть сои нам приходится закупать за рубежом. Между тем при плановом увеличении посевов этой культуры можно вполне обойтись и без импортного шрота.

Она также может выступать и как заменитель мяса во многих мясных полуфабрикатах. Активное использование различных добавок в нашей стране началось лет 15 назад. Что, конечно, далеко не всеми покупателями одобряется. Но реальность такова: если не использовать полезную для организма человека сою, в ход пойдут другие заменители. Например, крахмал, который только добавит лишние углеводы или, того хуже, просто удерживающие воду пирофосфаты. А для полноценного питания нужен белок, те же незаменимые аминокислоты, которые гарантированно поступят в организм с порцией мясных изделий, обогащенных соей.

«Приспособить» эту белково-масличную культуру для выращивания в стране с умеренным климатом было непростой задачей. Но не зря белорусские генетики и селекционеры потратили на нее три десятилетия. Как развитие короткого дня оно в наших природных условиях сигнал к цветению получает только в августе месяце и не успевает созреть. Ученым удалось преодолеть главную особенность интродукта. Белорусские селекционеры вывели сорта, устойчивые к низким летним температурам. Много времени ушло на то, чтобы «поднять»

Соя –
очень ценная
сельскохозяйственная
культура



высоту растения. Первые образцы из Швеции, которые пришлось адаптировать к нашим экологическим условиям, достигали немногим больше 30 см. Соответственно из 30–40 бобов, вызревающих на растении, можно было убрать в лучшем случае половину. Теперь высокорослые белорусские сорта сои в полной мере приспособлены к комбайновой уборке, так как достигают высоты 70–80, а то и 90 см.

К настоящему времени районировано уже 9 сортов сои, которые вызревают в Беларуси за 120 дней и способны формировать урожай выше 30 ц/га. Кроме того, белорусские сорта признаны ценными и пригодными для использования в странах северной Европы, Украине и России.

По словам Олега Давыденко, выращивать сою вполне можно и на экспорт. Тем более что тонна зерна сегодня на рынке стоит 100 долларов, а сои – 500.

— Затраты на возделывание гектара сои примерно такие же, как на гектар зерна, – отмечает ученый. – Вложив в каждый гектар культуры около 800 тыс. рублей, можно добиться урожая в 2–2,5 т. Кстати, при урожайности в 2 т себестоимость одной тонны составит 400 тыс. рублей. Кроме того, мы оставим у себя масло, прибавленную стоимость, налоги. При таком урожае только реализация соевого масла сможет окупить все затраты на выращивание и на переработку сои. Таким образом, столь необходимый соевый белок, который Беларусь покупает по 500 долларов за рубежом, можно получать у себя в стране практически бесплатно.

Если мы намерены сделать наше животноводство рентабельным, начинать надо с того, что структура его должна быть адекватна структуре растениеводства. Все компоненты корма для животных необходимо и возможно выращивать в Беларуси, тогда они будут дешевле, и отечественная животноводческая продукция станет более конкурентной. Ведь не секрет, что если бы не высокие пошлины на датскую свинину, она была бы на российском рынке дешевле белорусской.

Приведу другой пример. Птицефабрики, к которым сейчас присоединили землю, по-прежнему выращивают на ней только зерно, а соевый шрот и растительное масло закупают за рубежом. К примеру, только

одна большая птицефабрика в месяц потребляет до 300 т подсолнечного масла, чтобы выкормить бройлеров. Причем в кормах всего 5 % этого масла и 20–30 % соевого шрота. Но выкормить птицу можно на соевом масле и соевом белке отечественного производства.

Ситуация такова, что сегодня в нашей стране хорошие крепкие хозяйства сою в основном не выращивают. Главная причина в том, что АПК нужны валовые показатели. В августе уже надо отчитаться, а время убирать эту культуру с полей еще не пришло – она вызревает только в сентябре.

Тем не менее, у сои в Беларуси есть будущее: создана научная база, наработан материал, на очереди новые, более продуктивные сорта, есть целый ряд хозяйств, устойчиво получающих хорошие урожаи этой ценной белково-масличной культуры из года в год. Чего не хватает? Мер стимулирующего характера, которые бы поощряли хозяйства на возделывание сои, включение ее в планы посевов предприятий АПК, особенно в южных районах страны.

НАУКОЕМКИЕ КУЛЬТУРЫ

Одним из крупнейших достижений селекции считается создание тритикале – культуры, соединившей в себе признаки ржи и пшеницы. По данным технологов и селекционеров, новая культура получила от своих «зерновых родителей» лучшие качества, что позволяет собирать высокий урожай. С одного гектара тритикале можно получить зерна на 5–7 ц больше в сравнении с рожью, на 3–4 ц – с пшеницей.

Благоприятный умеренный климат средних широт помог новой культуре прочно занять свою нишу в зерновом клине планеты. Самые большие посевные площади отведены под тритикале в Польше – 1,1 млн. га, на втором месте Германия – 600 тыс., на третьем месте утвердилась Беларусь – 500 тыс. га.

Тритикале сегодня широко и разнообразно используется. Высокое содержание белка делает его ценным для изготовления зерносмесей и зернофуража. Сбалансированность белка по аминокислотам позволяет составлять наиболее оптимальную рецептуру кормов для животных. Кроме

того, гибридная зерновая культура неплохо «зарекомендовала» себя в пивоварении. Особенно в этом преуспели украинские технологи. Зондируется почва для использования тритикале в процессе получения биотоплива.

Приоритет хлебопечению и изготовлению кондитерских изделий из тритикале отдали белорусские исследователи. Ученые НПЦ НАН Беларуси по земледелию и Института генетики и цитологии совместно со специалистами Могилевского государственного университета продовольствия отрабатывают сегодня рецептуру тортов и печенья.

Пока хлебопеков не вполне удовлетворяет состав и качество клейковины. Решить проблему взялись в лаборатории хромосомной инженерии растений Института генетики и цитологии НАН Беларуси. Исследователи считают вполне возможным слегка подкорректировать структуру новой культуры, добавив хромосомы пшеницы генома D, что позволит улучшить хлебопекарные свойства.

Хромосомная селекция зерновых культур – это далеко не трансгенные модуляции. Белорусские генетики совершенствуют новые гибриды на клеточном уровне, то есть путем, идентичным эволюции, ускоряя его с помощью эксперимента. Так, например, они «усовершенствовали» тритикале. В новой культуре преобладала в основном генетическая информация пшеницы, следовательно, по зимостойкости озимых, устойчивости к болезням и другим признакам адаптивности она уступала ржи.

Отечественные селекционеры предложили совершенно новый подход для усиления признаков ржи. А именно, разработали технологию и получили патент на создание тритикале с цитоплазмой ржи, названный секалотритикум.

На сегодняшний день на основе новой культуры собрана уникальная коллекция «строительного материала», включающая порядка 50 образцов. В процессе создания новых высокопродуктивных сортов такой своего рода банк для селекционеров незаменим. Впрочем, первые попытки уже можно назвать удачными: сорт на основе секалотритикума «Амулет» с 2010 года включен в реестр сортов зерновых культур.

Так как ни тритикале, ни секалотритикума в природе не существует (весь ма-

териал создается искусственно), в каждой стране сегодня собирают свой банк данных этих наукоёмких культур. На таких экземплярах селекционеры всего мира планируют изучать закономерности эволюции на хромосомном и молекулярном уровне.

– Соединить значительно отличающиеся геномы пшеницы и ржи в одной клетке – уже сродни генетической революции, – считает заведующий лабораторией хромосомной инженерии растений профессор Иван Гордей. – Мировая селекция и генетика не знают примеров, чтобы за

такой короткий срок произошло столь интенсивное эволюционное селекционное преобразование культуры, доведение гибрида от какой-то экзотической формы до приемлемой для производства.

Практический аспект очень важен. Из рекордных десятиллионных урожаев на продовольствие нам в стране необходимо от 3 до 4 млн. т, остальное зерно идет на фураж. В то же время мы закупает за рубежом «макаронную» пшеницу, основными производителями которой являются Италия, Украина, Казахстан. В Беларуси выращивается мягкая пшеница, сорта твердой пшеницы для нашей страны – дефицит.

Отечественные селекционеры пытаются решить и эту наболевшую проблему. Интенсивные работы развернуты не только по изучению сортов твердой «макаронной» пшеницы, но и по улучшению качеств мягкой «хлебной» пшеницы. Сейчас эти два направления селекции ведутся совместными силами ученых Национальной академии наук, Могилевского государственного университета продовольствия и Белорусской сельскохозяйственной академии в Горках.

Генетики и селекционеры все глубже проникают в тайны клетки растений. Используя полученные знания и свое воображение, они, как инженеры, строят новые эволюционные конструкции, улучшая природное разнообразие на Земле.

Снежана МИХАЙЛОВСКАЯ ▀



На плантации тритикале Института земледелия и селекции НАН Беларуси