

«Зетри»: самоклонировующийся гибрид кукурузы и гамаграсса

При помощи гибридизации кукурузы и гамаграсса новосибирские ученые произвели новый вид растения, которое способно размножаться путем создания генетических копий материнской формы. Полученные гибриды могут стать коммерческими сортами, дающими высококачественные корма.

Кукуруза (*Zea mays* L.) — одна из самых востребованных злаковых культур в мире. С 2010 года ее мировое производство превышает миллиард тонн, и каждый год это число увеличивается на 3–5%. Такие высокие экономические показатели связаны в первую очередь с ее генетическим потенциалом и возделыванием высокопродуктивных гибридов первого поколения, или F_1 . Гибриды F_1 — это потомство, полученное от скрещивания двух генетически разнородных родительских форм. Как правило, они более устойчивы к различным факторам внешней среды, заболеваниям и вредителям, а также отличаются большой урожайностью. При всех достоинствах у такой технологии есть серьезные недостатки, как, например, необходимость ежегодного получения гибридного семенного материала.

Ученые Института молекулярной и клеточной биологии СО РАН поставили перед собой цель закрепить гетерозис, или, иными словами, увеличить жизнеспособность гибридов. Для этого они объединили геномы кукурузы и гамаграсса восточного (*T. dactyloides*), ее дикого сородича, и получили новый вид растения, продуцирующий пыльцу и автономно размножающийся через семенную фазу апомиктическим (бесполосеменным) путем. Исследователи отметили, что созданный ими межродовой апомиктический гибрид превосходит своих «родителей» по многим хозяйственным свойствам, включая большой урожай зеленой массы — до 90 тонн с гектара, а также высокое содержание незаменимых аминокислот (органических соединений, из которых состоят белки) и важнейших микроэлементов.

Для апомиктического размножения, или просто апомиксиса, характерно отсутствие пересортировки и рекомбинации генов и оплодотворения. Семена таких растений формируются из материнской яйцеклетки, не прошедшей стадии мейоза (деления ядра клетки с уменьшением числа хромосом в два раза). «Апомиксис — это имманентное, внутренне присущее свой-

ство полиплоидов, то есть организмов, в клетках которых содержится больше двух наборов хромосом. Не все полиплоиды размножаются при помощи апомиксиса, но все апомиксы являются полиплоидами. Апомиксис очень распространен в растительном мире и практически не встречается в животном (лишь у некоторых видов ящериц, рыб и насекомых, вроде тли)», — подчеркивает заведующий лабораторией цитологии и апомиксиса растений ИМКБ СО РАН доктор биологических наук Виктор Андреевич Соколов.

Среди культурных растений апомиксис представлен только у цитрусовых, яблонь и некоторых кормовых трав, а у таких основных культур, как кукуруза, рис и пшеница, вообще не встречается. Для чего же некоторым сортам растений необходим апомиксис, несмотря на все преимущества полового размножения? Дело в том, что если у диких растений рекомбинация рассматривается как важнейшее звено их приспособляемости к условиям внешней среды, то у культурных форм она разрушает ценные сочетания генов, собираемые поколениями селекционеров. С этим связана необходимость переключиться на другой, более устойчивый способ воспроизводства семян — апомиксис, при котором происходит передача полного материнского генотипа следующему поколению, то есть его клонирование. Благодаря апомиксису создаются гибриды с одинаковой генетической конституцией, сохраняющие при этом полезные характеристики своих «родителей».

Идея о возможном закреплении гетерозиса в ряду поколений через апомиксис была высказана еще в 1930-х годах, однако ее успешная экспериментальная реализация произошла лишь относительно недавно в ИМКБ СО РАН. Для проведения исследования ученые задействовали две линии кукурузы, используемые для получения гибридов F_1 : 573MB и 611CB селекции Научно-производственного объединения «КОС-Маис», а также гамаграсс восточный из коллекции, собранной советским гене-

тиком и селекционером академиком Николаем Ивановичем Вавиловым в Мексике. Выбор этой злаковой культуры объясняется множеством причин. «Во-первых, у кукурузы высокая ежегодная средняя урожайность по миру: если у пшеницы она составляет не более 50 центнеров с гектара, то у кукурузы этот показатель почти в два раза выше — 110 ц/га. Во-вторых, ее достаточно технологично выращивать, так как она не полегает и не осыпается. А как генетический объект кукуруза совершенно уникальна. На ней можно изучать абсолютно все генетические феномены, кроме полиплоидии (увеличения полного набора хромосом), так как у нее очень сложный геном и полиплоиды в основном высокостерильны. Что касается гамаграсса восточного, он является многолетним неприхотливым растением, которое способно произрастать на солончатых или частично обводненных почвах. В США к настоящему моменту возделывается десять сортов этого пастбищного и фуражного (пригодного для вскармливания скота) растения», — комментирует Виктор Соколов.

Сначала ученые вручную опыляли две родительские линии кукурузы пыльцой гамаграсса для получения 46-хромосомной гибридной формы. Далее выявленные среди них апомиктические растения вновь опыляли пыльцой этих линий кукурузы и получали уже 56-хромосомную форму с объединенными геномами культурного родителя (20 хромосом) и гамаграсса восточного (36 хромосом). При этом на развивающиеся початки кукурузы надевали специальные бумажные пакеты, препятствующие случайному опылению. Гибриды размножались в Краснодарском крае на полях Кубанской опытной станции Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н. И. Вавилова, там же проводили оценку урожайности по зеленой массе.

Для изучения фуражных показателей исследователи отбирали по десять растений каждого образца в случайном

порядке, в течение тридцати дней сушили их в тени на открытом воздухе, после чего измельчали и формировали среднюю пробу массой в два килограмма. Анализ содержания в образцах различных аминокислот и микроэлементов проводился на спектрофотометре NIRSystems-4500 в лаборатории биохимии Сибирского научно-исследовательского и проектно-технологического института животноводства Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН.

Исследователи пришли к выводу, что признак бесполосеменного размножения у гибридов кукурузы и гамаграсса восточного контролируется большим пулом генов и для его экспрессии необходимо присутствие не менее девяти определенных хромосом гамаграсса восточного (Td7, Td11–Td18). Созданный вид растения, помимо множества положительных агрономических свойств, обладает жаростойкостью, устойчивостью к засухе, толерантностью к засолению почвы и легкому затоплению. Специалисты ИМКБ СО РАН предлагают сокращенно называть его «зетри», от его родительских форм *Zea mays* L. и *Tripsacum dactyloides*. Научные публикации исследователей вышли в журналах «Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции», «Наука и жизнь» и других. Кроме того, результаты исследований докладывались на трех международных конференциях по апомиксису: в США (Колледж-Стейшен, 1995), Италии (Комо, 2001) и Германии (Вернигероде, 2007).

Исследователи ожидают, что новое растение, несмотря на сложную геополитическую и эпидемиологическую обстановку, произведет настоящую революцию на мировом агропромышленном рынке, и в ближайшем будущем его можно будет использовать в качестве многолетнего пастбищного и кормового растения.

Полина Кустова

Фото предоставлены исследователем



Початки исходных родителей: (А) *Zea mays*, (В) *Tripsacum dactyloides*, и (Б) колос 56-хромосомного гибрида с пыльцевыми зёрнами на рыльцах от самоопыления