

*Арчиловская Я. А., Заболотских В.В.*  
Тольяттинский государственный университет

### **Влияние мутантных изменений кукурузы на взаимоотношение в системе: растение – фитофон - энтомофон**

Современная биология превратилась в науку, которая дала начало технологиям, преобразившим производство. Биотехнологии стали реальной производительной силой. Львиную долю продуктов, созданных на основе современных биотехнологий (генетической инженерии), составили фармацевтические белки, прежде всего инсулин, альфа-интерферон, антиген вируса гепатита В, эритропоэтин, фактор стимулирования гранулоцитов. Биотехнология растений заметно отставала, однако за последние годы наблюдается быстрый выброс на рынок трансгенных растений с новыми полезными признаками. Поскольку основные трансгенные формы кукурузы, сои, хлопчатника с устойчивостью к гербицидам и насекомым хорошо себя зарекомендовали, есть все основания ожидать, что площадь под генно-инженерными растениями в будущем увеличится.

Стоящий перед биотехнологией социальный заказ становится все более настоятельным. За прошедшее столетие население Земли увеличилось с 1,5 до 5,5 млрд., предполагается, что к 2020 году эта цифра вырастет до 8 млрд. человек. Питание и медицинское обслуживание такого количества населения представляют собой наиболее важную проблему, стоящую перед человечеством.

Решение проблемы увеличения производства продуктов питания старыми методами уже невозможно. И хотя производство сельскохозяйственных продуктов за последние сорок лет возросло в 2,5 раза (в равной степени благодаря селекции и улучшению сельскохозяйственных методов), дальнейшее значительное улучшение представляется маловероятным. Кроме того, существующие сельскохозяйственные технологии не являются возобновляемыми: в течение всего лишь двадцати последних лет мы потеряли более 15% почвенного слоя, а используемые источники энергии (нефть) неограниченны. Наконец, большая часть пригодных к возделыванию почв уже вовлечена в сельскохозяйственное производство.

Кроме того, существует реальная проблема азотистой недостаточности в питании человека. Организм человека и животных в отличие от растений и микроорганизмов не способен использовать неорганические источники азота и нуждается в полноценном белковом питании для получения всех незаменимых аминокислот, а также для синтеза собственных белков, пептидов и других физиологически важных азотистых соединений. В настоящее время нет возможности обеспечить всех людей и сельскохозяйственных животных необходимым количеством белка. Поэтому, весьма актуальными, для решения этой проблемы станут генно-инженерные разработки получения высокобелковых сортов сельскохозяйственных растений.

Требуют новых подходов и решение проблем поддержания естественной устойчивости агроэкосистем, сохранения урожайности монокультур сельскохозяйственных растений, защита их от массового размножения вредителей. В

практике защиты растений чаще всего применяются химические методы. Однако именно ядохимикаты являются одними из важнейших загрязнителей природной среды, которые приводят к её деградации. Они же попадают в питьевую воду и пищевые продукты, в результате чего страдает здоровье людей. Кроме того, от ядохимикатов практически всегда погибают в первую очередь паразиты и хищники, после чего о каком-либо естественном регулировании численности вредителей на поле уже говорить не приходится. Без пресса естественных врагов вредители быстро восстанавливают свою численность и возникает необходимость многократно опылять или опрыскивать поле ядовитыми веществами. Несомненно, в настоящее время необходимы новые подходы к выращиванию сельскохозяйственных культур с использованием экологически чистых технологий – выведение устойчивых к вредителям сортов растений, применение ландшафтного подхода к защите растений, чтобы предотвратить химическое загрязнение окружающей среды.

Современная биотехнология в состоянии манипулировать многими важными признаками, которые можно разделить на две группы. Одни из них важны для собственно сельскохозяйственного производства. К ним можно отнести повышение общей продуктивности растений, а также признаки, обеспечивающие устойчивость к разного рода вредителям (насекомые, грибы, бактерии, вирусы, нематоды) или же к абиотическим факторам (засуха, засоленность, окислительный стресс).

Задачи обеспечения экологической безопасности растениеводства, при одновременном повышении урожайности растений и качества продукции, требуют всестороннего изучения биоценологических связей в консортных системах «растение фитофаг-энтомофаг», составляющих основную структуру агроценозов. Это позволит научно обосновать экологические принципы построения систем интегрированной защиты растений и управления агроэкосистемами, позволяющих сократить применение пестицидов в результате эффективного использования устойчивых сортов растений и природных энтомофагов вредителей.

Современные тенденции в селекции такой важной зерновой культуры, как кукуруза, направлены не только на повышение ее урожайности, но и на улучшение качества зерна, в частности на обогащение белка незаменимыми аминокислотами путем соответствующего преобразования генотипов растений на основе мутации  $o_2$  (опейк 2). . На основе мутации  $o_2$  (опейк 2) создаются линии и гибриды кукурузы с повышенным содержанием белка и незаменимых аминокислот - лизина и триптофана.

Весьма актуальными являются исследования влияния генотипов кукурузы с измененными в результате данной мутации свойствами растений на жизнеспособность основного вредителя этой культуры — кукурузного мотылька (КМК) и его важнейших энтомофагов. Значение этих исследований возрастает в связи с тем, что КМК является внутривредителем, против которого малоэффективны обычные средства защиты и особую роль в снижении численности вредителя приобретают устойчивые сорта и энтомофаги.

В связи с этим, нами проводились исследования влияния генотипов кукурузы с измененными в результате данной мутации свойствами растений на жизнеспособность кукурузного мотылька и его важнейших энтомофагов с целью поиска возможностей создания культур не только с высоким качеством зерна, но и устойчивых к основному

вредителю и привлекательных для энтомофагов. Кроме этого, проводились эколого-физиологические исследования особенностей взаимоотношений в трехчленной системе: "кукуруза - кукурузный мотылек - основные паразиты мотылька" на разных генотипах кукурузы. Изучались особенности влияния мутантных изменений (мутация o2) кукурузы различных генотипов на пищевое поведение консументов первого и второго порядков, а также особенности влияния изменений качества пищи, связанные с мутацией o2 на биологические, физиологические показатели кукурузного мотылька и основных паразитов его гусениц.

При изучении влияния кукурузы различных генотипов на консументов I и II порядков в качестве модельных образцов использовались 6 обычных линий кукурузы, различающихся по устойчивости к мотыльку и скороспелости и 6 их изогенетических аналогов мутантных по гену o2 (опейк-2) с повышенным содержанием незаменимых аминокислот лизина и триптофана. Сравнительный анализ жизнедеятельности насекомых на обычных и мутантных линиях кукурузы позволял учесть изменения во взаимоотношениях насекомых и растений, связанные с мутантными преобразованиями генотипов.

Результаты исследований показали, что мутантные изменения растений оказывали существенное влияние и на биологические и физиологические особенности консументов I и II порядков. При питании кукурузного мотылька на мутантных растениях отмечались изменения средней массы тела, возрастного состава, выживаемости гусениц, плодовитости самок мотылька, соотношения полов, по сравнению с питанием фитофага на растениях обычных аналогов кукурузы.

Отмечены изменения биологических и популяционных показателей тахины *L.thompsoni* (массы пупариев, потенциальной плодовитости самок, соотношения полов вышедших имаго) и наездника *V. hebetor* (массы личинок, соотношения полов вылетевших имаго и продолжительности развития куколки) в зависимости от питания хозяина на обычных и мутантных растениях.

Различия в биологических и физиологических показателях фитофага и энтомофагов свидетельствуют об изменении пищевой ценности мутантных растений. Однако, подобные проявления мутации были неоднозначны и зависели от свойств обычных аналогов кукурузы. В одних случаях при развитии насекомых на мутантной кукурузе (F 7 o2, W 64 o2, Ma 21 o2), в отличие от ее обычных аналогов, гусеницы отличались большей массой тела, более высокой выживаемостью, меньшими концентрациями общего белка и тирозина. Наиболее существенные различия по этим показателям наблюдались между гусеницами, питавшимися на обычной кукурузе F 7 и мутантном аналоге F 7 o2. Показана более высокая плодовитость и преобладание самок среди имаго, выведенных из гусениц с мутантных линий. Аналогичные отличия физиологических показателей при питании хозяина на кукурузе F 7 o2, в отличие от F 7 были обнаружены и у основных паразитов КМК - тахины, наездника, которые характеризовались более высокими показателями массы тела, плодовитости, преимущественным отрождением самок, ускорением развития стадия куколки наездника), в отличие от насекомых с обычного аналога кукурузы F 7. В других случаях (генотипы П 502 o2, F 115 o2, Т 22 o2) питание на высоколизиновых растениях вызывало уменьшение массы тела и

плодовитости мотылька, повышение смертности гусениц, изменение соотношения полов в пользу выхода самцов, повышение содержания белка и тирозина в гомогенате гусениц кукурузного мотылька. У энтомофагов существенных различий в биологических показателях при питании хозяина на этих же парах линий кукурузы обнаружено не было.

Исследования содержания белка и аминокислот - тирозина и триптофана в гусеницах мотылька показали, что наиболее выраженные различия по содержанию этих веществ наблюдались при питании гусениц на аналогах кукурузы П 502 - П 502 о2, F 115 - F 115 о2 0. Это является свидетельством глубины мутантных преобразований вегетативных частей кукурузы соответствующих генотипов и еще раз подтверждает мнение о том - что повышение лизина и триптофана происходит не только в эндосперме зерновки, но и в других органах растений.

Таким образом, в результате исследований было выявлено разностороннее влияние растений мутантных и обычных генотипов на консументов I и II порядков как внешнего - экзогенного фактора, влияющего на поведение кукурузного мотылька и его энтомофагов тахину, наездника в период заселения растений и поиска мест питания и как внутреннего - эндогенного фактора, оказывающего влияние на особенности жизнедеятельности, физиологические и популяционные показатели насекомых.

Выявленное нами различное влияние растений обычных и мутантных генотипов кукурузы на поведение и биологию кукурузного мотылька и его энтомофагов свидетельствует об изменении в результате мутации о2 таких свойств растений - как устойчивость к мотыльку и привлекательность для энтомофагов. Выявились линии кукурузы, у которых мутация о2 проявлялась в повышении устойчивости к КМК и привлекательности для тахины и наездника. В других случаях мутация о2 вызывала снижение устойчивости линий к мотыльку и их привлекательности для энтомофагов. В третьих случаях эта мутация на поведение и развитие насекомых не влияла.

Неоднозначное проявление мутации о2 на кукурузе различных генотипов и неодинаковое влияние высоколизнных растений на особенности развития и жизнедеятельности фитофага и энтомофагов представляет интерес для селекционеров и производства и создает необходимые предпосылки для выявления мутантных растений с улучшенным качеством зерна кукурузы и одновременно устойчивых к основному вредителю - кукурузному мотыльку.

Сравнительные исследования особенностей влияния кукурузы различных генотипов на фитофага и энтомофагов показали, что генотип кукурузы является важным фактором определяющим особенности проявления мутации о2, влияющим на особенности поведение и развития насекомых - консументов I и II порядков. Можно заключить, что генотип растений оказывает разностороннее влияние на функционирование консортной системы- кукуруза - кукурузный мотылек - тахина, наездник. фенотипические изменения генотипа в результате мутации о2 оказывают влияние не только на поведение и биологию фитофага» но и его энтомофагов, что в конечном итоге сказывается на численности вредителя и степени поврежденности им

растений.

Таким образом, данные исследования показали, что у растений есть большой потенциал свойств, полезных для человека в плане возможностей получения высокопродуктивных и высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур, устойчивых к вредителям. Эти свойства могут быть задействованы в результате применения биотехнологий, использующих естественные механизмы регуляции агроэкосистем. Это позволит решить сразу целый спектр проблем в области сельского хозяйства, охраны природы и глобальной продовольственной проблемы.

### Литература

1. *Помазков Ю.И.*, Иммуитет растений к болезням и вредителям, учебное пособие, Москва, Издательство Университета дружбы народов, 1990 г.
2. *Телитченко М.М., Остроумов С.А.*, Введение в проблемы биохимической экологии, Москва, Издательство «Наука», 1990 г.
3. *Гостюхина В.В.*, Особенности эколого-физиологических взаимоотношений в системе: «Кукуруза (*Zea mays* L.) – кукурузный мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn.)» – основные паразиты кукурузного мотылька, Санкт-Петербург, 1995.
4. Человек и среда его обитания. Хрестоматия/ Под ред. Ч-39 Лисичкина Г.В. и Чернова Н.Н., Москва, 2003.