



Аналитическая записка
О целесообразности использования генно-инженерных растений в сельскохозяйственном производстве

А.П. Ермишин

Национальный координационный центр биобезопасности

1. Состояние аграрного сектора, связанного с выращиванием генно-инженерных культур

В промышленных масштабах сорта генно-инженерных растений начали выращивать с 1996 года. В этом году посевные площади под ними занимали 1,7 млн. га. Уже в 1997 году эта площадь увеличилась более чем в 6 раз (11 млн гектаров). С тех пор наблюдается быстрый и неуклонный рост: в 2007 году общая площадь «генно-инженерного клина» составила 114,3 млн гектаров, на 12,3 млн га больше, чем в предыдущем, 2006 году (для сравнения: все посевные площади Беларуси занимают около 5 млн гектаров).

Список сельскохозяйственных культур, генно-инженерные сорта которых официально допущены к использованию, включает 20 наименований. Это: соя, кукуруза, рапс, хлопчатник, томаты, картофель, рис, сахарная свекла, лен, турнепс, кабачки, дыни, табак, папайя, цикорий, пшеница, гвоздика, полевица, люцерна, слива. Однако не все они выращиваются в промышленных масштабах. Основная доля площадей, занятых под генно-инженерными культурами, приходится на сою - 58,6 млн. га (57%), кукурузу - 25,2 млн. га (25%), хлопчатник - 13,4 млн.га (13%) и рапс - 4,8 млн. га (5%). Тем не менее, перечень выращиваемых культур и новых генно-инженерных линий постоянно расширяется. Так, в 2006 году в США была зарегистрирована и высеяна сразу на 80 тыс. га толерантная к гербицидам люцерна - первая многолетняя ГМ-культура. В 2007 году была зарегистрирована первая древесная ГМ-культура - устойчивая к вирусам слива.

В 2006 году ГМ-культуры выращивались в промышленных масштабах в 22 странах. Безусловными лидерами среди них являются США, Аргентина, Бразилия, Канада, Индия и Китай. Практически во всех странах происходит постоянный и весьма существенный ежегодный прирост посевных площадей под генно-инженерными культурами. Так, в 2006 году наибольший абсолютный прирост был в США - 4,8 млн. га, в Индии - 2,5 млн.га, Бразилии - 2,1 млн. га, Аргентине и Южной Африке - по 0,9 млн. га.

До недавнего времени в странах Европейского Союза генно-инженерные культуры выращивались в весьма ограниченных масштабах, что объясняется определенными политическими мотивами. Однако экономические выгоды от их внедрения (см. ниже) настолько очевидны, что уже в 2007 году наблюдался существенный рост площадей (на 70%). Тем не менее, факторы, сдерживающие внедрение генно-инженерных культур в Европейском Союзе пока сохраняются. Так, с 1998 года не авторизовано для выращивания ни одной новой генно-инженерной линии. По сути, разрешается выращивать в Европейском Союзе только одну единственную ГМ-линию - MON 810 генно-инженерной кукурузы,

устойчивой к мотыльку *Ostrinia nubilalis*. По этой причине после вступления в ЕС Румыния вынуждена была свернуть, несмотря на значительные потери, посевы генно-инженерной сои, толерантной к гербициду глифосату (эта линия не разрешена к выращиванию в ЕС). Однако тенденция налицо: многие страны ЕС стремятся устранить преграды на пути выращивания генно-инженерных культур и в максимально быстрые сроки увеличить площади под ними.

Следует заметить, что помимо названных выше 22 стран, где выращивают генно-инженерные культуры, имеется, по крайней мере, еще 29 стран, в которых официально допущены к использованию в хозяйственных целях отдельные генно-инженерные линии, однако в промышленных масштабах они пока не выращиваются. Предполагается, что в ближайшие годы некоторые из этих стран начнут выращивать генно-инженерные культуры. Среди них, например, такие как Египет, Вьетнам, Буркина Фасо, Польша.

Основные «генно-инженерные» признаки: 1. толерантность к гербицидам; 2. устойчивость к насекомым; 3. устойчивость к вирусам; 4. улучшенные качественные характеристики: улучшенный состав жирных кислот растительного масла (соевого, рапсового); пониженное содержание никотина в табаке; удлиненные сроки созревания/хранения плодов; 5. система получения гетерозисных гибридов на основе мужской стерильности/восстановления фертильности. Среди всех генно-инженерных культур гербицидоустойчивые формы составляют подавляющее большинство. Так, в 2006 году в мире под ними было занято 68% площади, засеянной генно-инженерными сортами, или 69,9 млн. гектаров, под устойчивыми к насекомым сортами генетически модифицированных растений было занято 19% (19 млн. га). Еще 13% общей площади занимали генно-инженерные сорта, обладающие устойчивостью к гербицидам в сочетании с устойчивостью к насекомым-вредителям. Одна из основных тенденций настоящего периода внедрения генно-инженерных культур – это создание и выращивание сортов, имеющих сразу несколько генно-инженерных признаков: толерантность к гербицидам и устойчивость к насекомым, устойчивость к насекомым и вирусам, устойчивость к различным группам насекомых, обусловленная разными трансгенами, и др. Особенно широко такие сорта выращивают в США. В целом в мире прирост площадей под генно-инженерными культурами происходит, прежде всего, за счет сортов, сочетающих несколько генно-инженерных признаков (в 2005-2006 году их доля увеличилась на 30%, в то время как прирост устойчивых к насекомым форм составил 17%, а толерантных к гербицидам – 10%).

2. Перспективные разработки.

Научные исследования в области генетической инженерии ведутся по целому ряду перспективных направлений. Прежде всего, большое внимание уделяется повышению эффективности борьбы с болезнями растений. Следующее важное направление генетической инженерии — селекция сортов, устойчивых к стрессовым факторам среды: засухе, жаре, холоду, повышенному засолению почвы.

Интенсивно используют генно-инженерные подходы для выведения сортов с улучшенными качественными и потребительскими свойствами сельскохозяйственной продукции. Ведутся работы и получены обнадеживающие результаты по созданию кофе без кофеина, табака без никотина, арахиса, не содержащего характерных для него аллергенов. Большой резонанс в обществе вызвала разработка швейцарских ученых, посвященная созданию так называемого «золотого» риса. В результате растения риса приобрели способность синтезировать каротин, с чем связывают решение проблемы ослабленного зрения

детей Юго-Восточной Азии, вызванную дефицитом витамина А в продуктах питания.

Постоянно привлекает внимание ученых идея использования генно-инженерных растений в качестве «биореакторов» для производства различных ценных фармацевтических соединений, так называемых рекомбинантных протеинов. Преимущества таких «биофабрик» очевидны. Можно производить вещества, являвшиеся ранее очень редкими и дорогими, практически в неограниченных количествах. При этом не стоит проблема их тщательной очистки, как в случае с генетически модифицированными микроорганизмами. Да и возможности растений по сравнению с микроорганизмами для биосинтеза специфических для высших организмов веществ существенно шире, поскольку растения намного ближе к ним в эволюционном плане. Отсутствуют риски переноса скрытых инфекций, характерные для традиционных методов производства некоторых препаратов путем выделения из трупного материала, органов животных или донорской крови. Большой интерес представляет использование генно-инженерных растений в целях получения съедобных вакцин для повышения устойчивости организма человека к опасным заболеваниям.

В ближайшие годы (20010-2011) ожидается внедрение, прежде всего, форм, устойчивых к экстремальным факторам среды. В частности, в Австралии проходит испытания ряд перспективных генно-инженерных линий пшеницы, устойчивых к засухе. В странах Европейского Союза ожидается широкое внедрение генно-инженерных сортов с улучшенными качественными характеристиками.

Одна из ключевых тенденций следующего этапа внедрения генно-инженерных культур – создание и использование сортов растений для производства биотоплива (биодизеля и биоспирта), с которым связывают возможность, по крайней мере, на 65% уменьшить скорость истощения ископаемых энергоресурсов.

3. Экономические и социально-экономические выгоды, связанные с выращиванием генно-инженерных культур

В 2006 году стоимость мирового рынка генно-инженерных культур (продажа семян и сопутствующих технологий) составила 6,15 млрд долларов США, что составляет 16% рынка средств защиты растений (38,5 млрд. долларов) и 21% мирового рынка семян. Эта стоимость за период с 1996 по 2006 год оценивается 35,5 млрд. дол. В 2007 году ожидается, что эта цифра будет около 6,8 млрд.дол.

Важно отметить, что прибыль от использования ГМ-культур получают не только компании, которые их разрабатывают и внедряют, но и производители сельскохозяйственной продукции на основе ГМО. В частности, отмечается постоянный устойчивый рост числа фермерских хозяйств, выращивающих генно-инженерные культуры. Вот цифры за последние годы: 2005 год – 8,5 млн. хозяйств в 21 стране, 2006 год – 10,3 млн. хозяйств в 22 странах, 2007 год – 12 млн. фермеров в 22 странах. Причем, 11 млн. из 12 млн. фермерских хозяйств, выращивающих генно-инженерные культуры в 2007 году, приходится на развивающиеся страны.

Исследования, проведенные в Индии и Китае, показали, что использование сортов генно-инженерного хлопчатника, устойчивого к насекомым-вредителям, позволило повысить урожайность этой культуры, соответственно, на 50 и 10 процентов, уменьшить использование инсектицидов в обеих странах на 50% и более. В Индии доходы фермеров составили 250 \$ на гектар и, в целом по стране, их доход в 2007 году достиг 1,7 млрд. дол. В Китае эти цифры составили: доход с гектара - 220 дол. и, в целом по стране – 800 млн. дол.

Кроме финансовой прибыли выращивание ГМО несет ощутимые социальные и экологические выгоды. Сокращение обработки полей пестицидами и отказ от вспашки уменьшают интенсивность эксплуатации сельскохозяйственной техники и соответственно расход топлива и выбросы углекислого газа в атмосферу. Подсчитано, что в 2005 году таким образом был уменьшен выброс 962 млн кг CO₂, что эквивалентно тому, что выбрасывают в атмосферу 430 тыс. автомобилей. Благодаря использованию менее вредных для окружающей среды гербицидов снижается химическая загрязненность воды и почвы. Предотвращается эрозия почвы, поскольку использование генетически модифицированных растений, устойчивых к гербицидам, позволяет перейти на щадящий беспашотный метод обработки почвы. Это, а также использование сортов с избирательной устойчивостью к насекомым-вредителям в условиях снижения интенсивности применения инсектицидов увеличивает биоразнообразие. На полях, занятых генно-инженерными сортами, отмечено увеличение численности популяций птиц, полезных насекомых. В силу того, что устойчивые к насекомым-вредителям растения кукурузы меньше поражаются грибными болезнями, меньше страдают от грибных токсинов как производители кукурузы, так и ее потребители. Использование передовых технологий позволяет фермерам снизить трудозатраты, исключить вредные для здоровья технологические процессы. Это выливается не только в возможность получения дополнительной прибыли, но и увеличение свободного времени, улучшение состояния здоровья.

4. Результаты и перспективы научных исследований по созданию генно-инженерных сортов сельскохозяйственных растений в Беларуси

В Республике Беларусь в настоящее время сорта генно-инженерных растений не выращиваются и не испытываются в окружающей среде. Однако исследования по генетической инженерии растений проводятся в ряде учреждений НАН Беларуси в рамках 10 проектов государственных программ фундаментальных и ориентированных фундаментальных исследований: Институте генетики и цитологии, Институте биофизики и клеточной инженерии, Центральном ботаническом саду, НПЦ по земледелию, НПЦ по картофелеводству и плодоовощеводству. Направления исследований: создание сортов картофеля с устойчивостью к колорадскому жуку, к грибным и бактериальным болезням, к вирусам, сортов рапса и клевера с повышенной урожайностью, сортов клюквы, с измененным вкусом плодов. Однако ожидать в ближайшие годы появления на полях отечественных сортов генно-инженерных растений не приходится. Долгое время эти весьма дорогостоящие исследования финансировались недостаточно. В результате круг оригинальных генетических конструкций весьма ограничен. Требуется определенное время на испытание полученных форм по показателям биобезопасности, на что требуется также дополнительное финансирование. Несмотря на принятие законодательства в области биобезопасности, в республике до настоящего времени не создана база для проведения испытаний генно-инженерных культур при их первом высвобождении в окружающую среду (на эти цели также до сих не выделены средства).

5. Направления сотрудничества Беларуси с ведущими биотехнологическими фирмами по созданию и внедрению генно-инженерных культур

В Республике Беларусь в 2006 году вступило в силу законодательство в области биобезопасности, которое обеспечивает, с одной стороны, безопасность ГМО для здоровья человека и окружающей среды, с другой стороны, создает благоприятные условия для развития генетической инженерии и внедрения ее достижений в народное

хозяйство. В связи с этим имеются и благоприятные условия для установления сотрудничества Беларуси с ведущими биотехнологическими фирмами по созданию и внедрению генно-инженерных культур. Такое сотрудничество призвано обеспечить ускоренное внедрение и эффективное использование всего многообразия генно-инженерных культур, зарекомендовавших себя в других странах, для укрепления экономического потенциала страны. Это сотрудничество должно также способствовать повышению уровня отечественных разработок в этой области. В связи с этим предлагаются следующие направления сотрудничества:

1. Содействие в продвижении сортов генно-инженерных растений фирм Bayer CropScience, Monsanto и др. на белорусский рынок (консультации по вопросам законодательства Республики Беларусь в области биобезопасности, соблюдения соответствующих административных процедур, проведение испытаний на биобезопасность трансгенных сортов и мониторинг при их первом высвобождении в окружающую среду и др.).
2. Перенос с помощью методов традиционной селекции (беккросс) трансгенных признаков от сортов этих фирм в наиболее перспективные сорта белорусской селекции. Речь, в частности, идет о таких признаках, как толерантность к гербицидам, устойчивость к насекомым-вредителям, вирусам, мужская стерильность/восстановление фертильности, улучшенные качественные характеристики. Культуры: картофель, сахарная свекла, кукуруза, рапс, лен, другие культуры.
3. Использование векторных конструкций фирм для трансформации белорусских сортов сельскохозяйственных растений, разработка и создание новых генетических конструкций.

6. Некоторые аспекты правовой охраны и использования в селекции сортов генно-инженерных растений

Среди первых шагов, предпринятых Республикой Беларусь после обретения ею независимости, было присоединение к важнейшим международным соглашениям в области защиты авторских и смежных прав. В связи с этим было создано и принято соответствующее национальное законодательство, а также учреждены административные структуры. Неукоснительное соблюдение авторских прав является одним из важнейших международных требований для вступления Беларуси во Всемирную торговую организацию.

Бурное развитие генетической инженерии в конце XX века привело к тому, что достижения в этой области стали патентовать. Так, в июле 1998 г. была принята Директива Европейского Союза 98/44/ЕС «О правовой защите биотехнологических изобретений», важнейшие положения которой нашли отражение в Европейском и Евразийском патентных кодексах. В результате применения названных правовых норм любая трансгенная конструкция, которая содержится в любом из допущенных к использованию сорте трансгенных растений, защищена соответствующим патентом и не может быть использована в селекции (как для целей трансгеноза, так и переноса в другие сорта с помощью традиционных методов селекции) без согласия патентообладателя. Использование любого нового сорта генно-инженерных растений в хозяйственных целях предусматривает наличие перекрестной лицензии, определяющей размер роялти как для селекционера, который имеет право на сорт, так и для обладателя патента на использованную при создании этого сорта трансгенную конструкцию. Это необходимо учитывать при заключении договоров о сотрудничестве институтов Беларуси с ведущими зарубежными фирмами.

Таким образом, подводя итоги вышесказанному, можно сделать следующее заключение:

1. Исходя из мирового опыта и тенденций по созданию и использованию генно-инженерных (генетически модифицированных или трансгенных) растений, показавших их высокую экономическую, социальную и экологическую выгоду, в Беларуси следует активизировать научные исследования и принять ряд организационных мероприятий по созданию генно-инженерных сортов сельскохозяйственных культур с хозяйственно-ценными признаками.

2. Считаем, что такие работы следует в первую очередь осуществлять с учетом уже имеющихся заделов на таких важных для республики культурах как картофель, лен, рапс, клевер, а также клюква крупноплодная. Поскольку в республике остро стоит проблема защиты растений, то следует в первую очередь сосредоточить внимание на таких признаках, как устойчивость к грибным и микробным болезням, толерантность к гербицидам, устойчивость к насекомым-вредителям. Создание генно-инженерных растений с названными признаками будет способствовать решению проблемы импортозамещения, поскольку позволит более рационально использовать импортируемые средства защиты растений.

3. Создание генно-инженерных растений и, особенно, их последующие испытания, требуют больших финансовых и материальных затрат. Поэтому исследования по созданию генно-инженерных растений следует сосредоточить в Институте генетики и цитологии, Институте биофизики и клеточной инженерии, Центральном ботаническом саду НАН Беларуси. В качестве соисполнителей проектов, осуществляющих полевые испытания генно-инженерных растений, могут выступать НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству и НПЦ НАН Беларуси по земледелию. Готовые для высвобождения в окружающую среду (для полевых испытаний) генно-инженерные линии растений следует финансировать как инновационные проекты.

4. Для приобретения специализированного оборудования для проведения генно-инженерных работ следует выделить Институту генетики и цитологии НАН Беларуси из республиканского бюджета 4,0 млрд. руб.

5. В 2008-2009 гг. необходимо создать специально оборудованные участки (полигоны) для испытания генно-инженерных растений на базе Института генетики и цитологии НАН Беларуси и на базе НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству. Для чего выделить названным организациям 1,678 млрд. руб.

6. НАН Беларуси войти в контакт с зарубежными фирмами с целью заключения лицензионного соглашения на создание отечественных сортов с трансгенными признаками.