

УДК 631.527:581.085

Современный статус трансгенных сельскохозяйственных растений (по материалам международного симпозиума)

В статье дан краткий обзор материалов, представленных на международном симпозиуме «Трансгенные сельскохозяйственные растения и новая пища на российском рынке: оценка безопасности», который проходил 1–3 октября 1997 г. в Москве. Симпозиум был посвящен обсуждению статуса трансгенных растений, включая проблемы их биобезопасности как продуктов питания, а также вопросы их выхода на рынок.

Международный симпозиум «Трансгенные сельскохозяйственные растения и новая пища на российском рынке: оценка безопасности» был организован Российской академией наук совместно с Научным советом РАН по проблемам биотехнологии, ФАО, фирмой Монсанто, Центром «Биоинженерия» РАН и проходил с 1 по 3 октября 1997 г. в Москве. В работе симпозиума приняли участие ведущие специалисты и руководящие работники министерств и ведомств России, США, Канады, стран Европы и СНГ, а также представители международных организаций и крупнейших зарубежных фирм.

Симпозиум был посвящен обсуждению статуса трансгенных растений, включая проблемы их биобезопасности как составляющих компонентов окружающей среды и как продуктов питания, а также вопросам их выхода на рынок.

This paper is a short review of the materials that were presented on the International Symposium «Genetically Modified Crop Plants and Novel Food on the Russian Market: Safety Assessment». The Symposium was held on October 1–3, 1997 in Moscow. It was devoted to the global status of transgenic crops, for growing them on the commercial basis and the safety assessment of food derived from genetically modified plants.

Первые полевые испытания трансгенных растений были проведены в 1986 г. в США и Франции (устойчивый к гербициду табак), а к 1995 г. – 3647 полевых испытаний трансгенных растений в 34 странах мира с 56 культурами (доклад К.Джеймса и /1/). Основная доля (91%) испытаний приходилась на индустриально развитые страны США, Канаду, страны Европейского Союза и Азии, на развивающиеся страны Латинской Америки – 5%, Азии – 2, Африки – 1, страны Восточной Европы и России – 1. С 1986 по 1997 г. число полевых испытаний трансгенных растений увеличилось в 4,5 раза. К настоящему времени генетически модифицировано уже более 70 культур (см. также /2/). Первым продуктом генетической инженерии, выращенным для коммерческих целей в начале 90-х годов в Китае, был вирусоустойчивый табак. В мае 1994 г. в США было санкционировано коммерческое выращивание томата с растя-

нутым периодом созревания. В 1997 г. под коммерческими посадками семи трансгенных сельскохозяйственных культур была занята площадь в 12,68 млн. га в шести странах, в том, числе: США – 8,1 (64%), Китай – 1,8 (14%), Аргентина – 1,4 (11%), Канада – 1,3 (10%), Австралия – 0,05 (менее 0,1%), Мексика – 0,03 (менее 0,1%). Распределение этой площади в процентах среди 7 видов трансгенных растений следующее: соевые бобы – 40, табак – 13, кукуруза – 25, рапс – 10, хлопок – 11, томаты – 1 и картофель – менее 1%. Коммерческое признание получили трансгенные растения со следующими полезными для сельского хозяйства признаками: устойчивость к гербицидам (54%), устойчивость к насекомым (31%), устойчивость к вирусам (14%), признаки качества продукта (более 1%). Выращивание в 1996 г. в Китае трансгенного вирусостойчивого табака позволило увеличить сбор листьев на 5–7% и сэкономить 2–3 обработки инсектицидами. Экономия от выращивания трансгенного хлопка, устойчивого к насекомым *Lepidoptera*, составила 140–280 \$ США на гектар. Использование гербицидов при выращивании трансгенного рапса в Канаде уменьшилось с 1400 г до 400 г на гектар. В 1996 г. в США была получена экономия 25–50 \$/га от использования трансгенного картофеля, устойчивого к колорадскому жуку. Будущее трансгенных растений согласно прогнозам ISAAA весьма оптимистично. Ожидается увеличение рынка трансгенных растений от 0,5 миллиардов \$ США в 1996 г. до 2–3 миллиардов в 2000, 6 миллиардов в 2005 и 20 миллиардов в 2010 г.

Директор бюро биотехнологии и научного развития Департамента сельского хозяйства США Д.Пейн одним из первых затронул вопросы регуляции трансгенных растений. Различные аспекты проблемы обсуждали практически все участники симпозиума, представившие доклады: П.Кернс (администратор ОЭСР), Д.Марьянски (менеджер биотехнологической стратегии администрации США по продовольствию и лекарствам), П.Мейерс (директор бюро пищевой биотехнологии при Администрации здравоохранения Канады), Д.Джонас (директор компании «Дэвид Джонас», Великобритания), А.Г.Голиков (ответственный секретарь Межведомственной комиссии по проблемам генно-инженерной деятельности, Россия).

Генно-инженерная деятельность регулируется на основе соответствующих законодательных актов. Закон «О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности» принят в России в 1996 г. В мировой практике по-разному регулируется работа с генетически модифицированными организмами в лабораторных и тепличных условиях и полевые испытания. Правила работы с трансгенными растениями в полевых условиях более строгие, так как помимо гарантии безопасности здоровья экспериментаторов необходимо соблюдение мер, обеспечивающих безопасность, в том числе биологическую, для окружающей среды. Можно говорить о двух различных школах определения регуляторного статуса трансгенных сельскохозяйственных растений. Одна рассматривает трансгенные растения как результат даль-

нейшего улучшения сельскохозяйственных культур. Поэтому все принятые раньше документы, регулирующие деятельность селекционеров, как в научно-исследовательской, так и в практической ее части могут быть применимы и к продуктам трансгенноза. Другая настаивает на разработке новых более детальных процедур регулирования взаимоотношений с новыми и неизвестными технологиями. Первая классифицируется как вертикальная регуляция, вторая – как горизонтальная. Вертикальная регуляция, которой придерживаются США и Канада, является системой, основанной на определении конкретных признаков сельскохозяйственных культур, которые должны контролироваться без требования регулирования всех продуктов, полученных в трансгенных процессах. Страны Европейского Союза – за горизонтальную регуляцию, которая требует всеобъемлющего контроля всех продуктов трансгенноза /1/.

В США разрешение на полевые испытания трансгенных растений выдается организацией APHIS/USDA (Animal Plant Health Inspection Service/United States Department of Agriculture). Если встроенный в растение ген определяет устойчивость к пестициду, то требуется также одобрение агентства по защите окружающей среды. Если продукт трансгенного растения предполагается использовать в пищу, то необходимо одобрение администрации США по продовольствию и лекарствам. В странах Европейского Союза полевые испытания трансгенных растений регулируются директивой 90/220 и соответствующим документом на национальном уровне. Для коммерческого выращивания требуется прохождение процедуры регистрации, принятой для всех новых сортов, независимо от того является ли полученная форма продуктом традиционной селекции или биотехнологии. Кроме того, в странах Европейского Союза возможно получение разрешения для лимитированного выращивания трансгенных растений. Например, для целей селекции или только для импорта в качестве продукта питания /1/. В России лицензии на полевые испытания трансгенных растений дает Межведомственная комиссия по проблемам генно-инженерной деятельности, которая использует опыт и США, и Европейского Союза в оценке риска опасности генно-инженерного продукта для окружающей среды.

При оценке пищевой безопасности продуктов трансгенноза применяется концепция эквивалентности, которая предполагает сравнение с уже известным на рынке продуктом. При установлении эквивалентности генно-инженерного продукта традиционному нет необходимости в дополнительных исследованиях по безопасности, так как он считается столь же безопасным, как исходный продукт. При эквивалентности за некоторым исключением, которым является протеин, введенный извне, проводится тщательный анализ безопасности только отличительных признаков. Анализ не должен ограничиваться определением стандартных токсикологических характеристик (Д.Марьянски). Необходимо привлечение молекулярно-биологических методов, в частности определение точной структуры нового белка.

Проблема безопасности продовольствия не является новой и в равной степени актуальна как для продуктов трансгеноза, так и обычной селекции (П. Дей, директор Центра агробιοтехнологии США). Аллергены обнаружены в яичном белке, молоке, арахисе, сое, горчице и т.д. Проблема аллергенности белков и продуктов маркерных генов обсуждалась в докладах Р.Фукса (Монсанто, США) и Д.Джонаса. В модели желудочно-кишечного тракта млекопитающих сравнивали стабильность белков и их фрагментов, относящихся к аллергенам вышеназванных продуктов, обычных белков растений и интродуцированных генно-инженерными методами белков /3/. Обычные растительные белки расщеплялись за период времени меньше 15 сек без образования фрагментов. Аллергенные белки или их фрагменты сохраняли стабильность в течение 0,5–60 мин. Интродуцированные в растениях белки (инсектицидные белки из *Bacillus thuringiensis*, глифосфатоксидоредуктаза и др.) расщеплялись в пределах 0,5–30 сек без образования фрагментов.

Предполагается, что быстрое протеолитическое расщепление белка в модели желудочно-кишечного тракта млекопитающих уменьшает вероятность абсорбции белка слизистой оболочкой кишечника и ограничивает возможность для проявления чувствительности к белку, а следовательно, и аллергенности. Белки-продукты маркерных генов (неомицинофосфотрансфераза (NPTII); фосфинотрицинацетилтрансфераза и др.), которые согласно данным ВОЗ присутствуют в 45 из 46 известных биотехнологических продуктов, выпущенных на рынок (Д.Джонас), расщеплялись в пределах 0–15 сек без образования фрагментов. Количество аллергенных белков в процентах от суммарного белка колебалось в пределах 1–54%, вышеназванных интродуцированных белков и продуктов маркерных генов – в пределах 0,01–0,4% /3/. Д.Джонас отмечает отсутствие токсичности, аллергенности, каких-либо дополнительных плейотропных эффектов маркерных генов и низкую вероятность их переноса в микроорганизмы.

В докладах Д.Пейна, А.Уайтхеда (ФАО), Д.Марьянски, П.Мейерса была подчеркнута необходимость доведения до сведения общественности полных данных о новом продукте, полученных от научных центров и непосредственных производителей. По законам США осуществляется маркировка трансгенных продуктов, где сообщается информация о методах получения продукта и его подробная характеристика. В целом за продукт отвечает его производитель.

Наибольшее количество трансгенных растений выпущено на рынок фирмой Монсанто. В настоящее время фирма занимается маркетингом в СНГ следующих трансгенных сельскохозяйственных культур: ВТ картофель (устойчивость к насекомым, ВТ – *Bacillus thuringiensis*), RR соя (устойчивость к гербициду раундап, RR – *raundap resistant*), RR сахарная свекла, RR и ВТ кукуруза, RR рапс, RR хлопчатник. В 1997 г.

Россия начала испытание трансгенных картофеля и сои, Украина – картофеля. С 1998 г. ожидается начало испытаний в России трансгенных кукурузы, сахарной свеклы и рапса, на Украине – кукурузы и сои. В ближайшем будущем предполагается начало испытаний трансгенного картофеля в Грузии и Армении, хлопка – в Узбекистане. В США также зарегистрировано три сорта трансгенного картофеля, устойчивого к колорадскому жуку и вирусам, достигнуты определенные успехи в создании методами генной инженерии картофеля, устойчивого к фитофторозу (М.Велчев, Монсанто).

ВТ (New Leaf) картофель получен для трех сортов: Рассет Бербанк, Супериор, Атлантик (К.Ридинг, Монсанто). Под трансгенным картофелем в США и Канаде занята площадь 15 тыс. га. В течение последних двух лет он продается на рынке и, несмотря на более высокую по сравнению с обычным картофелем стоимость (дороже на 20%), охотно раскупается. New Leaf картофель вызывает 100%-ную гибель колорадских жуков в условиях лаборатории и поля. Содержание бациллярного токсина (Btt) и маркера NPTII не превышает 0,01% от суммарного белка и его количество в клубнях в 13,5–14 раз меньше, чем в листьях для Btt и 2,5–5 раз для NPTII. Охотно поедается крысами. При скармливании 40 клубней картофеля в день самцы удваивали свой вес в течение 8 суток. Увеличение веса самок было не столь существенным. Не обладает ни токсичностью, ни аллергенностью, безвреден для полезных насекомых. Воздействие на популяцию почвенных микроорганизмов не изучалось. Подробный анализ содержания белков, жиров, углеводов, золы, крахмала, витаминов не выявил отличий от обычного картофеля.

Данные первого года полевых испытаний трансгенного картофеля двух сортов и сои в России были представлены В.Г.Джавахи (ВНИИ фитопатологии, Россия). Испытания картофеля сортов Russet Burbank New Leaf™ и Superior New Leaf™ и RR сои были согласованы с четырьмя министерствами: сельского хозяйства, здравоохранения, экологии и науки. Полевые испытания трансгенного картофеля были проведены на базе ВНИИ фитопатологии (40 км от Москвы) и в трех его филиалах: Тамбове, Краснодаре, Владивостоке. На участке в Подмоскowie было осуществлено три посева колорадского жука по 20–25 особей на 1 м². Учеты проводили через 2 и 7 дней. Определяли количество жука и степень повреждения ботвы в процентах. Расстояние между посевами трансгенного картофеля и исходными сортами было 0,5 м. Повреждения трансгенного картофеля были крайне незначительны. На них не было обнаружено жуков, изредка личинки первого возраста. Особи колорадского жука предпочитали растения исходных сортов, которые были сильно повреждены. В Краснодаре и Тамбове ситуация с колорадским жуком была примерно такой же. На Дальнем Востоке посева трансгенного картофеля были полностью уничтожены эпиляхой.

Полевые испытания с раундапустойчивой трансгенной соей были проведены в Краснодаре. Внесение 2 кг гербицида на гектар полностью уничтожало посеvy обычной сои. Трансгенная соя выдержала 4 кг раундапа на гектар. В отношении трансгенной сои должна быть исключена опасность появления устойчивого сорняка, так как на Дальнем Востоке Российской Федерации есть дикорастущая соя.

Согласно сообщению Н.Г.Бойко (менеджер по регистрациям Монсанто, Украина) на Украине нет закона, регламентирующего работу с генно-инженерными организмами, но проводятся испытания с тремя сортами трансгенного картофеля, которые подтвердили 100%-ный контроль колорадского жука.

ЛИТЕРАТУРА

1. James C., Krattiger A. F. Global Review of the Field Testing and Commercialization of Transgenic Plants: 1986 to 1995. The First Decade of Crop Biotechnology. // ISAAA Briefs. – 1996. – №1. – P.31.
2. Krattiger A. F. Insect Resistance in Crops: A Case Study of *Bacillus thuringiensis* (Bt) and its Transfer to Developing Countries. // ISAAA Briefs. – 1997. – №2. – P.42.
3. Assessment of the Allergenic Potential of Food Derived from Genetically Engineered Crop Plants / Metcalfe D. D., Astwood J. D., Townsend R., Sampson H. A. e.a.// Food Science and Nutrition. Critical Reviews. – 1996. – vol.36 (S) – P. S165–S186.