

менее 95 % в течение 7-10 суток. Этим способом можно повысить энергию прорастания семян на 17-21 %, особенно это важно для твердокаменных семян бобовых культур.

Список литературы

Николаева М.Г. Справочник по прорастиванию покоящихся семян / М.Г. Николаева. –

Л.: Наука. 1985.

Овчаров К.Е. Физиология формирования и прорастания семян / К.Е. Овчаров. – М.: Колос, 1976.

Шматько И.Г. Устойчивость растений к водному и температурному стрессам / И.Г. Шматько. – Киев.: Наук. думка, 1989.

УДК 631.523+631.524

ТРАНСГЕНОЗ И ТРАДИЦИОННАЯ СЕЛЕКЦИЯ

И.К. Ткаченко

г. Белгород, Белгородский государственный университет

Е.В. Думачева

Белгородская государственная сельскохозяйственная академия

В последние десятилетия селекция испытывала острую потребность в новых идеях, подходах, решениях и сегодня она, кажется, приходит к ней. Кроме современных веяний со стороны экологического земледелия, селекция вооружается новым мощным инструментом – генетическим модифицированием организмов, короче – трансгенозом. Начало этому направлению (трансгенозу) положил американский ученый П. Берг, создавший в 1972 году первую гибридную ДНК [Меркурьева и др., 1991].

Речь идет о переносе одного или нескольких генов в растение, которое мы стремимся улучшить по какому-нибудь показателю. Переносимые гены извлекают из других организмов или получают искусственным путем. Сам ген, как известно, представляет собой реальное вещество – дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК), вернее, ее отдельный участок. Вспомним, что в состав ДНК входят: азотистое основание, углевод дезоксирибоза и фосфорная кислота. Они составляют нуклеотиды в длинной двухнитчатой цепочке ДНК. В отдельный ген входит разное количество нуклеотидов (от десятков до тысяч). От того, в каком порядке выстраиваются они в цепи ДНК, в соответствующей последовательности выстраиваются в молекуле белка и его составные – аминокислоты. А от этого порядка

расположения аминокислот зависят свойства организмов. Если, например, заменить глутаминовую кислоту на валин в гемоглобине крови, то эта замена вызовет тяжелое заболевание – серповидноклеточную анемию и т.д. [Гуляев, 1984; Ткаченко, 2002].

Число генов в растениях – десятки тысяч и все они контролируют проявление тех или иных признаков и свойств. Стоит заменить ген, поменять местами в цепочке ДНК, выбросить или вставить новый, как растение реагирует на это другим свойством – полезным, бесполезным или даже вредным для самого растения или человека. Если растение проявило полезное свойство, например, повысилась морозостойкость или засухоустойчивость, оно имеет шанс на выживание при естественном отборе (в природе) и искусственном (у селекционера) и впоследствии может стать соответствующим улучшенным сортом. В противном случае оно отбрасывается и естественным, и еще быстрее – жестким искусственным отбором.

Трансгенные растения (ТГР) это те, в которые перенесен ген с заранее известной своей ролью, то есть он определяет какое-то свойство: к примеру, устойчивость картофеля к колорадскому жуку, пшеницы к морозу, сои – к гербициду и т.д. Все эти переносы осуществляются в уже готовые сорта

или гибриды. И растения по-разному реагируют на это вмешательство. Не говоря уже о больших сложностях получения гена для переноса, а это требует многолетних усилий и манипуляций, внедрить его в новый организм и заставить ген там работать – очень сложная задача [Takahashi, 1999]. И это еще не все – после внедрения гена в геном растения, часто оказывается, что он не выполняет желаемой нами роли, а еще хуже – дает отрицательный эффект. Например, картофель с неправильной формой клубней, с чешуями и множеством глазков, карликовым ростом, ничтожным урожаем и т.д. [Константинова и др., 2000; Спиридович, Чижик, 2000]. Подобные ТГР, конечно же, сразу отменяются после тщательных проверок. Часто перенесенный и внедренный ген «отказывается» как-либо работать (говорят «теряет экспрессию») и тогда все многолетние старания ученых пропадают вхолостую [Новоселя, 2000]. Все это подводит нас к мысли, что не всё в трансгенных исследованиях так гладко, как кажется на первый взгляд непосвященным. Это процесс сложный, кропотливый и многолетний, как и в обычной традиционной селекции, со всеми ее неудачами, разочарованиями и радостными, хотя и редкими успехами [Новоселя, Дейнеко и др., 2000; Archer et al., 2000; De Wilde Chris et al., 2000; Jimenez-Bermudes et al., 2002].

Удачи с ТГР, если они достигаются после многолетних проб и ошибок, очень впечатляющие. Во ВНИИ картофельного хозяйства и институте сельскохозяйственной биотехнологии (Москва), в Сибирском институте физиологии и биохимии (Иркутск), получен картофель, устойчивый к колорадскому жуку [Мазин и др., 1999; Рекославская и др. 1999; Чередниченко, 2000]. Установлено, что он безопасен по продукции для человека и теплокровных животных и для окружающей среды. Медицинская экспертиза подтверждает эти сведения [Рябов, 2000]. Кроме картофеля здесь ведутся исследования на томате, рапсе, горохе, кукурузе, осине и др. Ученые сообщают о повышенной активности отдельных ферментов у трансгенных растений, их быстром росте, устойчивости к гербицидам,

более высоком урожае (в 2-3 раза), повышенном содержании сухих веществ, незаменимых аминокислот и других компонентов [Handa, Kau, 2002; Higgins, 2002].

Учеными Бразилии получен трансгенный салат, устойчивый к засухе, холоду и засолению [Pileggi, 2001]. В США – табак с повышенной (в 640 раз!) способностью давать трихлорэтилен, который может использоваться для очистки окружающей среды от загрязнений галогеноводородами, а также гербицидоустойчивая соя, кукуруза, устойчивая к луговому мотыльку, баклажан – к колорадскому жуку [Hong, 2000; Lafferty, 2000; Liu Guizhen, 2003], томат, устойчивый к вирусу желтой курчавости [Polston, Yang, Patte, 2003].

Очень интенсивно ведется трансгенная работа в Китае – здесь получены ТГР рапса с высокой устойчивостью к вредителям, картофеля с устойчивостью к вирусу X, кукурузы с устойчивостью к болезням и гербицидам и высокой белковостью (до 15%), риса с устойчивостью к цикадке [Atkinson, Urwin, 2003; Fu Daolin, 2000; Pellizzoni, 2001], холодоустойчивого томата с повышенной активностью гена САТ1, со сниженным содержанием H_2O_2 и устойчивостью к окислительным стрессам [Ysien Tsai-Thung et al., 2002].

Мексиканские ученые получили ТГР более 20 видов, устойчивые к 30 вирусным болезням. Выращивание в 1996-1997 гг. ТГР обеспечило им до 10% прибавки урожая и экономию на каждом гектаре 150-300 долларов [Herrera-Estrella, 2000].

Индийские селекционеры обнаружили у ТГР сарептской горчицы сильную солевую устойчивость [Strand, 2001], а японские – у табака – устойчивость к средовым стрессам [Kawahigashi, Ozawa, 2002].

Фантастические данные приводятся по тропическим культурам: батат с улучшенным качеством белка, маниок с повышенной в несколько раз урожайностью, масличная пальма, у которой выход масла с гектара в 8-10 раз выше и т.д. [Le Buanes, 2000; Moffat, 1999].

Конечно же, все новое, необычное вызывает у человека какое-то внутреннее сопротивление, недоверие и даже опасение.

С другой стороны, настоящего гражданина волнует вопрос, а вдруг это выгодно и безвредно, а мы вовремя неотреагируем на новое направление в науке и потеряем огромные возможности. Ведь в нашей стране уже было что-то подобное, когда в 40-60 годах XX столетия начиналась, например, эра гетерозисной селекции. Тогда другие страны (особенно США, Канада) богатели на гибридной кукурузе, получая в 1,5-2,0 раза более высокий урожай, чем мы на своих сортах. И все из-за нашей плохой информированности, замкнутости. Тогда тоже восставал здравый смысл – как это можно заставить перекрестноопыляемое растение оплодотворяться собственной пылью и не раз, а 4-6 лет подряд, чтобы получить инцухт-линии – заморыши, высотой 50-60 см (вместо 250), и початками длиной до 10 см (вместо 30-40). Тут поневоле восстанешь против такого «насилия» над природой! Скептиков не успокаивало даже то, что в результате переопыления этих инцухт-линий получались мощнейшие гетерозисные гибриды, которые были продуктивнее исходных сортов почти в 2 раза. Сегодня же они стали привычны, не вызывают опасений, иное просто трудно себе представить. Более того, гетерозисные гибриды преобладают почти в производстве почти всех основных сельскохозяйственных культур [Гуляев, 1984].

Опасения по поводу трансгенной продукции находят отзвук на страницах многих журналов. Недавно англичане провели массовый опрос относительно трансгенноза и убедились в очень слабой информированности своих граждан. Большинство опрошенных (разных возрастов и уровней образованности) очень мало знали и уклонялись от ответов. Остальные считают, что риск использования трансгенных растений (ТГР) намного меньше, чем преимущества, которые несет это новшество [Kinderlerer, 2000]. Знакомство со 150-тью сообщениями наших и зарубежных авторов по данному вопросу свидетельствует о том, что среди них не нашлось ни одного, кто бы сказал трансгеннозу категорическое «нет». Подавляющее большинство сообщений (80%) посвящены разработке или усовершенствованию методик получения трансгенных расте-

ний [Турчинович и др., 2003; Юрьева, Соболюкова, 2000], проверке и испытанию их на всех режимах [Рукавцова и др., 2003; Тиходеев, Бузовкина, Лутова, 1999; Шестапратов, Лебедев, Долгов, 2002; Dietz-Pfleistetter, Zwerger, 2002; Torregrosa, Verries, Tesniere, 2002]. Эти ученые больше боятся не «вредности» ТГР, а того, как бы не отстать от мирового уровня в освоении и реализации этих исследований. Идет интенсивное накопление экспериментальных данных, предварительный их анализ, вовлечение новых культур в сферу трансгенноза [Ермишев и др., 2001; Зайцев, 2001; Курбанова, Соловова, Чумаков, 2000; Меркин, 2000; Сахарова, Куклев, Козлов, 2002; Сердобинский и др., 1999; Шупкова и др., 2000; Gittins et al., 2000; Reikhel, 2000; Ysien Tsai-Thung et al., 2002]. В сложной технологии создания ТГР авторы используют различные гены (GUS; Bar; Vir; ИЛ-18; Adh; ST-LS1; NPTII; HYG); плазмиды (PJR305; CaMV35S+GUS); векторы (Pbi101; pBi121; pMOG410; BIBAC2H150); промоторы (35S; pSL35S; VvAd42; pSLVA2).

Остальные публикации (20%) наполнены более солидным научными работами. Для этой группы исследователей методики – уже не главное – они «обкатаны», получение ТГР поставлено почти на поток. Авторы более уверены в успехе, а многие, особенно американцы, спешат запатентовать малейшие достижения в этой области [Colbisheila et al., 2002; Yano Masahiro, 2001]. Отрадно отметить, что среди этой группы исследователей есть и наши соотечественники [Данилова, Долгих, 2003], на эту тему в нашей стране уже защищаются диссертации [Богомолова, 2002; Чепинога, 2003; Шульга, 2004].

В отдельных работах авторы предупреждают о необходимости соблюдения всех мер предосторожности при введении в полевую культуру сортов с ТГР. Так, трансгенные сорта проходят полевые испытания более шести лет (вместо 2-3-х). В результате этих испытаний «отсеивается» непригодный материал [Балинова, 2000; Еникеев и др., 1999; Рекославская и др., 1999; De Boer Solke, 2003; Dietz-Pfleistetter, Zwerger, 2002]. В США для этого функционируют специ-

альная Инспекция по состоянию растений и животных, которая отвечает за выпуск в свет генетически измененных организмов (не только ТГР), а также Агентство охраны окружающей среды США, определяющее устойчивость ТГР к гербицидам, пестицидам и др. на 124-х сортоиспытательных участках. Что-то подобное, хотя и в меньших масштабах, организовано Канаде: за ввод в культуру ТГР следит Продовольственная инспекция, проводящая их строгую критическую оценку. Такая же научно-обоснованная система регулирования использования ТГР имеется в Австралии. Здесь работает Консультативный Комитет по генетическим манипуляциям, который тщательно проверяет в полевых условиях все трансгенные растения до того, как они будут переданы в производство. Подобная информация есть и по другим странам [Бугацкий, 2001; Bendick, 2002; Caboche, Boucly, 2000; Me Lian, Charest, 2000; Pellizzoni, 2001; Scene, 2000; Strand, 2001].

В этом вопросе европейские страны (как и Россия) несколько отстают – здесь почти нет полевых посевов трансгенных сортов, тогда как в мире идет быстрое расширение площадей под ними. Так, по сообщению Международной службы по использованию агробιοтехнологии, за 6 лет – с 1996 по 2001 гг. – общая площадь под посевами ТГР возросла в 30 раз – с 1,7 до 52,6 млн. га. Почти вся эта площадь освоена США (35,7 млн. га), Аргентиной (11,8 млн. га), Канадой (3,2 млн. га) и Китаем (1,5 млн. га). Растут площади под ТГР в Мексике, Болгарии, Уругвае, Румынии, Испании, Индонезии, Германии. Основными культурами с ТГР в 2001 г. являлись соя (63%), кукуруза (19%), хлопчатник (13%) и рапс (5%). В основном используются формы и сорта с ТГР, устойчивые к гербицидам, вредителям и болезням [Бычкова и др., 2002; Роїк, 2001; Тоцкий, Дьяченко, 2001; Хромова и др., 2000; Atkinson, Urwin, 2003; Clive James ..., 2001]. Площади под трансгенными сортами расширяются и дальше не только за счет названных выше стран, но и вовлечения новых, особенно, Индии, Мексики, Бразилии, Австралии и стран Европы. На сегодня

трансгеноз исследуется на 150-ти видах культурных и дикорастущих растений.

Что же касается опасений в отношении использования трансгенных растений (ТГР), то они сводятся к следующему:

Вопрос первый – не вредны ли для людей и животных трансгенные растения? – отмечается наукой и практикой прямо с порога. Все новые сорта, какими бы методами их не получали, проходят тщательную проверку в лабораторных и полевых условиях, прежде чем попасть в широкое производство. В отношении же ТГР соблюдается особый, более жесткий режим и по времени, и по набору критериев в оценке. В изученной научной литературе мы не встретили ссылок на канцерогенную опасность продуктов ТГР.

Более того, в последнее время все большее значение приобретает синтез лекарственных белков из ТГР. Генная инженерия позволяет получать множество антигенов, антител и медикаментов из ТГР, применение которых не вызывает противодействия людей, подобно продуктам питания из ТГР. Достаточно вспомнить историю инсулина: получение его методом микробиологического синтеза, позволяет спасти миллионы человеческих жизней [Benvenuto, 2001; Bhum, 2002].

Второй вопрос – а что, если гербицидо- или солевыносливые, или морозоустойчивые, или устойчивые к болезням и вредителям ТГР переопылятся со своими родичами – сорняками? Это же экологическая катастрофа!? Подобное опасение небеспочвенно и ученые имеют его всегда ввиду [Вальков и др., 2003; Соколов, Марченко, 2002; Lu Baorong et al., 2003]. Хотя, надо сказать, что опасность здесь ничуть не большая, чем при получении обычных гибридов (а особенно отдаленных), полиплоидных растений и мутантов. А, тем не менее, более 40 лет широкого использования в селекции радиационного и химического мутагенеза дало миру более 1000 новых сортов с повышенной урожайностью, устойчивостью к болезням и вредителям, с высоким белком, скороспелых и т.д. И за этот период не зафиксирован ни один случай самопроизвольной гибридизации и связанных с ней

неприятностей. Искусственный гибрид между пшеницей и рожью – тритикале вот уже почти столетия работает на человека и, слава Богу, пока все благополучно, и не вызывает у нас никаких опасений. Это же можно сказать и в отношении полиплоидной ржи (знаменитый сорт Белта выращивается на миллионах гектаров), клевера (Тетра-ВИК), триплоидных гибридов сахарной свеклы, мутантных сортов пшеницы, ячменя, люпина и т.д. Разница между ними и ТГР в том, что в первом случае селекционер манипулирует со всем геномом, а во втором – только с отдельными (или немногими) генами, отвечающими за определённый признак или свойство.

Вспомним, что в природных сообществах растений постоянно идут процессы самопроизвольного переопыления и возникновения мутаций (изменений). Эти акты, (спонтанные случаи) в природе так редки, что человек стал их замечать только в XX веке. Вероятность переопыления отдалённых форм очень низкая. В этом отношении природа наделила растения многими барьерами. В частности, растения сразу отвергают чужую пыльцу – она, попадая на пестик цветка, просто не прорастает. Бывает, что пыльца проросла и начала образовываться завязь. Но дальше дело не идет – завязь на разных фазах элиминируется. Радости мало даже и тогда, когда удается преодолеть и этот барьер, – и мы получаем жизнеспособные семена. Из них вырастает первое поколение растений, но второго поколения – нет, потому что гибриды стерильны и т.д. [Гуляев, 1984; Жученко, 2003]. И ученые тратят огромные силы, время и средства на преодоление нескрещиваемости видов (вспомним работы академика Н.В. Цицина). Метод же трансгеноза облегчает все эти усилия.

Высказываются также опасения о возможном накоплении в почве нежелательных веществ от ТГР. Оно обосновательно. Напомним, что все растения, без исключения, выделяют в почву большое количество разнообразных химических соединений, в том числе и ядовитых (розоцветные – синильную кислоту, донник – кумарин и т.д.). Это – физиологическое и экологическое защитное свойство растений, позво-

ляющее им выживать. При тщательном независимом государственном сортоиспытании подобные ТГР формы не имеет малейшего шанса выйти в производственные посевы рядовых хозяйств [Жученко, 2003; Шевелуха, 2000]. Более того, имеются сообщения о том, что ТГР риса с геном СУР2С49 способны даже детоксицировать самые различные гербициды, промышленные отходы и фармацевтические препараты при загрязнении ими воды и почвы [Kawahigashi, Ozawa, 2002].

Остается только поздравить селекционеров с обогащением их арсенала новым, неординарным приемом селекции, который будет помогать интенсифицировать их лучшие районированные сорта. Человеческое общество получает в лице трансгеноза мощное средство, сопоставимое с использованием ядерной энергии. Надо только мудро воспользоваться этим гениальным достижением человеческого разума. Отлично понимая опасность ядерной энергии, мы, тем не менее, продолжаем пользоваться атомными электростанциями. Также и с трансгенозом – здесь много еще до конца не выясненных моментов, которые вызывают наши опасения. Со временем их будет оставаться все меньше и меньше.

Предполагают, что к 2050 г. население Земли удвоится, и мы уверены, что прибавившиеся миллиарды людей будут нам благодарны, что мы не упустили свой шанс [Herrera-Estrella, 2000]. Ученые многих стран сообщают, что трансгенные растения в их многолетних опытах ведут себя, как «законопослушные граждане». А это значит, что в последующих поколениях расщепление их признаков подчиняется закономерностям Г. Менделя, т.е. они ведут себя вполне предсказуемо [Дейнеко, 1999; Радчук и др., 2000; Haluloglu, Baenziger, 2003; Li Gun-ying et al., 2003; Su Ning et al., 2002; Wang Hui-Zhong et al., 2003]. А такое поведение вселяет не только спокойствие, но и уверенность в успешном развитии нового, прогрессивного направления в селекции.

Безусловно, осуществление этого сложного метода под силу хорошо оснащенным, крупным селекцентрам. Ввиду то-

го, что трансгеноз направлен, почти адресно, на устранение отдельных недостатков готовых сортов, то классическая, традиционная селекция со всем ее арсеналом методов и средств остается основным конструктором новых форм растений. Ведь она имеет дело со всем генотипом, тогда как трансгеноз – чаще пока с одним геном. Его внедряют по необходимости в тот или иной хороший сорт, страдающий каким-нибудь моногенным недостатком – признаком (к примеру, низкой устойчивостью к болезни, вредителю, засолению, гербициду и т.д.). Трансгеноз здесь выступает в роли «второго дыхания» традиционной селекции, как один из эффективных приемов улучшения признаков, которые не поддаются изменению другими имеющимися средствами. Есть сообщения о том, что американские селекционеры начали осуществлять трансгеноз коммерческого сорта ячменя Conlon. Его трансгенные растения подчиняются закономерностям Г. Менделя [Manoharan, Dahleen, 2002].

В нашем случае, при селекции люцерны на сложные полигенные показатели – вегетативную и семенную продуктивность, а тем более на их сочетание в одном сорте, применить трансгеноз напрямую не представляется возможным. Здесь придется действовать опосредованно, через те простые моногенные признаки, которые в наибольшей степени связаны с продуктивностью. А это устойчивость к аскохитозу, фузариозу и бактериальному увяданию, мучнистой росе, а также устойчивость к таким массовым вредителям, как люцерновый долгоносик, клоп, толстоножка, семяед-тихиус и цветочный комарик. Улучшение устойчивости к этим биотическим факторам, как моногенным признакам, может служить полем деятельности трансгеноза [Головин, Ткаченко, 1988]. Сюда же могут быть причислены и многие простые признаки и свойства – отдельные элементы вегетативной и семенной продуктивности, абиотические факторы, биохимические и физиологические показатели и т.д. [Думачева и др., 2004; Ткаченко, 1976, 1982, 1985; Ткаченко и др., 2002].

Таким образом, вышесказанное нам предлагает примерную стратегию современной селекции: новые сорта по-прежнему создаются классическими методами, а отдельные признаки и свойства, которые отсутствуют у них или они слабо выражены, придаются им с помощью трансгеноза, который осуществляется в крупных селекцентрах по заявкам рядовых учреждений.

Список литературы

Балинова А. Потенциальный риск использования трансгенных растений, устойчивых к гербицидам / А. Балинова // Сельск. наука. – 2000. – 38, № 5. – С. 33-35.

Богомолова Н.М. Разработка метода получения трансгенных растений сахарной свеклы, устойчивой к гербицидам. Автореф. диссер. на соиск. ... канд. биол. наук / Н.М. Богомолова. – Рамонь, 2002. – 20 с.

Бугацкий Л.П. Біологічна експертиза ТГР / Л.П. Бугацький // Вісн. агр. науки. – Київ, 2001. – 42, № 9. – С. 942-951.

Бычкова Г.Г. Создание трансгенных растений табака, несущих ген устойчивости к фитопатогенам / Г.Г. Бычкова, Н.А. Картель Н.А. и др. // СПб – Пушкин, 2002. – С. 157.

Вальков В.В. и др. Оценка агроэкологических рисков производства трансгенных энтомоцидных растений // Агрехимия. – 2003. – Т. 2. – С. 74-96.

Головин В.П. Изучение хемомутантов многолетних трав / В.П. Головин, И.К. Ткаченко // Химический мутагенез в селекции. – М., 1988. – С. 143-144.

Гуляев Г.В. Генетика / Г.В. Гуляев. – М.: Колос, 1984. – 351 с.

Данилова С.А. Способ получения трансгенных растений кукурузы in vitro / С.А. Данилова, Ю.И. Долгих. – Патент 219662 Россия, Инт физиол. раст. – 2003.

Дейнеко Е.В. Инактивирование чужеродных генов у трансгенного табака / Е.В. Дейнеко // Материалы IV Съезд Общества физиологов России. – М., 1999. – С. 565.

Думачева Е.В. Физиологические основы применения фитогормонов и физиологически активных веществ / Е.В. Думачева и др. – Белгород, 2004. – 103 с.

Еникеев А.Г. Трансгенные формы рапса / А.Г. Еникеев и др. // Материалы IV Съезд Общества физиологов России. – М., 1999. – Т. 2. – С. 575

Ермишев В.Ю. Гомологи генов рецептор-подобных киназ, определяющих устойчи-

вость растений к патогенам / В. Ю. Ермишев и др. // Физиология растений. – 2001. – 48, №4. – С.573-578.

Жученко А.А. Роль генной инженерии в адаптивной системе селекции растений / А.А. Жученко // Сельскохозяйственная биология – 2003. – №1. – С. 3–33.

Зайцев В.С. Гомологи генов устойчивости к болезням у пшеницы, ржи, картофеля и подсолнечника / В.С. Зайцев // Материалы научно-практ. конф. – М., 2001. – С. 177.

Константинова Т.Н. Морфофизиология клубней *in vitro* у трансгенного картофеля / Т.Н. Константинова и др. // Морфофизиология специальных побегов многолетних растений: программа и тезисы докладов Всерос. совещания. – Сыктывкар, 2000. – С.95-96.

Курбанова И.В. Агробактериальная трансформация неповрежденных однодольных растений / И.В. Курбанова, Г.К. Соловова, М.И. Чумаков // II съезд ВОГиС. – С-Пб, 2000. – Т.1 – С.320-321.

Мазин В.В. Генетическая трансформация как метод получения устойчивых генотипов культурных растений / В.В. Мазин и др. // Материалы IV Съезда Об-ва физиологов России. – М., 1999. – Т.2. – С. 625.

Меркин Г.В. Получение трансгенных растений *Arabidopsis th.* с изменённой морфологией побега / Г.В. Меркин // II съезд ВОГиС. – С-Пб, 2000. – Т.1 – С. 117.

Меркурьева Е.К. Генетика / Е.К. Меркурьева и др. – М.: Агропромиздат, 1991. – 446 с.

Новоселя Т.В. Нестабильность экспрессии генов в поколении трансгенных растений / Т.В. Новоселя // Материалы конф. молодых ученых. – Новосибирск, 2000. – Ч.2. – С.37-39.

Новоселя Т.В. Нестабильность экспрессии гена *prt11* в трансгенных растениях табака при наличии в структуре т-ДНК инсерции повтора гена *uidA* *E. coli* / Т.В. Новоселя, Е.В. Дейнеко и др. // II съезд ВОГиСб. – С-Пб., 2000. – С. 294.

Радчук В.В. Получение трансгенных растений рапса с помощью *Agrobacterium t.* / В.В. Радчук и др. // Генетика. – 2000. – 36, № 7. – С. 932-941.

Рекославская Н.И. Ауксиновый статус и продуктивность трансгенного картофеля / Н.И. Рекославская и др. // Материалы IV Съезда Общества физиологов России. – М., 1999. – Т.2. – С. 673.

Роїк М.В. Генетично модифіковані цукрові буряки / М.В. Роїк // Вісн. агр. науки. – 2001. – № 5. – С. 46-48.

Рукавцова Е.Б. Анализ трансгенных растений табака содержащего ген поверхностного антигена вируса гепатита В / Е.Б. Рукавцова, О.Э. Золова, Н.Я. Бурьянова и др. // Генетика. – 2003. – 39, № 1. – С. 51-56.

Рябов В.Г. Будут ли трансгенные растения в России / В.Г. Рябов // Картофель и овощи. – 2000. – №5. – С. 8.

Сахарова А.Н. Агробактериальная трансформация томата вектором *ВІВАС* / А.Н. Сахарова, М.Ю. Куклев, Г.И. Козлов // Материалы н.-ген. конф. ТСХА. – М., 2002. – С. 294-295.

Сердобинский Л. А. Создание генетических конструкций, содержащих гены дефензинов и анализ трансформированных с их помощью растений табака / Л.А. Сердобинский и др. // Материалы IV Съезда Общества физиологов России. – М., 1999. – Т.2. – С.693.

Соколов М.С. Потенциальный риск возделывания трансгенных растений и потребления их урожая / М.С. Соколов, А.И. Марченко // Сельскохозяй. биология. – 2002. – № 5. – С. 3-22.

Спиридович Е.В. Влияние генов бактериальной ДНК на некоторые биохимические показатели в ядрах каллусной ткани растений табака / Е.В. Спиридович, О.В. Чижик // Материалы IV Съезда Об-ва физиологов России. – М., 1999. – Т.2. – С.705.

Тиходеев О.Н. Возможности агробактериальной трансформации в генной инженерии растений / О.Н. Тиходеев, И.С. Бузовкина, Л.А. Лутова // Вест. С-Петербур. Ун-та, 1999. – Серия 3. – № 4. – С. 72-81.

Ткаченко И.К. Пути повышения семенной продуктивности люцерны / И.К. Ткаченко // Вісник с.-г. науки. – 1976. – № 10. – С. 40-42.

Ткаченко И.К. Использование свойства твердосемянности в селекции люцерны / И.К. Ткаченко // Вестник с.-х. науки. – 1982. – № 7. – С. 63-66.

Ткаченко И.К. По пути улучшения тритикале / И.К. Ткаченко // Сельское зори, Краснодар. – 1985. – № 12. – С. 42-43.

Ткаченко И.К. Селекция люцерны / И.К. Ткаченко, Е.В. Думачева и др. // Достижения науки и техники АПК. – 1992. – № 3. – С. 17-18.

Ткаченко И.К. Результаты и перспективы селекции люцерны в Белгородском СХИ / И.К. Ткаченко, Е.В. Думачева и др. // Пути повышения урожайности кормовых культур: Сб. научных трудов. – Белгород, 1992. – С. 9-14.

Ткаченко И.К. Красная нить биологии / И.К. Ткаченко. – Москва-Белгород, 2002. – 172 с.

Тоцкий В.Н. Изменение экспрессии генов у картофеля / В.Н. Тоцкий, Л.Ф. Дьяченко // Цитология и генетика. – 2001. – 35, №1. – С. 22-27.

Турчинович А.А. Создание генетической конструкции для получения трансгенных растений / А.А. Турчинович, А.А. Загорская, Е.А. Филипенко и др. // Биология – наука XXI века. Пушино, 2003. – С. 133-134.

Хромова Д.М. Получение трансгенных растений картофеля и анализ их устойчивости к колорадскому жуку / Д.М. Хромова и др. // Нач. тр. ТСХА. – М., 2000. – С. 91-100.

Чепинога А.В. Трансформация растений осины генами *ugt* и *асb* и изучение некоторых физиологических и биохимических параметров трансгенных растений / А.В. Чепинога. – Автореф. диссер. на соиск. ... канд. биол. наук. – Иркутск, 2003. – 26 с.

Чердниченко М.Ю. Использование гена *RSI* для трансформации сортов картофеля / М.Ю. Чердниченко // Международная научно-практ. конф. «Селекция и семеноводство овощных культур в XXI веке». – М., 2000. – Т.2. – С.325.

Шевелуха В.С. Проблемы, приоритеты и масштабы сельскохозяйственной биотехнологии в XXI веке / В.С. Шевелуха // Вестник сельскохозяйственной науки. – 2000. – №4. – С. 27-31.

Шестабратов К.А. Влияние растительного интрона *P1V2* на эффективность и стабильность экспрессии гетерологичных генов в покрытосеменных и голосеменных растениях / К.А. Шестабратов, В.Г. Лебедев, С.В. Долгов // Материалы экологической конференции. – М.: 2002. – С. 13 – 14.

Шульга Н.Я. Создание трансгенных растений, синтезирующих поверхностный антиген вируса гепатита В. Автореф. диссер. на соиск. ... канд. биол. наук / Н.Я. Шульга. – Москва, 2004. – 18 с.

Шушкова Т.В. Генетическая трансформация моркови геном растительного дефинзина / Т.В. Шушкова и др. // Международная научно-практ. конф. «Селекция и семеноводство овощных культур в XXI веке». – М., 2000. – Т.2. – С. 348-349.

Юрьева Н.О. Некоторые подходы к повышению эффективности метода агробактериальной трансформации картофеля / Н.О. Юрьева, Г.И. Соболева // Науч. труды ВНИИКХ. – М., 2000. – С. 111-112.

Archer T.L. Whorl and stalk damage – transgenic maize / T.L. Archer et al. // Crop Prot. – 2000. – 19, N 3. – P. 181-190.

Atkinson H.J. Engineering plants for nematode resistance / H.J. Atkinson, P.E. Urwin // Annual Review of Phytopathology. – 2003. – Vol. 41. – P. 615-639.

Bendick J. Die Richtlinie 2001/18-zum Stand der Umsetzung der Richtlinie und mögliche Folgen-Mitt. / J. Bendick. // Biol. Bundesant. – Berlin, 2002. – N 39. – P. 318.

Benvenuto E. Plante geneticamente modificate / E. Benvenuto // Rend. Acad. Naz. Sci. – 2001. – 25, N 1. – P. 59-62.

Blum H.E. Transgene, Pflanzen-Prinzip und medizinische Relevanz / H.E. Blum // Dtsch. Med. Wochenschr. – 2002. – 127, N 46. – P. 51-54.

Caboche M. Le programme genoplante, – mobilisateur en genomique vegetable / M. Caboche, M. Boucly // C.R. Acad. Agr. Fr. – 2000. – 86, N 8. – P. 159-173.

Clive James General review of commercial transgenic plant // ISAAA BRIEF. – 2001. – №24.

Colbysheila M. Germacrene synthase gene of Tomaten / Patent 634238 USA / M. Colbysheila et al. – The Regents of the Univ. of California. – 2002. – 435/183/.

De Boer Solke H. Perspective on genetic engineering of agricultural crops for resistance to disease / H. De Boer Solke // Can. J. Plant Pathol. – 2003. – 25, N 1. – P. 10-20.

De Wilde Chris. Plants as bioreactors for protein production / De Wilde Chris et al. // Plant Mol. Biol. – 2000. – 43 N2-3. – С. 347-359.

Dietz-Pfleistetter A. Häufigkeit und Folgen der Auskreuzung von Herbizidresistenzgenen in benachbarte Rapsfelder beim grob flächigen / A. Dietz-Pfleistetter, P. Zwerger // Mitt. Biol. Bundesanst. Vand-und Forstwirt. – Berlin, 2002. – N 390. – С. 322.

Fu Daolin. Введение к-ДНК антивирусного белка фитолакки в геном картофеля / Fu Daolin // Acta Photon. Sin. – 2000. – 29, N 11. – С. 970-974.

Gittins J.R. Transgene expression driven by in vegetative tissues of apple / J.R. Gittins et al. // Planta. – 2000. – 210, N 2. – P. 232-240.

Haliloglu K. Response of wheat genotypes to Agr. Tumefactions-mediated transformation / K. Haliloglu, P.S. Baenziger // Cereal Res. Commun. – 2003. – 31, N 3-4. – С. 241-248.

Handa A.K. Fruit quality by inhibiting production of lipoxygenase in fruits / Patent 6355862 USA Purdue Research Doundation / A.K. Handa, K.D. Kau. – 2002. – N 9.

Herrera-Estrella L.P. Transgenic rice plants in development country / L.P. Herrera-Estrella // Plant Physiol. – 2000. – 124, N 3. – P. 923-925.

- Higgins T.J.* Method for altering storage organ composition. Patent 744714, Австралия / T.J. Higgins. – Grains Res. And dev. Corp., 2002.
- Hong Ya-hui.* Высокобелковые линии риса, полученные введением ДНК кукурузы / Hong Ya-hui. // J. Hunan Agr. Univ. – 2000. – 26, Vol. 1. – С. 28-30.
- Jimenez-Bermudez S.* Manipulation of strawberry fruit softening by antisense expression of a pectate lyase gene / S. Jimenez-Bermudez et al. // Plant Physiol. – 2002. – 128, N 2. – С. 751-759.
- Kawahigashi H.* Transgenic rice Plants expressing pig CYP2C49 for phytoremediation / H. Kawahigashi, K. Ozawa // Nat. Inst. Agrobiol. Sci. – 2002. – N 10. – P. 42-43.
- Kinderlerer J.* Public opinion of biotechnology in the Great Britain / J. Kinderlerer // Mitt. Biolog. Bundesanst. Land und Forstwirtschaft – Berlin-Dahlem. – 2000. – N 380. – P. 295-304.
- Lafferty D.C.* High metabolism in transgenic rice plants / D.C. Lafferty // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. – 2000. – 97, N 12. – P. 6287-6291.
- Le Buanes B.* Contribution of transgenic rice plants in food safety and steady agricultural / B. Le Buanes // C.R. Acad. Agr. Fr. – 2000. – 86, N 4. – P. 27-39.
- Li Gun-ying.* Анализ наследования и устойчивости к вредителям у трансгенного риса / Li Gun-ying et al. // Acta Sci. Natur. Univ. – 2003. – 42, N 1. – С. 125-126.
- Liu Guizhen.* Изучение растений хлопчатника устойчивых к вертициллезному увяданию, методом трансгеноза / Liu Guizhen. // Chin. J. Lasers. A. – 2000. – 27, N 3. – С. 269-283.
- Lu Baorong.* Can Transgenic rice cause ecological risks through transgene escape? / Lu Baorong et al. // Prog. Nat. Sci. – 2003. – 13, N 1. – С. 17-24.
- Manoharan M.* Genetic transformation of the barley cultivar Conlon / M. Manoharan, L.S. Dahleen // Plant Cell Repts. – 2002. – 21, N 1. – P. 76-80.
- Me Lian M.A.* Study of use transgenic rice plants in North America / M.A. Me Lian, P.J. Charest // Silvae genet. – 2000. – 49, N 6. – P. 233-239.
- Moffat A.S.* Genetic engineering of agricultural crops in the South / A.S. Moffat // Science. – 1999. – 285, N 5426. – P. 370-371.
- Pileggi M.* Method of genetic transformation of transgenic rice plants / M. Pileggi // Brad. Arch. Biol. And Technol. – 2001. – 44, N2. – С. 191-196.
- Pellizzoni L.* Democracy and the governance of uncer – tainty / L. Pellizzoni // J. Hazardous Mater. – 2001. – 86, N 1-3. – С. 205-222.
- Polston J.E.* Genetically engineered resistance to Tomato yellow leaf curl virus / J.E. Polston, Y. Yang, C. Patte // Z. Pflanzenkrankh. Und Pflanzenschutz. – 2003. – 110, N 1. – С. 84-85.
- Reikhel N.V.* Lectin cDNA transgenic plants derived there-from / N.V. Reikhel // Michigan State Univ. – 2000. – N 7. – P. 33-36.
- Scene L.* Method of genetic manipulation of the transgenic rice plants in Australia / L. Scene // Genet. Law. Monit. – 2000. – 1, N 1. – С. 9-10.
- Strand R.* The role of risk assessments in the governance of genetically modified organisms / R. Strand // J. Hazardous Mater. – 2001. – 86, N 1-3. – P. 187-204.
- Su Ning.* Устойчивость к насекомым ТГР табака / Su Ning et al. // Hereditas. – 2002. – 24, N 3. – С. 288-292.
- Takahashi M.* Enhanced uptake of Mn by LeGlp1 – transgenic tobacco plants / M. Takahashi // RIKEN Accel. Progr. Rept. – 1999. – 33. – С. 125-126.
- Torregrosa L.* Grapevine promoter analysis by biolistic – mediated transient transformation of cell suspensions / L. Torregrosa, C. Verries, C. Tesniere // Vitis. – 2002. – 41, N1. – P. 27-32.
- Wang Hui-Zhong.* Устойчивость к вирусам ТГР арбуза / Wang Hui-Zhong et al. // Acta genet. Sin. – 2003. – 30, N 1. – С. 70-75.
- Yano Masahiro.* Rise gene resistant to blast disease: Patent 6274789 USA / Yano Masahiro et al. – Forestry and Fisheries, 2001.
- Yi Zili.* Genetic transformation of watermelon / Yi Zili. // J. Hunan. Agr. Univ. – 2000. – 26, N 6. – С. 432-435.
- Ysien Tsai-Tlung.* Heterology expression of the Arabidopsis c-repeat / Ysien Tsai-Tlung et al. // Plant Physiol. – 2002. – 129, N 3. – P. 86-94.