

Я.Б. БЛЮМ
Институт клеточной биологии
и генетической инженерии НАН Украины, Киев

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ
«Проблемы биологической
безопасности при внедрении
генетически модифицированных
организмов : Новые научные
подходы, регуляция
и общественное восприятие»
И ЕГО ВОЗЗВАНИЕ В ПОДДЕРЖКУ
РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКО-
ХОЗЯЙСТВЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ
(Ялта, 10—14 мая 2006 г.)**



Общие тенденции развития мировой экономики определяют роль биотехнологии как одной из важнейших движущих сил научно-технического прогресса. В национальных программах развитых стран мира биотехнология неизменно является одним из первых трех-четырёх приоритетных направлений развития науки и техники. Мировой рынок биотехнологической продукции интенсивно развивается из года в год. Только в США в 2005 г. уровень его капитализации достиг 428 млрд долларов.

© Я.Б. Блюм, 2007

ISSN 0564-3783. Цитология и генетика. 2007. № 3

Одним из наиболее перспективных направлений биотехнологии является биотехнология растений, которая в последнее время стала реальной производительной силой в экономике промышленно развитых стран. Все большее развитие приобретает рынок генетически модифицированных (ГМ) растений.

Развитие генетической инженерии растений с такой скоростью изменило практику мирового сельскохозяйственного производства, что с большой уверенностью можно говорить о новой «двойной зеленой революции» [1]. Широкий выход на поля ГМ сортов растений состоялся в 1996—1997 гг. С тех пор ежегодно увеличиваются площади, на которых выращиваются трансгенные сорта растений, устойчивые к гербицидам, насекомым и вирусам (соя, кукуруза, хлопчатник, рапс, сахарная свекла, папайя, рис, кабачки и люцерна). На протяжении 11 лет, прошедших со времени появления первых коммерческих ГМ растений, эти сорта активно распространились в 22 странах мира. В 2006 г. площадь их посевов достигла 102 млн га, что составляет около 7 % всех пахотных земель планеты [2]. Лидерами производства ГМ культур стали основные экспортеры сельскохозяйственной продукции: США — 53,4 млн га (53 %), Аргентина — 18 млн га (17,7 %), Бразилия — 11,5 млн га (11,3 %), Канада — 6,1 млн га (6 %). Значительный рывок в выращивании ГМ культур за последний год сделали самые большие по численности населения страны мира: Индия — 3,8 млн га (3,7 %), Китай — 3,5 млн га (3,4 %). К этой группе стремительно приближаются Парагвай — 2,0 млн га (2 %) и Южная Африка — 1,4 млн га (1,4 %). По предварительным оценкам в 2007 г. ожидается дальнейший прирост этих площадей.

В последние годы отношение к генетически модифицированным организмам (ГМО) в Западной и Центральной Европе начало существенно изменяться. Здесь ГМ сорта растений выращивают или начинают выращивать Испания, Румыния, Франция, Чехия, Португалия, Германия и Словакия. Россия активно сотрудничает с биотехнологической индустрией в создании ГМ сортов, а также развивает собственный потенциал в этом направлении. Среди 51 страны мира, предоставивших официальную регистрацию на использование тех или иных ГМ сортов растений, лидирующую позицию по количеству разрешений занима-

ют США, за ними следуют Япония, Канада, Южная Корея, Австралия, Филиппины, Новая Зеландия, Европейский Союз и Китай [2]. Наибольшее количество разрешений зарегистрировано для кукурузы (35), затем следуют хлопчатник (19), рапс (14) и соя (7). Наибольшее количество официальных разрешений имеет гербицид-устойчивая соя GTS-40-3-2 — 21 регистрация (регистрация в ЕС считается как одна регистрация), за ней следуют устойчивая к насекомым кукуруза (MON 810) и гербицид-устойчивая кукуруза (NK603) — обе по 18 регистраций, и устойчивый к насекомым хлопчатник (MON 531/757/1076) — 16 регистраций в разных частях мира.

Большей частью промышленное распространение ГМ сельскохозяйственных культур происходит пока что за счет трансгенных растений первого поколения, т. е. с перенесенными признаками устойчивости к гербицидам, насекомым и вирусам. Основными ГМ культурами являются соя (58,6 млн га), кукуруза (25,2 млн га), хлопчатник (13,4 млн га), рапс (4,8 млн га). Но в настоящее время уже создаются качественно новые сорта с комплексной устойчивостью к болезням и вредителям, с модифицированным составом жиров, белков и т.п. Именно методы молекулярной биотехнологии являются уникальным инструментом, который позволяет изменить наименьшее количество генов, не затрагивая в целом архитектуру генома данного генотипа. Следует учитывать и то, что в настоящее время значительно возросли требования производителей к сортам в связи с применением интенсивных технологий, расширением ассортимента продукции в пищевой и перерабатывающей промышленности, увеличением количества возбудителей болезней, а также в связи с расширением ареалов выращивания многих культур, что неизбежно повышает требования к экологической пластичности и устойчивости к абиотическим факторам окружающей среды. Новые перспективы для биотехнологии растений открывает их использование в качестве «фабрик» для продукции вакцин и антител, новых материалов, а также в качестве исходного материала для получения биотоплива.

Впрочем, невзирая на неоспоримые экономические преимущества от выращивания ГМ

растений, сами же ученые в свое время привлекли внимание общественности к важности решения проблемы оценки риска, а в случае необходимости, и предотвращения возможных негативных для здоровья человека и состояния окружающей среды последствий их использования. Коммерческое или экспериментальное высвобождение трансгенных организмов в окружающую среду не должно приводить к нарушению экологического баланса или наносить какой-либо вред биологическому разнообразию. На сегодняшний день основные потенциальные риски при использовании ГМ растений достаточно хорошо обозначены: 1) возможность возникновения более жизнеспособных вредных организмов, способных вытеснить другие организмы из их экологических ниш (резистентные к антибиотикам патогенные микроорганизмы, сорняки, устойчивые к гербицидам, и т.п.) за счет перенесения искусственных генетических конструкций или их составляющих в генотип существующих организмов; 2) появление в ГМ растениях новых белков и биологически активных веществ, вредных для здоровья человека и животных.

Этот комплекс проблем получил название «биобезопасность». Многие научные коллективы сосредоточивают свои усилия на разработке теоретических основ биобезопасности, поиске путей решения отдельных ее проблем, в частности, оценки потенциальных рисков использования ГМ растений из-за переноса трансгенов с целью обеспечения высоких стандартов здоровья людей и окружающей среды. Все эти аспекты как самой биотехнологии растений, так и биобезопасности находятся в поле зрения и украинских ученых, много лет работающих в области биотехнологии и генетической инженерии растений [3, 4] и пытающихся внести свой вклад в практическое решение отмеченных проблем [4, 5]. Именно для обсуждения достижений в отрасли современной биотехнологии растений и биобезопасности Институтом клеточной биологии и генетической инженерии НАН Украины (Киев) совместно со Всеукраинской ассоциацией биологов растений был организован Международный симпозиум «Проблемы биологической безопасности при внедрении генетически измененных организмов: Новые научные подходы, регуляция и общественное восприятие».

Программа симпозиума в ходе его работы охватывала достаточно широкий круг вопросов:

- новые научные подходы и технологические разработки в молекулярной биотехнологии растений;
- перспективы развития биотехнологии растений (создание путем генетической инженерии новых сельскохозяйственных культур для получения продуктов питания и кормов, использование потенциала биотехнологии для производства биотоплива/биодизеля, растения как «фабрики» для получения фармацевтических белков, вакцин, новых материалов и фиторемедиация);
- основные научные проблемы биологической безопасности (включая оценку рисков, новые селективные маркеры, ДНК-микрочипы и т.п.);
- регуляция в области биологической безопасности (международные, региональные и национальные аспекты);
- социо-экономические аспекты прикладной биотехнологии растений;
- общественное восприятие биотехнологии.

Работа симпозиума началась с научной лекции одного из основоположников современной генетической инженерии растений профессора Марка Ван Монтаю (Гент, Бельгия), в которой анализировались разные аспекты развития биотехнологии растений. Участие проф. М. Ван Монтаю в работе симпозиума стало знаковым событием для участников и гостей этого мероприятия, поскольку в настоящее время он не только продолжает активную научную деятельность, возглавляя Институт биотехнологии растений для стран третьего мира при Университете Гента, но и является президентом Европейской федерации биотехнологии, а также президентом Международного фонда «Научные исследования общественно-экономического сектора и регуляция». Логическим продолжением этого доклада стало обсуждение международных усилий, предпринимаемых для содействия развитию биотехнологии в промышленно развитых странах (Питер Кернс, Организация экономического сотрудничества и развития, Париж, Франция), освещение роли Международного центра генетической инженерии и биотехнологии в развитии научных

биотехнологических исследований в развивающихся странах и построении системы биобезопасности (д-р Дечео Рипанделли, Международный центр генетической инженерии и биотехнологии, Триест, Италия), поддержки научного потенциала в области наук о жизни и биотехнологии в странах бывшего Советского Союза путем развития сотрудничества с учеными стран — членами ИНТАС, а также перспектив поддержки научных разработок в области геномики и биотехнологии растений в рамках 7-го рамочного соглашения ЕС (д-р С. Гутников, ИНТАС, Брюссель, Бельгия). Интересным было выступление представителя Государственного департамента США Мадлен Спирнак (Вашингтон), изложившей позицию США относительно международных перспектив развития сельскохозяйственной биотехнологии.

Особую роль в развитии международной системы биобезопасности играет Экологическая программа Организации Объединенных Наций (ЮНЕП), ответственная за практическое внедрение мировым сообществом Картахенского протокола по биобезопасности. Представитель этой программы Дэвид Дати (Группа по биобезопасности ЮНЕП и Глобального экологического фонда, Женева, Швейцария) рассказал о системе взаимодействия ЮНЕП и Глобального экологического фонда, об объединении их усилий и возможностей для построения международной системы биобезопасности. О требованиях Европейского сообщества к идентификации и маркировке используемых генетически модифицированных продуктов питания рассказал д-р Ги Ван ден Иде (Институт здравоохранения и защиты потребителей Объединенного исследовательского центра Генерального директората IX Евросоюза, Испра, Италия). Его доклад касался ответственности европейской сети референтных лабораторий по детекции ГМО при осуществлении контроля ГМО на рынке стран ЕС.

Значительная роль в пропаганде достижений биотехнологии и гармонизации подходов к практическому использованию ее достижений принадлежит общественным организациям. Одним из инициаторов проведения Международного симпозиума была Черноморская биотехнологическая ассоциация, созданная

несколько лет назад представителями Украины, России, Болгарии, Румынии и Турции. О ее роли в развитии биотехнологии в Черноморском регионе рассказал в своем выступлении академик Болгарской Академии наук, директор Агробиоинститута (София, Болгария) проф. Атанас Атанасов. О необходимости горизонтальных связей для налаживания сотрудничества национальных и региональных общественных организаций, которые поддерживают развитие биотехнологии, рассказал представитель международного объединения «Скан-Балт» Янус Пекан (Таллин, Эстония). В основу функционирования этой организации положен принцип горизонтального взаимодействия разных национальных организаций балтийско-скандинавского региона, работающих в отрасли биотехнологии.

Часть симпозиума, посвященная рассмотрению фундаментальных проблем биотехнологии и ее самым современным достижениям, запомнилась прежде всего выступлениями чл.-кор. РАН, профессора Московского университета Бориса Ванюшина, который рассказал об истории изучения метилирования ДНК у растений и его значения как эпигенетического фактора. Проф. Юрий Дорохов (Лаборатория физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского Московского государственного университета им. М. Ломоносова, Москва, Россия) сделал доклад о молекулярных основах молчания генов у растений и экспериментальных путях преодоления этого явления. Д-р Николай Христов (Агробиоинститут, София, Болгария) посвятил свое выступление геномным подходам к функциональному анализу генов пшеницы, вовлеченных в формирование устойчивости к холоду.

Профессор Иллимар Алтасаар из Университета Оттавы (Канада) в своем блестящем докладе рассказал о приоритетах в создании трансгенных сельскохозяйственных культур в условиях глобального потепления, а также о создании ГМ модифицированных растений для решения проблем дефицита йода и железа в человеческом организме. Акад. Белорусской АН Н.А. Картель (Институт генетики и цитологии, Минск, Беларусь) ознакомил участников симпозиума с достижениями его лаборатории в создании ГМ растений, способных

деградировать нефтепродукты. Доклад д-ра Ирины Голденковой (Институт общей генетики им. Н. Вавилова, Москва, Россия) был посвящен рассмотрению новых экспериментальных моделей трансгенных растений для новейших биотехнологий, в частности для получения высокопрочных волокон.

Результаты сотрудничества отдела геномики и биотехнологии Института клеточной биологии и генетической инженерии НАН Украины (акад. НАН Украины Я.Б. Блюм, канд. биол. наук А.И. Емец) и группы проф. У. Вэнса Баярда (Университет Клемсона, США) по использованию новых маркерных генов для селекции трансгенных растений были представлены в докладе «Модифицированные гены растительного тубулина: экологически безопасная система для трансгенной селекции растений». Проф. Николай Кучук (Институт клеточной биологии и генетической инженерии НАН Украины, Киев) рассказал о последних достижениях отдела генетической инженерии в создании трансгенных и транспластомных растений, а также о разработке методов транзientной экспрессии чужеродных генов в растениях для продукции фармацевтически ценных белков (интерферон, соматотропин). Перспективы получения ценных белков с помощью трансгенных растений были развиты в выступлении д-ра Андреаса Вигдоровица (Институт вирусологии, Буэнос-Айрес, Аргентина), группа которого достигла значительных успехов в продукции растениями вакцин для животных.

Масштабная картина практических достижений сельскохозяйственной биотехнологии за последнее десятилетие нашла отражение в выступлении президента Международной службы внедрения прикладных агrobiотехнологий (ISAAA) Клайва Джеймса (США) «Декада биотехнологических сельскохозяйственных культур с 1996 по 2005 гг. — общий статус и будущие перспективы». Д-р Родриго Лима (Институт международных торговых переговоров, Сан-Пауло, Бразилия) поделился позитивным и негативным опытом практического применения биотехнологии растений в Бразилии. О возможностях общественного непромышленного сектора биотехнологии в создании, регистрации и внедрении ГМ сортов растений рас-

сказал проф. Алан МакКьюэн (Университет Калифорнии в Риверсайде, США).

После этого участники симпозиума перешли к рассмотрению практических вопросов биобезопасности. Д-р Том Никсон (Центр экологических технологий компании «Монсанто», Честерфилд, США) систематизировал научно обоснованные подходы к оценке экологического риска использования ГМ сортов растений, включая их долгосрочный мониторинг. Д-р Дмитрий Дорохов (Центр биотехнологии РАН, Москва, Россия) рассказал о проблемах выращивания сои, устойчивой к гербицидам, в центрах происхождения этого вида, поскольку таким центром в России является Дальний Восток. Аналогичные результаты относительно возможностей переноса генов сахарной свеклы в Украине были обобщены в докладе, представленном канд. биол. наук О. Сливченко и акад. Я.Б. Блюмом (Институт клеточной биологии и генетической инженерии НАН Украины, Киев). Проф. Марчела Елена Бадея (Университет сельскохозяйственных наук и ветеринарной медицины, Тимишоара, Румыния) рассказала о состоянии и перспективах культивирования устойчивого к колорадскому жуку картофеля в Румынии. Д-р В. Исмаилов (Всероссийский институт биологической защиты растений Российской академии сельскохозяйственных наук, Краснодар, Россия) дополнил это выступление результатами собственных исследований о поведении картофеля с геном устойчивости к колорадскому жуку в агроценозе, его влияния на нецелевые организмы, трофические цепи и аллелопатические связи.

Заключительная часть симпозиума была посвящена рассмотрению социо-экономических аспектов биотехнологии растений и ее общественного восприятия. Д-р Анатолий Краттигер (Корнельский университет, Итака, США) обобщил международный опыт партнерства общественного и частного секторов при разработке и внедрении биотехнологических продуктов для медицины и сельского хозяйства. Д-р А. Голиков (Москва, Россия) изложил собственные обобщения относительно представлений о биобезопасности в разных странах мира, учитывая их социально-экономические особенности. Различные аспекты

развития биотехнологии, регуляции, торговли под влиянием принятия Картахенского протокола были освещены в докладах Поля Грина (Консультационная компания по вопросам сельскохозяйственной политики, Вашингтон, США) и Джона Дагерти (Сиксус Интернэшнл, Сент-Луис, США). Наконец, Дэйвид Бенетт (Группа изучения общественного восприятия биотехнологии Европейской федерации биотехнологии, Нидерланды) ознакомил с результатами исследований общественного восприятия биотехнологии в Европе.

Еще в самом начале симпозиума было предложено принять декларацию, направленную в поддержку развития сельскохозяйственной биотехнологий в Черноморском регионе. Декларация «Сельскохозяйственные биотехнологии на службу социального и экономического развития через глобальное сотрудничество» была подписана всеми участниками симпозиума, и первую подпись в торжественной обстановке поставил проф. М. Ван Монтагю. В настоящее время эта Декларация, текст которой приводится ниже, открыта для подписания на веб-сайте: <http://www.bsbanet.org/home.php?ln=en>.

Мнения участников симпозиума о перспективах развития биотехнологии растений в целом и в странах Черноморского региона в частности были освещены в недавней публикации [6]. Более детально с докладами участников симпозиума можно ознакомиться на веб-сайте: <http://www.bsbanet.org>. В настоящем номере нашего журнала мы публикуем ряд статей, подготовленных участниками симпозиума в Ялте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Val Giddings I.* Whither agbiotechnology? // *Nature Biotechnol.* — 2006. — 24, № 3. — P. 274–276.
2. *James C.* Global status of commercialized biotech/GM crops. ISAAA Briefs. — 2006. — № 35 (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications: Ithaca, New York).
3. *Блюм Я.Б., Сиволап Ю.М., Рудий Р.Б., Созінов О.О.* Перспективи застосування в Україні досягнень молекулярної біотехнології та геноміки для нової «зеленої революції» // *Вісн. НАН України.* — 2006. — № 3. — С. 21–31.
4. *Shynkarenko L.N., Novozhylov O.V., Blume Ya.B.* Chapter 3. Biotechnological profile from: Ukraine // *Biotech-*

nology in the Developing World and Countries in Economic Transition / Eds Tzotzos G.T., Skryabin K.G. — CAB Intl.: Wallingford-New York, 1999. — P. 137—142.

5. *Blume Ya.B.* Key issues for Ukrainian acceptance of genetically modified plants and comparison with other Central and Eastern European countries // Proc. of the

6th Intl. Symp. The Biosafety of Genetically Modified Organisms (July 8—13, 2000, Saskatoon, Canada) / Eds C. Fairbairn, G. Scoles, A. McHughen. — Univ. of Saskatchewan : Univ. Extension Press, 2000. — P. 15—20.

6. *Рожен О.* На пороге биотехнологической революции по типу бразильской // Зеркало недели. — 2006. — № 30 (609). — С. 14.

ЯЛТИНСКАЯ ДЕКЛАРАЦИЯ

«СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ НА СЛУЖБУ СОЦИАЛЬНОГО И ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЧЕРЕЗ ГЛОБАЛЬНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО»

• *Признавая*, что в течение веков *нововведения* способствовали росту благополучия человечества и прогресса в его экономическом и социальном развитии;

• *отмечая*, что нововведения, особенно в сельскохозяйственных биотехнологиях, являются потенциально значимой направляющей силой поддержки *постоянного экономического роста*, повышения пищевой безопасности, улучшения здоровья человека, создания безопасной окружающей среды и социального благополучия, а также будут и решающим элементом в какой-либо экономике будущего, основанной на биотехнологиях;

• *подтверждая*, что благоприятное развитие и безопасное использование сельскохозяйственных биотехнологий в расширенном Черноморском регионе, для того чтобы быть успешным, требует научного и технологического *сотрудничества*, особенно между общественным и частным секторами на национальном, региональном и глобальном уровнях;

• *наблюдая*, что международный *обмен* знаниями, информацией и технологиями решительно способствует прогрессу в исследованиях и инновациях;

• *имея в виду*, что *ответственное использование* сельскохозяйственных биотехнологий в течение уже более чем десятилетия показало свой положительный эффект, обеспечивая миллионам фермеров и потребителей в странах, уже воспринявших биотехнологии, улучшение качества жизни, более высокие доходы и более безопасную окружающую среду;

• *принимая во внимание* тот факт, что появляющиеся в настоящий момент виды сельскохозяйственных биотехнологий предлагают отличные *перспективы* с потенциально большими выгодами;

Заявляем, что:

• *мы выражаем* свою твердую *поддержку* применению сельскохозяйственных биотехнологий как нераздельной части стратегии наших стран в стремлении продолжения обеспечения безопасными, полезными для здоровья продуктами питания, а также и практики, которая ведет к более устойчивым и реальным в экономическом отношении сельскохозяйственным и социально-экономическим выгодам;

• *мы призываем* к увеличению *общественных и частных инвестиций* в сельскохозяйственные биотехнологические исследования, наращивание мощностей и в растениеводство с целью увеличения нашего участия в глобальных инновационных системах;

• *мы настойчиво просим* политиков разработать, принять и внедрить надежные научные принципы, которые приведут к формулировке *рассудительных и рациональных правил регулирования* сельскохозяйственных биотехнологий, которые бы ускорили инновации и реализацию потенциала биотехнологии;

• *мы согласны* приложить любые усилия для того, чтобы дополнительно укрепить национальное, региональное и международное *сотрудничество* с помощью распространения знаний и научных ресурсов, а также и путем поощрения трансфера технологий и установ-

ления крепких связей между наукой и индустрией, которые являются необходимыми для выработки правильных решений, предназначенных для преодоления проблем сельского хозяйства и окружающей среды;

- мы поддерживаем создание систем **интеллектуальной собственности**, которые бы способствовали улучшению качества и производительности научных учреждений, развитию **инноваций** в каждой из стран, обмену и **торговле** технологиями и продуктами, поощрению **предпринимательства** и созданию широкого спектра взаимопользующего **сотрудничества**.

*И, прежде всего, мы торжественно обещаем делиться информацией и знаниями, поощрять **диалог** относительно научных, экологических, экономических и социальных вопросов, связанных с сельскохозяйственными биотехнологиями, таким образом, чтобы общество в целом и политики в частности, могли принимать хорошо обоснованные решения для обеспечения благоденствия современных и будущих поколений.*

*Ялта, АР Крым, Украина,
10 мая 2006 года*