



United Nations Environment Programme

The Global Environment Facility

Национальный координационный центр  
биобезопасности

Совместный проект Правительства Республики Беларусь и  
Программы ООН по окружающей среде (UNEP)

«Разработка национальной системы биобезопасности для Республики Беларусь»

**Обзор исследований по Государственной Программе  
«Разработка и использование генно-инженерных биотехнологий в  
интересах сельского хозяйства и медицины»  
(Генетическая инженерия) на 2002-2006 гг.**

Среди наук, определяющих научно-технический прогресс, наряду с физикой, химией, электроникой и информатикой все большее значение в последние годы приобретают биологические науки, в особенности молекулярная биология, включающая молекулярную генетику, или геномику, и генетическую инженерию. Благодаря этим наукам, стали понятны механизмы наследственности, сохранения, изменчивости и реализации генетической информации на молекулярном и клеточном уровнях.

Достигнутый к началу 70-80-х годов уровень знаний в понимании сущности наследственности и разработанность методов исследований сделали возможным переход к направленному конструированию молекул наследственности ДНК и РНК, а также отдельных клеток и целых организмов. Появилась возможность непосредственно управлять самими жизненными процессами на разных уровнях биологической организации растительных и животных систем, а не условиями, при которых они происходят. Все это привело к возникновению нового направления в биологии и генно-инженерной биотехнологии, открывающей огромные перспективы для прогресса многих отраслей хозяйственной деятельности человека (сельского хозяйства, промышленности и других), а также в области медицины, экологии, государственной безопасности. Именно уровень биотехнологии будет определять место государства в будущем, качество жизни человечества. Не случайно ООН объявила XXI век веком биотехнологий.

Успехи в области геномики активно используются для дальнейшего углубленного познания живой природы, в частности, для расшифровки нуклеотидного состава ДНК геномов животных и растений. к настоящему времени полностью расшифрованы ДНК человека, что позволит уже в ближайшие годы приступить к эффективному лечению и профилактике его многих болезней. Уже сейчас 3 из 10 фармацевтических препаратов, наиболее широко используемых в мире, изготавливаются с помощью биотехнологии. Интенсивно ведутся работы по использованию трансгенных животных и

растений для получения человеческих белков, вакцин, моноклональных антител и других. В предстоящие 10 лет 20-35 процентов всех терапевтических средств будет производиться с помощью биотехнологии.

Фирмы и научно-исследовательские институты многих стран интенсивно работают над созданием, испытанием в полевых условиях и коммерческой реализацией более 50 видов растений с новой наследственной информацией (генами) по устойчивости к различным болезням, вредителям и гербицидам, на лучшую переносимость жары, холода, засухи, на улучшение качества продуктов, повышенную продуктивность к тяжелым металлам. Если в 1996 году под генетически модифицированными сортами растений было занято 1,7 млн Га, то уже в 2001 году эти площади составили 58,7 млн. Га.

Методы молекулярной селекции и семеноводства, а также экологического мониторинга получили широкое распространение в ведущих странах мира. Современное растениеводство уже невозможно представить без применения новейших ДНК-технологий: генетической инженерии растений, ДНК-маркеров агрономически важных генов и признаков, ПЦР-диагностики фитопатогенов. По приблизительной оценке, общемировая рыночная стоимость растениеводческой продукции, полученной на основании ДНК-технологий, достигнет к 2010 году 30-40 млрд. долларов США.

Создаются трансгенные растения-продуценты различных веществ для парфюмерии, фармакологии и других. Активно ведутся работы по созданию генетически модифицированных животных, производящих ценные продукты: коровье молоко, содержащее моноклональные антитела, человеческие белки – гемоглобин, лактоферрин, гормоны роста.

Получены успешные результаты по клонированию животных, за которыми в принципе может последовать клонирование человеческой особи или отдельных органов.

В ряде ведущих стран мира приняты национальные программы по биотехнологии. Государства вкладывают в эту науку значительные средства. Например, в США ежегодные затраты на биотехнологию составляют около 3 млрд. долларов. В Германии на 2001 год выделено около 2 млрд. марок на новую программу по биотехнологии.

Мировой рынок биотехнологической продукции составляет ежегодно около 150 млрд. долларов США.

В Беларуси генно-инженерные исследования не получили должного развития. Одной из главных причин этого является недостаточная развитость в республике фундаментальных исследований в области биологии и в особенности физико-химической биологии и молекулярной генетики. Такие исследования проводились лишь в нескольких учреждениях Академии наук БССР, Белгосуниверситете, некоторых вузах и нескольких учреждениях Минздрава. Сейчас они проводятся небольшими силами в Национальной академии наук Беларуси Отделением биологических наук (Институт генетики и

цитологии, фотобиологии, леса, Центральный ботанический сад) и Отделением химических наук и наук о Земле (Институт биоорганической химии).

В Белгосуниверситете фундаментальные исследования в области физико-химической биологии и молекулярной генетики проводятся на кафедре микробиологии и лаборатории молекулярной генетики, кафедрах биохимии, генетики и биофизики, в системе Минздрава – в Институте эпидемиологии и микробиологии и Институте гематологии и переливания крови, в Академии аграрных наук – лишь в БелНИИ картофелеводства.

Такое состояние физико-химической биологии и генно-инженерных исследований связано, прежде всего, с крайне недостаточным финансированием. Следствие этого – нехватка высококвалифицированных кадров, современного оборудования, приборов и реактивов.

Наиболее подготовленные и перспективные молодые ученые уехали и продолжают уезжать за рубеж из-за отсутствия условий для работы, низкой зарплаты, неустроенности в быту. В настоящее время на биологическую науку выделяется около 5 процентов от средств, выделяемых на всю науку, а в Национальной академии наук Беларуси – лишь 1,7 процентов. В США, для сравнения, сейчас на биологию выделяется до 50 процентов от общего финансирования науки.

Снижается уровень подготовки специалистов-биологов в Белгосуниверситете и других вузах республики, что обусловлено быстрыми темпами прогресса биологической науки за рубежом и практически полным отсутствием научной информации об этом в республике, а также из-за недостаточного уровня научных исследований в Беларуси.

В стране нет системы повышения квалификации научных сотрудников НИИ и преподавателей вузов биологического профиля.

В то же время Республика Беларусь не может не развивать данного направления биологической науки, прогресс любого общества в XXI веке будет в большой степени определяться уровнем развития генно-инженерных исследований и созданием на их основе новых биотехнологий.

Для расширения и ускорения развития данного направления биологической науки в республике Национальной академией наук Беларуси совместно с Минобразования и Минздравом подготовлена Государственная программа по разработке и использованию генно-инженерных биотехнологий в интересах сельского хозяйства и медицины «Генетическая инженерия» на 2002-2006 годы. Программа была одобрена Советом Министров РБ в 2002 году (Постановление №378 от 27.03.02). Государственным заказчиком определена НАН Беларуси, головной организацией - Институт генетики и цитологии.

### Цели и задачи Программы

Программа разработана в целях обеспечения ускоренного развития и использования в Республике Беларусь молекулярно-генетических исследований

и современных генно-инженерных биотехнологий как нового и эффективного подхода к обеспечению продовольственной, экологической и государственной безопасности страны, здоровья населения, а также к уменьшению зависимости республики от импорта отдельных видов продовольствия, средств защиты и лекарственных препаратов, расширению экспортного потенциала страны.

Поскольку в Беларуси генно-инженерные исследования, новые биотехнологии пока не получили должного развития, главной задачей настоящей Программы должно быть создание в республике организационных, кадровых и материально-технических условий для ускоренного развития генно-инженерных исследований и биотехнологических разработок на их основе.

Основные мероприятия Программы по развитию фундаментальных и прикладных исследований в области генетической инженерии и биотехнологии в республике предусматривают решение следующих фундаментальных и прикладных задач:

- поиск, идентификация и клонирование генов, кодирующих хозяйственно ценные признаки;

- конструирование плазмидных векторов, разработка методов и создание трансгенных растений и микроорганизмов, несущих гены, кодирующие новые хозяйственно ценные признаки;

- разработка и совершенствование ДНК-технологий для идентификации и паспортизации сортов сельскохозяйственных растений, древесных и плодово-ягодных культур и пород животных на основе молекулярных маркеров;

- разработка генно-инженерных подходов для создания рекомбинантных белков вирусов и микробного происхождения в целях использования их для производства новых вакцин, моноклональных антител, диагностикумов и других лекарственных препаратов;

- создание законодательной базы для государственного регулирования безопасности в генно-инженерной деятельности.

В соответствии с целями и задачами настоящей Программы предусмотрено выполнение следующих мероприятий:

- организационные мероприятия;

- мероприятия по подготовке кадров;

- мероприятия по развитию фундаментальных и прикладных исследований в области генетической инженерии и биотехнологии в республике.

Намеченные в Программе мероприятия научного и организационного характера позволят, прежде всего, в значительной степени решить проблему кадров и создать соответствующую в какой-то мере мировому уровню материально-техническую базу для генно-инженерных исследований. Программа позволит интенсифицировать исследования и разработки, повысит эффективность селекционного процесса в растениеводстве и животноводстве, приведет к созданию новых отечественных лекарственных и диагностических препаратов медицинского назначения. Все это будет способствовать

уменьшению зависимости республики от импорта отдельных видов продукции, расширению экспортного потенциала нашей страны.

Для научного и организационного обеспечения работ по развитию генно-инженерных биотехнологий и успешного выполнения настоящей Программы создан Координационный Совет. Планируется также создать ассоциацию «Национальный генно-инженерный центр».

Программа состоит из нескольких разделов. Основная часть – это научные исследования. Она состоит из трех разделов:

- Поиск хозяйственно ценных генов, конструирование плазмидных векторов, разработка и усовершенствование методов создания трансгенных растений и микроорганизмов, несущих новые агрономически важные гены (устойчивость к фитопатогенам, гербицидам, ксенобиотикам и др.);
- Разработка и усовершенствование ДНК-технологий для идентификации и паспортизации сортов сельскохозяйственных растений, древесных и плодово-ягодных культур, пород животных на основе молекулярных маркеров;
- Разработка генно-инженерных подходов для создания рекомбинантных белков вирусного и микробного происхождения в целях использования их для производства новых вакцин, моноклональных антител, диагностикумов и других лекарственных препаратов.

Запланированы также организационные мероприятия и подготовка кадров.

Успешное выполнение научной части Программы зависит от наличия и эффективного использования приборов и оборудования. В связи с этим было предложено создать Центр коллективного пользования при Отделении биологических наук Национальной академии наук Беларуси, оснастив его современным оборудованием для генно-инженерных и биотехнологических работ. Исследования и использование генетически измененных организмов и генно-инженерных продуктов в практических целях требуют обязательного законодательного регулирования.

К числу организационных мер должны быть отнесены такие обязательные мероприятия, как подготовка проекта Закона Республики Беларусь «О безопасности в генно-инженерной деятельности». Во всех развитых странах разработаны соответствующие законы и другие нормативно-правовые документы, регламентирующие генно-инженерную деятельность. Без наличия таких документов проведение экспериментов и использование результатов в практике недопустимы.

Кроме указанного Закона предусматривается также подготовка других нормативно-правовых документов по государственному регулированию безопасности в генно-инженерной деятельности. Эта работа поручена Национальному координационному Центру по биобезопасности.

Решению проблем, связанных с освоением и внедрением генно-инженерных биотехнологий, созданных трансгенных растений и новых продуктов (продукций), будут способствовать организация и проведение специальных

конференций, выставок, а также участие в международных выставках агропромышленного, медицинского, экологического профилей.

В целях пропаганды достижений отечественных генно-инженерных разработок, привлечение внимания к решению этой проблемы государственных органов предусмотрено использование средств массовой информации, в том числе путем организации циклов передач по телевидению, радио.

В настоящее время базовая подготовка специалистов в области генно-инженерных и биотехнологических работ осуществляется в основном в Белгосуниверситете, что явно недостаточно. Кадры высшей квалификации готовятся лишь в Национальной академии наук Беларуси и в Белгосуниверситете.

Для привлечения молодежи в биологическую науку, закрепления молодых специалистов и повышения их квалификации в рамках Программы намечены следующие мероприятия:

включение в школьные программы по биологии преподавания основ генетической инженерии и биотехнологии;

разработка специальных программ для вузов и введение обязательного спецкурса по основам генетической инженерии и биотехнологии в учебных заведениях, которые готовят специалистов биологического профиля;

создание Республиканского центра повышения квалификации по физико-химической биологии, молекулярной генетике, генетической инженерии и биотехнологии при Национальной академии наук Беларуси и в Белгосуниверситете;

создание при Республиканском фонде фундаментальных исследований специального фонда для финансирования зарубежных стажировок молодых ученых по проблемам генетической инженерии и биотехнологии.

Ряд вопросов, связанных с подготовкой кадров уже успешно решаются. Так, например, в БГУ на биологическом факультете создана кафедра молекулярной биологии, ведется подготовка аспирантов по специальностям молекулярная биология, молекулярная генетика и биотехнология. В БГУ читаются спецкурсы по этим дисциплинам. В Министерство образования направлено письмо с рекомендацией по дополнению школьных программ по биологии разделом по генетической инженерии и биотехнологии.

Мероприятия настоящей Программы представляют собой исследования, направленные на решение как фундаментальных проблем физико-химической биологии, генетической инженерии и биотехнологии, так и на создание генно-инженерных биотехнологий, которые могут быть реализованы в интересах медицины, сельского хозяйства и экологии.

Выполнение научной части Программы позволит разработать новые эффективные генно-инженерные биотехнологии, клонировать хозяйственно ценные гены и получить генетически модифицированные (трансгенные) формы растений, которые будут переданы для селекции новых сортов пшеницы, картофеля, томатов, клюквы крупноплодной и других, сочетающих высокую

продуктивность, качество и устойчивость к вирусным и грибным болезням, гербицидам. Создание в последующем таких сортов позволит значительно повысить урожайность, снизить затраты на борьбу с болезнями, вредителями и сорняками, а также загрязненность полей ядохимикатами, что даст высокий экономический, социальный и экологический эффект.

В соответствии с заданиями Программы развернуты исследования по конструированию векторов с хозяйственно-ценными генами, начаты работы по созданию трансгенных растений картофеля, рапса, ячменя, пшеницы, устойчивых к гербицидам, грибным болезням, загрязнению почвы тяжелыми металлами и нефтепродуктами.

Выполнение Программы позволит также создать новые вакцины против наиболее распространенных в республике вирусных и бактериальных инфекций, моноклональные антитела для терапии аллергических и аутоиммунных заболеваний человека, диагностические и лекарственные препараты, оригинальные ветеринарные препараты для профилактики и лечения животных. Эти разработки позволят организовать отечественное производство вакцин (например, против гепатитов А,В,С, ВИЧ-инфекции, гриппа, туберкулеза), ветеринарных препаратов (Аверин-1 и Аверин-2). Планируемое создание иммуноферментных диагностикумов позволит получить в результате экономический эффект от их внедрения не менее 1,2 млн. долларов США в год. Создание генно-инженерной пероксидазы щитовидной железы человека для иммуноанализа позволит экономить не менее 750 тыс. долларов США ежегодно.

Таким образом, выполнение научной части Программы будет способствовать оздоровлению населения республики, улучшению экологической обстановки, уменьшению зависимости республики от импорта отдельных видов продовольствия, химикатов и лекарственных препаратов, расширению экспортного потенциала. Разработки и продукция, создаваемая на их основе, найдут широкое применение также в других странах.

При выполнении Программы создание и использование в хозяйственной деятельности генно-инженерных организмов будет осуществляться с соблюдением необходимых мер предосторожности. Разработка и принятие соответствующих законодательных актов в области биобезопасности позволит избежать возможных неблагоприятных последствий генно-инженерных организмов для здоровья человека и окружающей среды.

УТВЕРЖДЕНО  
ПОСТАНОВЛЕНИЕМ СОВЕТА  
МИНИСТРОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

«27» марта 2001 г. № 378

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПРОГРАММА

**«Разработка и использование генно-инженерных биотехнологий в интересах сельского хозяйства и медицины» («Генетическая инженерия») на 2002-2006 гг.**

***Исполнители:*** Национальная академия наук Беларуси,  
Министерство здравоохранения Республики Беларусь,  
Министерство образования Республики Беларусь,  
Академия аграрных наук Республики Беларусь.

Стоимость – всего 8 896,0 млн. руб. ( в ценах на 1 мая 2001 г.)

**ВВЕДЕНИЕ**

Государственная программа «Разработка и использование генно-инженерных биотехнологий в интересах сельского хозяйства и медицины» («Генетическая инженерия») на 2002-2006 гг. (далее Программа) разработана в целях становления, ускорения развития и использования в Республике Беларусь молекулярно-генетических исследований и генно-инженерных биотехнологий как нового и эффективного подхода к обеспечению продовольственной, экологической и государственной безопасности страны, здоровья нации. Развитие исследований и использование генно-инженерных биотехнологий будет способствовать уменьшению зависимости республики от импорта отдельных видов продовольствия, средств защиты и лекарственных препаратов, расширению экспортного потенциала страны.

Программа содержит комплекс организационных, научных, финансовых мероприятий, мероприятий по кадровому и материальному обеспечению ускоренного развития и использования в республике генно-инженерных биотехнологий.

**Цели и задачи Программы**

Главная цель Программы – обеспечить ускоренное развитие и использование в Республике Беларусь исследований по генетической инженерии и современных генно-инженерных биотехнологий как нового и исключительно эффективного подхода к обеспечению продовольственной, экологической и государственной безопасности страны, здоровья населения, а также к уменьшению зависимости республики от импорта отдельных видов товаров (в т.ч. лекарственных препаратов), расширению экспортного потенциала страны.

Поскольку в Беларуси генно-инженерные исследования, новые биотехнологии пока не получили должного развития, главной задачей предлагаемой Государственной программы должно быть создание в республике прежде всего организационных, кадровых и материально-технических условий для ускоренного развития генно-инженерных исследований и биотехнологических разработок на их основе.

Основные задания Программы по развитию фундаментальных и прикладных исследований в области генетической инженерии и биотехнологии в республике предусматривают решение следующих фундаментальных и прикладных задач:

- Поиск, идентификация и клонирование генов, кодирующих хозяйственно-ценные признаки.
- Конструирование плазмидных векторов, разработка методов и создание трансгенных растений и микроорганизмов, несущих гены, кодирующие новые хозяйственно-ценные признаки.
- Разработка и совершенствование ДНК-технологий для идентификации и паспортизации сортов сельскохозяйственных растений, древесных и плодово-ягодных культур и пород животных на основе молекулярных маркеров.
- Разработка генно-инженерных подходов для создания рекомбинантных белков вирусного и микробного происхождения с целью использования их для производства новых вакцин, моноклональных антител, диагностикумов и других лекарственных препаратов.
- Создание законодательной базы для государственного регулирования безопасности в генно-инженерной деятельности.

Современное состояние тенденций и разработок в области генно-инженерных биотехнологий

Среди наук, определяющих научно-технический прогресс, наряду с физикой, химией, электроникой и информатикой все большее значение в последние годы приобретают биологические науки, в особенности, молекулярная биология, включающая молекулярную генетику или геномику и генетическую инженерию. Благодаря этим наукам стали понятными механизмы наследственности, сохранения, изменчивости и реализации генетической информации на молекулярном и клеточном уровнях.

Достигнутый к началу 70-80-х годов уровень знаний в понимании сущности наследственности и разработанность методов исследований сделали возможным переход к направленному конструированию молекул наследственности ДНК и РНК, а также отдельных клеток и целых организмов. Появилась возможность непосредственно управлять самими жизненными процессами на разных уровнях биологической организации растительных и животных систем, а не условиями, при которых они происходят. Все это привело к возникновению нового направления в биологии и генно-инженерной биотехнологии, открывающей огромные перспективы для прогресса многих отраслей хозяйственной деятельности человека (сельского хозяйства, промышленности и др.), а также в области медицины, экологии, государственной безопасности. Считается, что именно уровень биотехнологии будет определять место государства в будущем мире, качество жизни человечества. Не случайно, поэтому ООН объявила 21-й век веком биотехнологий.

Успехи в области геномики активно используются для дальнейшего углубленного познания живой природы, в частности, для расшифровки нуклеотидного состава ДНК геномов животных и растений. К настоящему времени полностью расшифрована ДНК человека, что позволит уже в ближайшее время приступить к эффективному лечению и профилактике многих болезней человека. Уже сейчас 3 из 10 фармацевтических препаратов, наиболее широко используемых в мире, изготавливаются с помощью биотехнологии. Интенсивно ведутся работы по использованию трансгенных животных и растений для получения человеческих белков, вакцин, моноклональных антител и др. В предстоящие 10 лет 20-35% всех новых терапевтических средств будет производиться с помощью биотехнологии.

Фирмы и научно-исследовательские институты многих стран интенсивно работают над созданием, испытанием в полевых условиях и коммерческой реализацией более 50 видов растений с новой наследственной информацией (генами) по устойчивости к различным болезням, вредителям и гербицидам, на лучшую переносимость жары, холода, засухи, на улучшение качества продуктов, повышенную продуктивность, устойчивость к тяжелым металлам и др.

Методы молекулярной селекции и семеноводства, а также экологического мониторинга получили широкое распространение в ведущих странах мира. Современное растениеводство уже невозможно представить без применения новейших ДНК технологий: генетической инженерии растений, ДНК маркеров агрономически важных генов и признаков, ПЦР диагностики фитопатогенов. По приблизительной оценке, общемировая рыночная стоимость растениеводческой продукции, полученной на основании ДНК-технологий, достигнет к 2010 году 30-40 млрд. долларов.

Создаются трансгенные растения-продуценты различных веществ для парфюмерии, фармакологии и др. Активно ведутся работы по созданию генетически модифицированных животных, производящих ценные продукты: коровье молоко, содержащие моноклональные антитела, человеческие белки – гемоглобин, лактоферрин, гормоны роста и др.

Получены успешные результаты по клонированию животных, за которыми в принципе может последовать клонирование человеческой особи или отдельных его органов.

В ряде ведущих стран мира приняты национальные программы по биотехнологии, государства вкладывают в нее значительные средства. Так, например, в США ежегодные затраты на биотехнологию составляют 2-3 млрд. долларов. В Германии на 2001 год выделено около 2 млрд. марок на новую программу по биотехнологии.

Мировой рынок биотехнологической продукции составляет ежегодно около 150 млрд. долларов.

К сожалению, в Беларуси генно-инженерные исследования не получили должного развития, а точнее находятся в зачаточном состоянии.

Одной из главных причин является недостаточная развитость в республике фундаментальных исследований в области биологии и в особенности физико-химической биологии и молекулярной генетики. Такие исследования проводились лишь в нескольких учреждениях АН БССР, БГУ, некоторых вузах и нескольких учреждениях Минздрава. Сейчас они проводятся небольшими силами в НАНБ, в Отделении биологических наук (Институты генетики и цитологии, фотобиологии, леса, Центральный ботанический сад) и Отделении химических и геологических проблем (Институт биоорганической химии).

В БГУ фундаментальные исследования в области физико-химической биологии и молекулярной генетики проводятся на кафедре микробиологии и лаборатории молекулярной генетики, кафедрах биохимии, генетики и биофизики.

В системе Минздрава – в Институте эпидемиологии и микробиологии и Институте гематологии и переливания крови. В Академии аграрных наук РБ – лишь в БелНИИ картофелеводства. Исследования по молекулярной биологии и генетической инженерии на достаточно высоком уровне проводятся сейчас лишь в нескольких учреждениях НАНБ, Минобразования и Минздрава.

Такое состояние физико-химической биологии и генно-инженерных исследований связано прежде всего с крайне недостаточным финансированием и как следствие этого – недостаток высококвалифицированных кадров, современного оборудования, приборов и реактивов.

Наиболее подготовленные и перспективные молодые ученые уехали и продолжают уезжать за рубеж из-за отсутствия условий для работы, низкой зарплаты, неустроенности в быту. В настоящее время на биологическую науку выделяется около 5 % от средств, выделяемых на всю науку, а в НАНБ - лишь 1.7%. В то время как в США сейчас на биологию выделяется до 50% от общего финансирования науки.

Снижается уровень подготовки специалистов-биологов в БГУ и других вузах республики, что обусловлено быстрыми темпами прогресса биологической науки за рубежом и практически полным отсутствием научной информации об этом в республике, а также из-за недостаточной развитости научных исследований в Беларуси.

В республике нет системы повышения квалификации научных сотрудников НИИ и преподавателей вузов биологического профиля.

Следует признать, что на данный момент белорусская биологическая наука, по сути, оказалась в стороне от столбовой дороги развития генно-инженерных исследований, которое происходило в мире на фоне бурного прогресса всех областей биологии.

В то же время Республика Беларусь не может не развивать данного направления биологической науки, поскольку будущий прогресс любого общества в 21 веке будет в большой степени определяться развитием генно-инженерных исследований и создания на их основе новых биотехнологий.

Чтобы не попасть в полную зависимость от зарубежных стран в области использования биотехнологий, когда мы вынуждены будем за огромные деньги импортировать генно-инженерные организмы и продукты (сорта сельскохозяйственных культур, лекарственные препараты и т.п.) необходимо срочно признать это направление науки государственно-важным и изыскать сравнительно небольшие финансовые средства для разворачивания генно-инженерных работ в республике.

С целью расширения и ускорения развития данного направления биологической науки в республике НАНБ совместно с Министерствами образования и здравоохранения разработана и предлагается для утверждения Государственная программа «Разработка и использование генно-инженерных биотехнологий в интересах сельского хозяйства и медицины» («Генетическая инженерия») на 2002-2006 гг.

Намечаемые в Программе мероприятия научного и организационного характера позволят прежде всего в значительной степени решить проблему кадров и создать соответствующую мировому уровню материально-техническую базу для генно-инженерных работ. Программа позволит интенсифицировать исследования и

разработки, которые будут способствовать повышению эффективности селекционного процесса в растениеводстве и животноводстве, приведут к созданию новых отечественных лекарственных и диагностических препаратов медицинского назначения. Все это будет способствовать уменьшению зависимости республики от импорта отдельных видов продукции, расширению экспортного потенциала нашей страны.

На основе результатов выполнения данной Государственной программы в последующем может быть разработана соответствующая научно-техническая программа.

## Структура Программы

В соответствии с заявленными целями и задачами Программа включает следующие разделы:

- Организационные мероприятия
- Подготовка кадров
- Создание материально-технической базы для генно-инженерных исследований в республике
- Основные задания по развитию фундаментальных и прикладных исследований в области генетической инженерии и биотехнологии в республике

### Организационные мероприятия

Для научного и организационного обеспечения работ по развитию генно-инженерных биотехнологий и успешного выполнения Государственной программы целесообразно создать ассоциацию «Национальный генно-инженерный центр», в которую должны войти научные и другие юридические лица, имеющие определенную материально-техническую базу и квалифицированные кадры для разворачивания исследований по данной Программе (Институты НАНБ, Минобразования, Минздрава и ААНРБ).

Для координации работ ассоциации при «Национальном генно-инженерном центре» будет создан Совет директоров – членов ассоциации.

Успешное выполнение научной части Программы зависит от наличия и эффективного использования приборов и оборудования. Поэтому предлагается создать Республиканский Центр коллективного пользования при ОБН НАНБ, оснастив его современным оборудованием для генно-инженерных и биотехнологических работ. Исследования и использование генетически измененных организмов и генно-инженерных продуктов в практических целях требуют обязательного законодательного регулирования. Во всех развитых странах разработаны соответствующие законы и другие нормативно-правовые документы, регламентирующие генно-инженерную деятельность в стране. Без наличия таких документов проведение экспериментов и использование результатов в практике недопустимы.

Поэтому в число оргмероприятий должны быть отнесены такие обязательные мероприятия как подготовка проекта Закона «О безопасности в генно-инженерной деятельности» и направление его в законодательные органы страны.

Кроме Закона предусматривается также подготовка других нормативно-правовых документов для государственного регулирования безопасности в генно-инженерной деятельности.

Для более эффективного внедрения генно-инженерных разработок в производство, сельское хозяйство, здравоохранение будут созданы ведомственные инновационные центры.

Решению проблем, связанных с освоением и внедрением генно-инженерных биотехнологий, созданных трансгенных растений и новых продуктов (продукции), будут способствовать организация и проведение специальных конференций, выставок, а также участие в международных выставках агропромышленного, медицинского, экологического профилей.

В целях пропаганды достижений отечественных генно-инженерных разработок, привлечения внимания к решению этой проблемы государственных органов, предусматривается использование средств массовой информации, в том числе путем организации циклов передач по телевидению, радио, созданию отдельных рубрик в печати. Перечень оргмероприятий по выполнению Программы дан в приложении № 1.

## Подготовка кадров

В настоящее время базовая подготовка специалистов в области генно-инженерных и биотехнологических работ осуществляется в основном в БГУ, что явно недостаточно. Кадры высшей квалификации готовятся также лишь в НАНБ и БГУ.

Для привлечения молодежи в биологическую науку, закрепления молодых специалистов и повышения их квалификации намечаются следующие мероприятия:

- Следует включить в школьные программы по биологии преподавание основ генетической инженерии и биотехнологии.
- Разработать для вузов специальные программы и ввести обязательное чтение спецкурсов по основам генетической инженерии и биотехнологии в вузах, где готовятся специалисты биологического профиля.
- Создать Республиканский центр повышения квалификации по физико-химической биологии, молекулярной генетике, генетической инженерии и биотехнологии при НАНБ и БГУ.
- Создать при Республиканском Фонде фундаментальных исследований специальный фонд для финансирования зарубежных стажировок молодых ученых по проблемам генетической инженерии и биотехнологии (см. приложение № 2).

## Создание материально-технической базы для генно-инженерных исследований в республике

Успешное развитие исследований по молекулярной биологии, генетике, генетической инженерии, биотехнологии обусловлено основательным и полным обеспечением современным, в т.ч. уникальным оборудованием, приборами, высококачественными химическими реактивами. Перечень оборудования и приборов, необходимых для реализации научной части Программы представлен в приложении № 3 (2.6 млрд. руб.). Значительную часть уникального оборудования предполагается сосредоточить в создаваемом в ОБН НАНБ Центре коллективного пользования, что даст возможность повысить эффективность его использования и качество выполняемых научных экспериментов.

Необходимо также предусмотреть средства на модернизацию генетико-селекционного комплекса ОБН НАНБ (кап. вложений 120 млн. руб.), что позволит получать 2-3 поколения растений в год и резко повысить эффективность генно-инженерных исследований (приложение №4).

## Основные задания по развитию фундаментальных и прикладных исследований в области генетической инженерии и биотехнологии в республике

Научное и организационное обеспечение работ по развитию генно-инженерных биотехнологий в республике возлагается на ассоциацию «Национальный генно-инженерный Центр», в который войдут научные учреждения и другие юридические лица, уже имеющие определенную материально-техническую базу и достаточно квалифицированные кадры для разворачивания исследований по данной проблеме – учреждения Национальной академии наук Беларуси, Минобразования, Минздрава, ААН РБ и др.

Отдельные разработки выполняются совместно с научными учреждениями Российской Федерации (Институт общей генетики РАН, Московский государственный университет, предприятия «Биотрон» ФНБХ РАН, ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии РАСХН, Институт физиологии растений РАН).

Основные задания Программы по развитию фундаментальных и прикладных исследований в области генетической инженерии и биотехнологии в республике включают следующие разделы.

1. Провести поиск хозяйственно-ценных генов, сконструировать плазмидные вектора, разработать и усовершенствовать методы и создать трансгенные растения и микроорганизмы, несущие новые агрономически важные гены (устойчивость к фитопатогенам, гербицидам, ксенобиотикам и др.).
2. Разработать и усовершенствовать ДНК-технологии для идентификации и паспортизации сортов сельскохозяйственных растений, древесных и плодово-ягодных культур, пород животных на основе молекулярных маркеров.

3. Разработать генно-инженерные подходы для создания рекомбинантных белков вирусного и микробного происхождения с целью использования их для производства новых вакцин, моноклональных антител, диагностикумов и других лекарственных препаратов.

Основные задания по разделам (см. приложение № 5) представляют собой исследования, направленные на решение как фундаментальных проблем физико-химической биологии, генетической инженерии и биотехнологии, так и на создание генно-инженерных биотехнологий, которые могут быть реализованы в интересах медицины, сельского хозяйства и экологии.

Общая планируемая стоимость НИОКР составляет 5146,0 млн. руб. (приложение № 5, 6).

### Технико-экономическое обоснование Программы

Современный уровень развития молекулярной биологии и в первую очередь генетической инженерии открывает огромные перспективы для прогресса многих отраслей хозяйственной деятельности человека, а также в области медицины, экологии, государственной безопасности. Использование генно-инженерных подходов позволяет создавать новые формы и сорта растений с высокой продуктивностью, качеством продукции, устойчивые к вредителям и болезням; получать генетически измененные микроорганизмы и животных, обладающих новыми ценными качествами, способных продуцировать биологически активные соединения и лекарственные препараты для лечения людей. Общемировая рыночная стоимость растениеводческой продукции, полученной на основании генно-инженерных технологий, по оценкам экспертов достигнет к 2010 году 30-40 млрд. долларов. В ЕС доход от использования биотехнологий в охране окружающей среды оценивается сейчас в 260 млрд. долларов США и предполагается, что он вырастет к 2010 году до 600 млрд. долларов в год. Только в США ежегодные затраты на биотехнологические программы составляют 2-3 млрд. долларов.

В Беларуси исследования по молекулярной биологии и генетической инженерии пока не получили должного развития. Хотя определенные заделы по этим направлениям в ряде научно-исследовательских учреждений имеются. Ведется разработка методов получения трансгенных растений и микроорганизмов (НАНБ, ААН РБ, БГУ), картирование и клонирование хозяйственно-ценных генов (НАНБ, БГУ), создаются технологии получения рекомбинантных белков, налажены технологии получения трансформированных клеток для получения стабильной экспрессии вирусных и бактериальных генов (Минздрав РБ, НАНБ) и др.

Новое направление в современной биологии – генетическая инженерия в Беларуси только зарождается. В республике сейчас очень мало высококвалифицированных кадров, способных решать данную проблему, очень слабая материально-техническая база. А как известно, генно-инженерные исследования относятся к числу наукоемких, требующих, особенно на начальном этапе, серьезных финансовых инвестиций. В последующем все эти затраты многократно окупаются, как это хорошо уже видно на примере США и некоторых стран Европы. Беларусь также не может не развивать данного направления биологической науки, поскольку серьезный прогресс любого общества в 21 веке, как это уже общепризнано, будет в большой степени определяться развитием генно-инженерных биотехнологий.

Предлагаемый проект Государственной программы «Разработка и использование генно-инженерных биотехнологий в интересах сельского хозяйства и медицины» («Генетическая инженерия») на 2002-2006 гг. ставит своей целью ускоренное развитие и использование в РБ исследований по генетической инженерии и современных генно-инженерных биотехнологий как нового исключительно эффективного подхода к обеспечению продовольственной, экологической и государственной безопасности страны, здоровья населения.

В результате выполнения Программы будет в значительной степени решена проблема кадров, а также будет создана удовлетворительная материально-техническая база для дальнейшего наращивания потенциала генно-инженерных и биотехнологических исследований.

Выполнение научной части Программы позволит разработать новые эффективные генно-инженерные биотехнологии, клонировать хозяйственно-ценные гены и получить генетически модифицированные (трансгенные) формы растений, которые будут переданы для селекции новых сортов пшеницы, картофеля, томатов, клюквы крупноплодной и др., сочетающих высокую продуктивность, качество и устойчивость к вирусным и грибным болезням, гербицидам. Создание в последующем таких сортов позволит значительно повысить урожайность, снизить затраты на борьбу с болезнями, вредителями и сорняками, снизить загрязненность полей ядохимикатами, что даст высокий экономический, социальный, а также экологический эффект.

Выполнение Программы позволит также создать новые вакцины против наиболее распространенных и актуальных для республики вирусных и бактериальных инфекций, моноклональные антитела для терапии аллергических и аутоиммунных заболеваний человека, диагностические и лекарственные препараты,

оригинальные ветеринарные препараты для профилактики и лечения животных. Эти разработки позволят организовать отечественное производство вакцин (например, против гепатитов А, В, С, ВИЧ-инфекции, гриппа, туберкулеза), ветеринарных препаратов Аверин-1 и Аверин-2. Планируемое создание иммуноферментных диагностикумов позволит получить экономический эффект от внедрения не менее 1.2 млн. долларов США в год. Создание генно-инженерной пероксидазы щитовидной железы человека для иммуноанализа позволит сэкономить не менее 750 тыс. долларов ежегодно.

Таким образом, выполнение научной части Программы будет способствовать оздоровлению населения республики, улучшению экологической обстановки, уменьшению зависимости республики от импорта отдельных видов продовольствия, химикатов и лекарственных препаратов, расширению экспортного потенциала. Разработки и продукция, создаваемая на их основе, найдут широкое применение также в других странах.

При выполнении Программы создание и использование в хозяйственной деятельности генно-инженерных организмов будет осуществляться с соблюдением необходимых мер предосторожности. Разработка и принятие соответствующего законодательства в области биобезопасности позволит избежать возможных неблагоприятных эффектов генно-инженерных организмов для здоровья человека и окружающей среды.

Для финансирования научных исследований необходимо выделить средства из республиканского бюджета в размере 5146,0 млн. руб. (имеющиеся средства учреждений-исполнителей составляют 1029,0 млн. руб.).

Для технического оснащения учреждений-исполнителей Программы требуется 2600,0 млн. руб.

Для модернизации генетико-селекционного комплекса ИГЦ НАНБ требуется 120,0 млн. руб. капитальных вложений.

Реализация организационных мероприятий требует финансирования в размере 240 млн. руб., мероприятий по подготовке кадров – 790 млн. руб. Ряд организационных мероприятий и мероприятий по подготовке кадров не требуют специального финансирования.

Общая стоимость работ по выполнению Программы на 2002-2006 гг. составит 8896,0 млн. руб.

#### **Сроки выполнения Программы 2002-2006 гг.**

Государственный заказчик – Национальная академия наук Беларуси.

Головная организация-исполнитель – Институт генетики и цитологии НАНБ.

В результате выполнения Программы в Республике будет создана соответствующая мировому уровню материально-техническая база для научных работ, будут подготовлены собственные высококвалифицированные кадры специалистов, будут получены первые генно-инженерные продукты (трансгенные растения, лекарственные препараты) для сельского хозяйства и медицины.

Интенсивное развитие генно-инженерных биотехнологий в Беларуси будет способствовать оздоровлению населения, повышению продуктивности и качества сельскохозяйственных культур, улучшению экологической обстановки, уменьшению зависимости республики от импорта отдельных видов продовольствия, химических и лекарственных веществ, расширению экспортного потенциала страны.