

**Национальная академия наук Беларуси
Центральный ботанический сад**

**Интродукция, сохранение и использование
биологического разнообразия мировой флоры**

Материалы Международной конференции,
посвященной 80-летию Центрального ботанического сада
Национальной академии наук Беларуси
(19–22 июня 2012 г., Минск, Беларусь)

**В двух частях
Часть 2**

**Assessment, Conservation and Sustainable Use
of Plant Biological Diversity**

Proceedings of the International Conference
dedicated to 80th anniversary of the Central Botanical Garden
of the National Academy of Sciences of Belarus
(June 19–22, 2012, Minsk, Belarus)

**In two parts
Part 2**

Минск
2012

УДК 582:581.522.4(082)

ББК 28.5я43

И73

Редакционная коллегия:

*Д-р биол. наук В.В. Титок (ответственный редактор);
д-р биол. наук, академик НАН Беларуси В.Н. Решетников;
д-р биол. наук, ч.-кор. НАН Беларуси Ж.А. Рупасова;
д-р биол. наук, чл.-кор. НАН Беларуси Е.А. Сидорович;
канд. биол. наук Ю.Б. Аношенко; канд. биол. наук А.В. Башилов;
канд. биол. наук А.А. Веевник; канд. биол. наук И.К. Володько;
канд. биол. наук И.М. Гаранович; канд. биол. наук Л.В. Гончарова;
канд. биол. наук А.А. Кузовкова; канд. биол. наук Л.В. Кухарева;
канд. биол. наук Н.М. Лунина; канд. биол. наук Е.В. Спиридович;
канд. биол. наук В.И. Торчик; канд. биол. наук О.В. Чижик;
канд. биол. наук А.Г. Шутова; канд. биол. наук А.П. Яковлев.*

Иллюстрации предоставлены авторами публикаций

И 73 Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры; Материалы Международной конференции, посвященной 80-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. (19–22 июня 2012, Минск, Беларусь). В 2 ч. Ч. 2 / Нац. акад. Наук Беларуси, Централ. ботан. сад; редкол.: В.В. Титок /и др./, Минск, 2012. – 492 с.

В сборнике представлены материалы Международной конференции «Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры», посвященной 80-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси.

В 1-й части публикуются тезисы докладов секций «Теоретические основы и практические результаты интродукции растений» и «Современные направления ландшафтного дизайна и зеленого строительства»

Во 2-й части представлены тезисы докладов секций «Экологическая физиология и биохимия интродуцированных растений», «Генетические и молекулярно-биологические аспекты изучения и использования биоразнообразия растений» и «Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира».

УДК 582:581.522.4(082)

ББК 28.5я43

Производственный контроль в области безопасности генно-инженерной деятельности с непатогенными организмами

Аношенко Б.Ю., Титок В.В.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь,
e-mail: B.Anoshenko@cbg.org.by

Резюме. В Центральном ботаническом саду НАН Беларуси разработана инструкция безопасности генно-инженерной деятельности с непатогенными организмами, включающая меры биобезопасности при планировании, создании (получении), лабораторных исследованиях (работе в закрытых системах), полевых испытаниях (высвобождении в окружающую среду), хранении, перемещении, и обезвреживании (уничтожении) генно-инженерных организмов. Введенный производственный контроль соблюдения данной инструкции сводит к минимуму риск возможного неблагоприятного воздействия создаваемых и изучаемых генно-инженерных организмов на окружающую среду и здоровье человека.

Summary. Institutional control on safety of genetic engineering activities with nonpathogenic organisms. Anoshenko B., Titok V. Central Botanical Garden of National Academy of Science of Belarus, Minsk, Belarus.

The instruction on safety of genetic engineering activities (biosafety) with nonpathogenic organisms have been developed in the Central Botanical Garden of NAS of Belarus, which includes safety measures in planning creation or receiving genetic engineered organisms (GEOs), their laboratory investigation (contained use), field trials (the first release to the environment), storage, transportation and elimination. Implementation of the institutional control on compliance with these biosafety measures minimizes possible adverse effects of GEOs on the conservation and sustainable use of biological diversity and human health.

В 1972 году появилась первая публикация, в которой сообщалось о получении *in vitro* рекомбинантной ДНК, состоящей из фрагментов разных молекул ДНК: вирусной, бактериальной и фаговой. Работа была выполнена американским ученым Полом Бергом (Paul Berg) с сотрудниками и ознаменовала рождение новой отрасли молекулярной биологии – генной инженерии. В 1973 году С. Коэн (Stanley Cohen) и Г. Бойер (Herbert Boyer) разработали стратегию переноса функционально активных гибридных молекул ДНК в бактериальную клетку. За прошедшие сорок лет достижения генной инженерии как в познании механизмов функционирования организмов, так и в прикладном плане весьма внушительны. Однако уже после первых успешных экспериментов с рекомбинацией молекул ДНК появились первые опасения о возможном неблагоприятном влиянии генной инженерии на окружающую среду и здоровье человека.

В 1974 году в США была создана комиссия из ведущих исследователей в области молекулярной биологии для изучения этого вопроса. В трех наиболее известных научных журналах (Science, Nature, Proceedings of the National Academy of Sciences) было опубликовано так называемое «письмо Берга», которое призывало ученых временно воздержаться от экспериментов в этой области (мораторий на работы с рекомбинантными ДНК). В феврале 1975 года в Калифорнии на Асиломарской конференции собрались 140 ученых разных стран, работающих в области генной инженерии. Всесторонне изучив результаты и возможные последствия, было решено прервать мораторий и продолжить исследования с соблюдением специально разработанных правил. В 1976 году в США Национальным институтом здоровья (National Institutes of Health) была разработана система правил, строго регламентирующая проведение работ с рекомбинантными ДНК. Аналогичные правила и инструкции были разработаны и приняты практически во всех странах, в которых проводились исследовательские работы с рекомбинантными ДНК. В СССР санитарно-эпидемиологические правила «Безопасность работы с рекомбинантными молекулами ДНК» были утверждены 18 января 1989 г. и приняты к обязательному выполнению с 1 июля 1989 г. всеми учреждениями, занимающимися генной инженерией.

В 1978 году впервые был получен трансгенный человеческий инсулин, и с тех пор технология генетической модификации широко применяется в фармацевтике для изготовления различных лекарств. Первые генно-инженерные растения (растения табака со встроенными генами из микроорганизмов) были получены в США в 1982 г. Первые успешные полевые испытания трансгенных растений (устойчивые к гербицидам растения табака) были проведены в США и во Франции уже в 1986 г.

В конце 1980-х годов в США были получены первые линии генно-инженерных организмов (ГИО), предназначенные для коммерческого использования. Первым генетически модифицированным сортом стал помидор сорта «FLAVR SAVR™» (уникальный идентификатор ГИО – CGN-89564-2) с удлинённым сроком хранения, произведенный компанией «Calgene

(Monsanto)». Полевые испытания сорта «FLAVR SAVR™» были проведены в 1988--1992 гг. Национальным институтом здоровья (National Institutes of Health) и Управлением по контролю за качеством пищевых продуктов, медикаментов и косметических средств (Food and Drug Administration) была проведена всесторонняя проверка этого сорта, и после того как была доказана безопасность его применения, он в 1994 г. был разрешен на выращивание и использование в качестве продукта питания. Уже через 1--2 года биотехнологические компании поставили на рынок целый ряд сортов генно-инженерных растений: томатов, кукурузы, картофеля, табака, сои, рапса, кабачков, редиса, хлопчатника.

Необходимость в международном масштабе регулировать деятельность, связанную с генной инженерией, члены ООН признали на конференции в Рио-де-Жанейро в 1992 году. На ней 193 государства и Европейский союз (как отдельный участник конференции) 5 июня 1992 г. подписали Конвенцию о биологическом разнообразии и создали комитет по разработке Протокола по исключению вредного влияния современной биотехнологии (термин, принятый в Конвенции о биологическом разнообразии) на здоровье человека и окружающую среду [1]. Предполагалось, что на Внеочередном заседании Конференции Сторон в феврале 1999 г. в Картахена-де-Индиас (Колумбия) составленный Протокол будет принят (отсюда и его название). Однако делегатам не удалось прийти к соглашению, несмотря на напряженные переговоры [2]. Окончательный вариант Картахенского протокола по биобезопасности к Конвенции о биологическом разнообразии был принят в 2000 г. в Монреале и вступил в силу 11 сентября 2003 г. Республика Беларусь присоединилась к Картахенскому протоколу по биобезопасности 6 мая 2002 г.

За период с 1994 по 2012 гг. генно-инженерные сорта растений прочно вошли в практику сельского хозяйства: ежегодное увеличение посевных площадей под генно-инженерными сортами составляет около 10 млн. га (для сравнения, посевные площади Республики Беларусь составляют 5.5 млн. га). В 2011 г. генно-инженерные сорта сельскохозяйственных растений выращивались в 29 странах на общей площади 160 млн. га. Генно-инженерными сортами в 2011 году было занято 82% мировых площадей хлопка, 75% сои, 32% кукурузы и 26% рапса. В международной базе данных Механизма посредничества по биобезопасности (Biosafety Clearing-House) на начало 2012 г. зарегистрировано более 150 видов генно-инженерных организмов (растения, животные, микроорганизмы), около 400 сортов сельскохозяйственных растений, разрешенных к использованию в сельском хозяйстве или проходящих полевые испытания.

Достижения в области генной инженерии цветочных и декоративных культур скромнее, чем для сельскохозяйственных растений. В международной базе данных Механизма посредничества по биобезопасности (Biosafety Clearing-House) на начало 2012 г. зарегистрировано 15 сортов гвоздики (*Dianthus caryophyllus* L.) с измененной окраской цветка и удлиненным сроком хранения при срезке, 2 сорта розы (*Rosa hybrida* L.) с измененной окраской цветка. Однако работы по созданию трансгенных сортов цветочных и декоративных растений ведутся активно во многих странах, и в ближайшие годы следует ожидать появления на рынке большого количества новых сортов генно-инженерных декоративных растений с измененной окраской цветов, удлиненным сроком хранения, устойчивых к болезням и вредителям и рядом других признаков.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ/WHO), Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО/FAO) и Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП/UNEP), за сорок лет своего существования генная инженерия не причинила ущерба ни окружающей среде, ни здоровью человека. Это не свидетельствует о безопасности генной инженерии как таковой, а является следствием эффективного действия национальных систем безопасности генно-инженерной деятельности (биобезопасности) и их взаимодействия с международной системой биобезопасности в странах -- производителях генно-инженерных организмов.

Картахенский протокол по биобезопасности к Конвенции о биологическом разнообразии и созданная на его основе международная система биобезопасности регулирует обеспечение Сторонами Протокола «надлежащего уровня защиты в области безопасной передачи, обработки и использования живых измененных организмов, являющихся результатом применения современной биотехнологии и способных оказать неблагоприятное воздействие на сохранение и устойчивое использование биологического разнообразия, с учетом также рисков для здоровья человека и с уделением особого внимания трансграничному перемещению» (Картахенский протокол по биобезопасности, статья 1). По существу, международная система биобезопасности регулирует трансграничное перемещение и использование (в

терминах Протокола – помещение на рынок) уже готовых коммерческих генно-инженерных организмов [3]. Создание, ввоз для научных целей, изучение и испытание ГИО регулируется национальными системами биобезопасности. Именно создание, лабораторное изучение и полевые испытания ГИО, которые не прошли всестороннюю экспертизу биобезопасности, являются основным источником возможного неблагоприятного воздействия на сохранение и устойчивое использование биологического разнообразия и здоровье человека. Поэтому эффективность национальных систем безопасности генно-инженерной деятельности является основополагающим элементом биобезопасности как на национальном, так и международном уровнях [4].

В Республике Беларусь в 1998 г. был создан Национальный координационный центр биобезопасности (Постановление Совета Министров Республики Беларусь № 963 от 19 июня 1998 г.) для обеспечения эффективного участия Республики Беларусь в решении глобальной проблемы сохранения биологического разнообразия и координации деятельности, связанной с безопасностью использования достижений современной биотехнологии. Одной из первых задач Национального координационного центра биобезопасности была разработка национальной системы биобезопасности, включая разработку проектов законодательства, регулирующего безопасность генно-инженерной деятельности. Проект национальной системы биобезопасности для Республики Беларусь, в разработке которого участвовали А.П.Ермишин, Б.Ю.Аношенко, В.М.Зарьков, Е.В.Лаевская, был подготовлен в 2004 году [5], на основе которого был разработан и принят 9 января 2006 г. Закон Республики Беларусь «О безопасности генно-инженерной деятельности» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 17.01.2006 г., № 9, 2/1193), который вступил в силу 10 июля 2006 г. Настоящий Закон в совокупности с нормативно-правовыми актами законодательства, разработанными в его развитие, составляют основу нормативно-правовой базы национальной системы биобезопасности, в которой четко регламентированы вопросы биобезопасности от создания генно-инженерных организмов до их использования в хозяйственных целях. Однако ряд положений Закона Республики Беларусь «О безопасности генно-инженерной деятельности» не конкретизирован в нормативных документах органов государственного управления, в частности, порядок ведомственного и производственного контроля за осуществлением генно-инженерной деятельности.

В статье 27 Закона Республики Беларусь «О безопасности генно-инженерной деятельности» указывается:

«Юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие генно-инженерную деятельность, организуют и осуществляют производственный контроль в целях проверки соблюдения требований безопасности генно-инженерной деятельности, установленных нормативными правовыми актами и техническими нормативными правовыми актами в области безопасности генно-инженерной деятельности.

При осуществлении генно-инженерной деятельности первого уровня риска порядок производственного контроля в области безопасности генно-инженерной деятельности устанавливается осуществляющими ее юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями по согласованию с соответствующими территориальными органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь».

В Постановлении Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь «О требованиях безопасности к замкнутым системам при осуществлении работ первого уровня риска генно-инженерной деятельности» от 17 августа 2006 г. № 50 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 01.09.2006 г., №144, 8/14952) указывается:

«юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие генно-инженерную деятельность первого уровня риска генно-инженерной деятельности, обязаны:

обеспечивать осуществление работ в соответствии с инструкцией по безопасности работ, утвержденной юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими генно-инженерную деятельность первого уровня риска по согласованию с соответствующим территориальным органом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь».

На необходимость наличия инструкции по технике безопасности работ с генно-инженерными организмами указывается в Инструкции о порядке проведения испытаний непатогенных генно-инженерных организмов при их высвобождении в окружающую среду, утвержденной Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 29 августа 2006 г. № 57 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 11.09.2006 г., № 151, 8/14994):

«б. Юридические лица и индивидуальные предприниматели, проводящие испытания, должны иметь инструкцию по технике безопасности работ с генно-инженерными организациями».

Таким образом, в учреждении, занимающемся генно-инженерной деятельностью, должна быть Инструкция по технике безопасности работ с генно-инженерными организмами, утвержденная дирекцией учреждения и согласованная с соответствующими территориальным органом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, и установлен порядок производственного контроля соблюдения данной инструкции. Однако типовая инструкция по технике безопасности работ с генно-инженерными организациями и порядок производственного контроля до сих пор не разработаны ни органами государственного управления в области биобезопасности, ни ведомствами, осуществляющими генно-инженерную деятельность.

В Центральном ботаническом саду НАН Беларуси разработана в соответствии с нормативно-правовой базой Республики Беларусь в области безопасности генно-инженерной деятельности и согласована с Минским городским комитетом природных ресурсов и охраны окружающей среды Инструкция по безопасности генно-инженерной деятельности с непатогенными организмами в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси. Данная Инструкция может быть использована при разработке порядка производственного контроля безопасности генно-инженерной деятельности для других организаций, осуществляющих генно-инженерную деятельность с непатогенными организмами.

В Инструкции определяется:

- порядок общего руководства биобезопасностью, который осуществляет директор Центрального ботанического сада НАН Беларуси;
- порядок непосредственного руководства биобезопасностью, который осуществляют руководители подразделений;
- порядок и периодичность производственного контроля за соблюдением мер биобезопасности, который осуществляет комиссия по безопасности генно-инженерной деятельности ЦБС, ее права и обязанности;
- требования к работникам при осуществлении генно-инженерной деятельности;
- требования к помещениям, в которых осуществляется генно-инженерная деятельность;
- порядок создания и ввоза в ЦБС генно-инженерных организмов;
- порядок учета ГИО;
- порядок высвобождения ГИО в окружающую среду для проведения испытаний;
- порядок хранения ГИО;
- порядок перемещения и транспортировки ГИО;
- порядок уничтожения (обезвреживания) ГИО;
- ответственность работников за нарушение правил биобезопасности.

В соответствии с данной Инструкцией, еще до создания или получения ГИО из другой организации, проводится экспертная оценка комиссии по биобезопасности возможности создания или ввоза ГИО, не имеющих разрешения Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды республики на высвобождение в окружающую среду, что значительно уменьшает риски неблагоприятного воздействия ГИО при дальнейших исследованиях и испытаниях. Экспертная оценка комиссии по биобезопасности возможности создания или ввоза ГИО не затрагивает вопросы научной и практической значимости создаваемого (ввозимого) ГИО, которые находятся в компетенции других экспертных советов.

В Инструкции определяется порядок учета ГИО в соответствии с Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 17 августа 2006 г. № 51 «О порядке учета юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями созданных, ввозимых в Республику Беларусь, вывозимых из Республики Беларусь и перемещаемых транзитом через ее территорию непатогенных генно-инженерных организмов» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 01.09.2006 г., № 144, 8/14963). Учетный лист содержит информацию о ГИО в соответствии с Картахенским протоколом по биобезопасности, решениями Конференций Сторон Конвенции, выступающих в качестве совещаний Сторон Протокола, а также информацию, позволяющую проследить перемещение ГИО в другие подразделения ЦБС и другие организации.

Высвобождения ГИО в окружающую среду для испытаний проводятся в соответствии с Инструкцией о порядке проведения испытаний непатогенных генно-инженерных организмов при их высвобождении в окружающую среду, утвержденной Постановлением Министерства

природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 29 августа 2006 г. № 57 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 11.09.2006 г., № 151, 8/14994). Первое высвобождение ГИО в окружающую среду для испытаний проводится в ЦБС на опытном поле, специально оборудованном для предотвращения возможных вредных воздействий этих организмов на окружающую среду и соответствующем требованиям безопасности, установленным Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь «О требованиях безопасности к опытным полям и другим объектам, предназначенным для проведения испытаний непатогенных генно-инженерных организмов при их первом высвобождении в окружающую среду» от 29 августа 2006 г. № 56 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 11.09.2006 г., № 151, 8/14993).

В целом, Инструкция определяет порядок производственного контроля в области безопасности генно-инженерной деятельности в учреждении, включая планирование, создание (получение), лабораторные исследования (работу в закрытых системах), полевые испытания (высвобождение в окружающую среду), хранение, перемещение, и обезвреживание (уничтожение) ГИО. Контроль над ГИО осуществляется в течение всего периода нахождения его в учреждении, начиная с момента планирования создания (получения) ГИО. Соблюдение данной инструкции сводит к минимуму риск возможного неблагоприятного воздействия создаваемых и изучаемых ГИО на окружающую среду и здоровье человека.

Список литературы:

1. Handbook of the Convention on Biological Diversity Including its Cartagena Protocol on Biosafety, 3rd edition. Montreal. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2005, 1493p.
2. The Cartagena Protocol on Biosafety: a Record of the Negotiations. Montreal. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2004, p. 140.
3. Rules, Procedures and Mechanisms Applicable to the Processes under the Cartagena Protocol on Biosafety. Montreal. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2008, p. 30.
4. Ермишин А.П., Подлиских В.Е., Воронкова Е.В., Анощенко Б.Ю., Зарьков В.М. Биотехнология. Биобезопасность. Биозтика. Мн., Тэхналёгія, 2005, с. 430.
5. Ермишин А.П., Анощенко Б.Ю., Зарьков В.М., Лаевская Е.В. Проект национальной системы биобезопасности для Республики Беларусь. Мн., Тэхналёгія, 2004, с. 126.

Популяционно-генетическая структура *Sphaeropsis sapinea* в Беларуси

Баранов О.Ю.¹, Ярмолович В.А.², Пантелеев С.В.¹, Азовская Н.О.²

¹ Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель, Беларусь, *betula-belarus*

² Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Беларусь,
e-mail: yarm@tut.by

Резюме. В ходе работы на основании использования RAPD-анализа проведено изучение популяционно-генетической структуры *Sphaeropsis sapinea* в Беларуси. На основании полученных данных выявлены низкий уровень генетической изменчивости и высокая степень подразделенности между популяциями. Результаты географического анализа указывают на то, что *Sphaeropsis sapinea* не является инвазивным для Беларуси видом.

Summary. At present work, population genetic analysis of *Sphaeropsis sapinea* in Belarus, based on application of RAPD-assay, was carried out. Showed the low level of genetic diversity of species and high level of subdivision between populations. Data of *Sphaeropsis sapinea* gene geography indicates that this pathogen is not invasive alien species for Belarus.

Sphaeropsis sapinea (Fr.) Dyko & B.Sutton — анаморфный патогенный гриб, поражающий широкий спектр хвойных видов и распространенный в умеренных климатических зонах по всему миру [1]. Заболевания, вызываемые *S. sapinea*, ассоциированы с развитием различных типов симптомов, включая рак ветвей и ствола, суховершинность, окрашивание древесины, пожелтение хвои (шютте), поражение почек, гниль корневой шейки сеянцев и их полегание. Следует отметить, симптоматика болезни внутри определенного географического региона зачастую является сходной, и в то же время отличной от проявлений заболевания в других регионах. Большинство описанных случаев эпифитотий *S. sapinea* были