

На пути к генетически модифицированному миру

"Серое приземистое здание всего лишь в тридцать четыре этажа. Над главным входом надпись "ЦЕНТРАЛЬНО-ЛОНДОНСКИЙ ИНКУБАТОРИЙ И ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР" и на геральдическом щите девиз Мирового Государства: "ОБЩНОСТЬ, ОДИНАКОВОСТЬ, СТАБИЛЬНОСТЬ"... Так начинается роман Олдоса Хаксли "О дивный новый мир"... И так начинается третье тысячелетие. "Living in GM world" - "Живя в генетически модифицированном мире" - под такой рубрикой в западной прессе регулярно появляются сообщения о уличных демонстрациях против "еды Франкенштейна" - полученной с помощью генетически модифицированных растений или животных, о заявлениях священнослужителей, что человек в безумной гордыне принимает на себя роль Бога... Что трансгенные микробы, выпущенные на волю, или пожрут все живое или вызовут такие болезни, что... Что трансгенные люди... Что... И вправду, ЧТО? Что в этих словах правда, что от "добросовестного" незнания, что от "гордого" невежества, а что от преднамеренной лжи, направленной на раздувание тиражей, повышение рейтингов и подавление конкурентов?

Если говорить об объективной причине таких протестов и споров - она в том, что прогнозируемые экономические и экологические выгоды от широкомасштабного применения генетически модифицированных организмов, очевидны, конкретны и довольно часто выражаются в миллиардах долларов. А опасения, что это может принести вред - неопределенны. Можно ли сделать разумный выбор между определенной пользой и неопределенной опасностью?

Для обозначения организмов, несущих чужеродные гены часто применяются слова: генетически модифицированный, рекомбинантный, генно-инженерный, живой измененный, которые, в общем, являются синонимами. Здесь для краткости будет употребляться термин "трансгенный".

Все началось в 1972 году. Когда Пол Берг (Стэнфордский Университет, США) впервые объединил в пробирке в единое целое два гена, выделенных из разных организмов. И получил "молекулярный" гибрид, или рекомбинантную ДНК, которая сама по себе в природных условиях образоваться никак не могла. Затем такую рекомбинантную ДНК внесли в бактериальные клетки. И был создан первый трансгенный организм, несущий гены бактерии и гены обезьяны (онкогенного вируса обезьяны, если точнее). А затем были сконструированы микробы, несущие гены мушки дрозофилы, гены кролика, гены человека и... джинн (ген) вылетел из бутылки.... Набирая пары поезд пошел. Но тут машинисты дали тормоз и мощный тревожный гудок [1].

Несколько ведущих американских ученых, первым из которых поставил свою подпись Пол Берг, опубликовали в журнале "Сайенс" письмо, в котором призвали остановить работы по генной инженерии, до тех пор, пока не будут выработаны правила техники безопасности обращения с трансгенными организмами [2], которые, как полагалось, могут, помимо воли исследователей, иметь свойства, опасные для человека и среды его обитания. А вдруг человеческая ДНК, встроенная в микроб, приведет к его "возбуждению"? К тому, что он начнет безудержно размножаться и пожрет все живое и неживое? А что будет, если в микробную клетку (в кишечную палочку, которая обитает в кишечнике человека) встроены гены вируса обезьяны, способные превращать нормальные клетки человека в раковые? Не вызовет ли такая кишечная палочка массовую эпидемию злокачественных заболеваний? Не передаст ли она онкогены (гены, вызывающие рак) другим микробам?

В общем, предполагалось, что, трансгенные организмы, созданные без учета их вероятных экологических характеристик и не прошедшие длительной совместной эволюции с природными организмами, "вырвавшись из пробирки на свободу", смогут бесконтрольно и неограниченно размножиться, что приведет:

- к вытеснению природных организмов из мест их естественного обитания (из экологических ниш),
- к последующей цепной реакции "падающего домино" нарушений экологического равновесия,
- к уменьшению биоразнообразия,
- к активации дремлющих, ранее неизвестных патогенных микроорганизмов,
- к возникновению эпидемий ранее не известных болезней человека, животных и растений,

- к "побегу" чужеродных генов из трансгенных организмов,
- к хаотическому переносу генов в биосфере и, наконец,
- к появлению монстров, уничтожающих все.

В обществе разразилась гроза [1]. Кроме опасений биологического характера, стали высказываться опасения нравственные, этические, философские и религиозные. "Можно ли вмешиваться в дело Творца, не будучи ни всезнающим, ни всемогущим? Что бы эти умники не придумали - это станет оружием! Ради извращенного любопытства они погубят весь мир!" (И действительно, как тут не вспомнить, слова Энрико Ферми, потрясенного адской картиной первого атомного взрыва - "Прежде всего - это хорошая физика!").

Вокруг научных городков, где велась геновая инженерия, заперестрели плакаты шумных демонстраций. На заседание Национальной Академии Наук США ворвались манифестанты и развернули над столом президиума лозунг, хорошо известный истории XX века: "Мы создадим совершенную расу. Гитлер. 1933".

А в СССР в те времена все было тихо. Никаких опасений, и, тем более, демонстраций. В предисловии к первой советской публикации, посвященной потенциальным опасностям трансгенных организмов, академик, курировавший тогда советскую геновую инженерию, писал: "Неудивительно, что наиболее драматический характер общественная реакция на генетическую инженерию приобрела в США, в стране, где так резко выражены социальные противоречия, присущие капиталистическим общественным структурам. Нельзя избавиться от впечатления, что шум, поднятый вокруг генетической инженерии, был вызван тем, что легче запретить какую-либо науку или ограничить ее развитие под флагом заботы о благополучии общества, чем устранить инфляцию, безработицу, социальное неравенство в том же обществе." [3].

В 1973-74 г.г. в дело включились американские политики. В итоге - на геновую инженерию наложен временный мораторий - "запрет до выяснения обстоятельств". В течение которого на основании всех имеющихся знаний нужно было оценить все потенциальные опасности геновой инженерии и сформулировать правила техники безопасности, которые бы эти опасности минимизировали. В 1976 году правила были созданы. И запрет был снят.

«...и сказал им Бог: <...> владейте над рыбами морскими
[и над зверями], и над птицами небесными, [и над всяким скотом
и над всею землею], и над всяким животным, пресмыкающееся
на земле"
Бытие, 1, 28.

И грянула гено-инженерная революция! Давно уже стоящий под парами и с трудом удерживаемый трансгенный паровоз рванул и полетел вперед.

Первая станция называлась: "Молекулярные механизмы активности генов микроорганизмов".

Вторая - "Изумляющая мозаичная организация генов животных и человека".

Третья - "Трансгенные микробы - сверх-продуценты белков человека". Кому на большой бизнес - выходи!

Четвертая - "Геновая терапия человека".

Пятая - "Трансгенные растения и животные".

Шестая - "Геном человека - расшифровка информации, кодирующей нас". Стоянка. Ждем светофора. Впереди седьмая станция...

Это огромный город: "Клонирование человека". А за ним, согласно маршруту, то ли конечная, то ли начальная ...

"О Дивный Новый Мир" - генетическая модификация человека и биосферы". Но пока что - стоим. Еще - желтый! Пока только - желтый! Какой будет дальше? Красный? Или...?

По мере того, как поезд набирал скорость и количество его вагонов увеличивалось (применение методов геновой инженерии возрастало в геометрической прогрессии) строгость правил безопасности все время снижалась. Похоже, первоначальные страхи были сильно преувеличены. Случайно, в процессе "мирной" геновой инженерии, что-либо вредное самопроизвольно получиться не может. Первоначально техника безопасности работ с трансгенными организмами исходила из того, что эти химеры могут быть опасными, как, например, чума, черная оспа, холера, или сибирская язва. И поэтому с трансгенными микробами и работали, как будто они патогены, в специальных инженерных сооружениях, откуда живым может выйти только человек, да и то, после того, как снимет скафандр. Постепенно становилось все более ясным: риск был сильно

завышен. Трансгенные микробы, как оказалось, менее жизнеспособны, чем их не трансгенные предки. Чужеродные гены, которые нужны естествоиспытателю, живой клетке отнюдь не нужны и доставляют ей массу ненужных затрат. И в окружающей среде, как показано в многих экспериментах, трансгенные микробы, рожденные в "тепличных" лабораторных условиях, быстро гибнут. Да и человеческий ген, если его, "не переводя на язык, доступный микробам" (не модифицируя его структуру согласно правилам работы генов микроорганизмов) ввести в микробные клетки - работать не будет. А чтобы все же заставить человеческий ген (например, инсулина) хорошо работать, например, в пекарских дрожжах и тем самым, превратить их в живую фабрику инсулина, надо весьма постараться. А если весьма постараться и заставить работать в кишечной палочке ген холерного токсина - холерным вибрионом она не станет, и холеру вызвать не сможет (что доказано), а вот в жизнеспособности сильно потеряет.

В общем, за все время интенсивного и все расширяющегося применения генной инженерии (сейчас студенты осваивают генную инженерию на 3-4 курсе), так вот, во всем мире за 30 лет ни одного случая возникновения опасности, связанной с трансгенными организмами, зарегистрировано не было.

И возникла новая отрасль промышленности - трансгенная биотехнология, основанная на конструировании и применении трансгенных организмов. В США сейчас около 2500 генно-инженерных фирм. В каждой такой фирме работает примерно несколько десятков высоко квалифицированных специалистов, которые конструируют трансгенные организмы на основе вирусов, бактерий, грибов, растений, насекомых и животных. Если созданный организм действительно сможет приносить прибыль, фирма выставляет свои акции на биржу, где их покупает транснациональный гигант, который и запускает массовое производство.

Неподготовленному читателю, некоторые трансгенные проекты могут показаться, более дерзкими, чем, дуб, на котором растут сдобные булки. Например, шелковая овца, (шелк вместо шерсти), дрожжи, синтезирующие каучук, коза, у которой в молоке десятки граммов человеческого интерферона (ценное лекарство). Гордый трансгенный бык (кличка Герман, сделан в Германии), несущий человеческий ген лактоферина, кодирующий особый белок женского молока, от которого младенцы сладко спят, в коровьем молоке такого белка нет. Вот бык без усталости и работает производителем, и рождаются телочки, у которых молоко с женским белком, а у этих телочек будут другие телочки, у которых тоже будет этот ген и молоко с лактоферином и так до скончания века.

Считается, что единственными принципиальными ограничениями возможностей генной инженерии являются или ограниченная фантазия генного инженера, или ограниченное финансирование. Непреодолимых природных ограничений (как, например, в физике невозможность достижения сверхсветовых скоростей), в генной инженерии, похоже, нет - "...все позволено!".

И трансгенная биотехнология развивается дерзко и стремительно. Выполнение требований техники безопасности это развитие практически не тормозит. А правила предусматривают, что живые трансгенные организмы в природу попадать не должны. Преднамеренный выпуск (или интродукция) трансгенных организмов в окружающую среду категорически запрещен!

Однако в последние годы прошлого тысячелетия многие исследовательские коллективы приступили к интенсивному созданию трансгенных организмов, полезное действие которых должно проявляться именно в окружающей среде и которые предназначены для осуществления весьма знаменательного этапа в развитии цивилизации - для направленной генетической модификации биосферы. Это означает, что такие трансгенные микробы, растения и животные будут жить не в биореакторах, не в теплицах и клетках, а на свободе. Для чего?

- для остановки деградации и последующего улучшения окружающей среды;
- для замены (в максимально возможных масштабах) не возобновляемых источников энергии и сырья на возобновляемые;
- для повышения эффективности сельского хозяйства и пищевой промышленности;
- для контроля над наследственными заболеваниями человека;
- для генетической терапии наследственных болезней человека;
- для генетической модификации человека;
- для клонирования человека;
- для создания организмов, предназначенных для распространения жизни на других планетах;
- для создания принципиально новых, более перспективных форм жизни.

Попробуем все главные и самые актуальные проблемы Земли и пути их трансгенного решения свести в таблицу [4].

Проблема:	Пути решений:
Деградация окружающей среды.	
Парниковый эффект (перегрев атмосферы из-за накопления углекислого газа)	Трансгенные микробы, поглощающие CO ₂ из атмосферы;
Уменьшение количества плодородных земель наступление пустынь	Почвенные трансгенные микробы, активно поглощающие воду из атмосферы;
Загрязнение мирового океана и падение его продуктивности (мировой океан - основной генератор биомассы планеты)	морские трансгенные микробы с повышенной продуктивностью биомассы;
Снижение плодородия почв	Трансгенные микробы, повышающие плодородие почв;
Загрязнение почв и водоемов	Трансгенные микробы, утилизирующие загрязнители (нефтепродукты, остатки пестицидов, др.);
Кислотные дожди	Трансгенные микробы, эффективно утилизирующие окислы азота.
Истощение источников энергоносителей.	
Снижение нефтеотдачи скважин; истощение газовых месторождений	Трансгенные микробы, уменьшающие вязкость нефти (расщепление длинных углеводородных цепей); Трансгенные микробы синтезирующие CO ₂ (для повышения давления в скважине); Трансгенные водородные бактерии, водород как экологически чистое топливо; Трансгенные растения, сверх-синтезирующие эфиромасличные соединения (горюче-смазочные материалы); Трансгенные деревья с быстрым накоплением древесины (топливо).
Проблемы истощения сырья.	
Дефицит сырья	Трансгенные организмы, синтезирующие деградируемые био-пластики; Трансгенные микробы синтезирующие каучук, шелк; Трансгенные деревья с пониженным содержанием лигнина для производства бумаги; Трансгенные микробы для обогащения руд.
Повышение эффективности сельского хозяйства.	
Недостаточное плодородие почв; Вредные насекомые	Трансгенные микробы, такие как: биоудобрения и биоинсектициды;
Загрязнение среды	Трансгенные микробы для биоконверсии отходов с/х;
Возбудители болезней растений	Трансгенные микробы, уничтожающие фитопатогенов;
Болезни с/х животных	Трансгенные микробы как живые вакцины для ветеринарии;
Недостаточная продуктивность с/х растений	Трансгенные растения с повышенной пищевой и кормовой ценностью; Трансгенные растения, устойчивые: к стрессам, к гербицидам, к вирусам; Трансгенные растения, поражающие вредных насекомых; Трансгенные растения – продуценты вакцин (растительные съедобные вакцины); Трансгенные декоративные растения (флуоресцирующие цветы и др.);
Недостаточная продуктивность с/х животных	Трансгенные животные с повышенной продуктивностью биомассы и молока; Трансгенные животные как биореакторы, продуцирующие в молоке ценные белковые препараты; Трансгенные животные как доноры органов для трансплантации.
Повышение эффективности производства пищи.	
Недостаточная эффективность технологий	Трансгенные микробы для молочной промышленности, для пивоварения и виноделия.
Повышение эффективности здравоохранения.	
Малая эффективность вакцин, узкий спектр их действия; трудность терапии генетических болезней	Трансгенные микробы как живые пероральные поливалентные вакцины; Трансгенные вирусы, как векторы (переносчики трансгенов) для генетической терапии.
Контроль над наследственными заболеваниями и генетическими характеристиками человека.	

Трудность лечения наследственных заболеваний	Ранняя пренатальная молекулярная диагностика генетических дефектов и принятие решения о целесообразности продолжении беременности;
Накопление в популяции людей с нежелательными генетическими характеристиками	Молекулярная диагностика нескольких эмбрионов, полученных вне организма, и выбор лучшего для дальнейшего развития в организме матери; Клонирование людей с желательными генетическими характеристиками; Получение трансгенных людей.
Создание принципиально новых форм жизни.	
Необходимость колонизации других планет и распространения жизни во Вселенной	Создание трансгенных организмов, приспособленных к суровым условиям и потребляющих необычные вещества;
Возможное исчерпание потенциала эволюции биосферы Земли	Создание форм жизни, основанных на расширенном генетическом коде.

Все эти проекты, по степени их практического осуществления можно разделить на:

Успешно реализованные и далее развиваемые. Это, в основном, различные трансгенные растения и животные.

За последние 15 лет прошли полевые испытания 25 000 разных трансгенных культур, из которых: 40% - устойчивы к вирусам, 25 % - устойчивы к гербицидам, 25% - устойчивы к инсектицидам; посевы трансгенных гербицид-устойчивых растений (кукуруза, соя, хлопок) во всем мире составляют более 28 млн. га; с 1996 года в США на промышленной основе выращиваются трансгенные картофель, кукуруза и хлопок, поражающих вредных насекомых; в 2000 г рынок трансгенного зерна составил 3 млрд. долларов, в 2010 г должен составить 25 млрд. долл.

Основные опасения, связанные с трансгенными растениями, таковы: 1) чужеродные гены будут передаваться в нетрансгенные растения за счет трансгенной пыльцы, 2) трансгенные растения, созданные, чтобы поражать только вредных насекомых (колорадского жука, например), станут убивать и не вредных (пчел, например), 3) трансгенные растения могут оказаться аллергенными или токсичными. Все эти вероятности специально исследуются и потом минимизируются.

Трансгенные животные успешно используются: 1) для научных исследований, 2) в сельском хозяйстве, 3) как источники органов для трансплантации (в результате активности особых человеческих генов, органы таких животных после трансплантации вызывают меньше вредных последствий), 3) как живые биореакторы для производства терапевтических белков, 4) для тестирования вакцин, 5) для тестирования токсичности, канцерогенности и мутагенности разных веществ.

Основные опасения, связанные с трансгенными животными, таковы: 1) в них могут содержаться биологически активные вещества, попадание которых в пищу нежелательно (например, гормоны, стимулирующие рост, лактацию и др.,) 2) из-за активности трансгена в них может индуцироваться развитие нежелательных вирусов или синтез вредных веществ, 3) они могут "случайно" передать трансгены нетрансгенным сородичам. Все эти (и другие) нежелательные возможности должны быть изучены и, если они реальны, минимизированы.

Методы пренатальной молекулярной диагностики и генетической терапии применяются уже 20 лет. В 2000 г была успешно проведена работа по молекулярной диагностике человеческих эмбрионов вне организма, в частности; у супружеской пары, первый ребенок которой (девочка), страдал фатальным генетическим заболеванием (анемия Фанкони), был взят генетический материал и путем оплодотворения «в пробирке» было получено семь различных эмбрионов, которые развивались до стадии 128 клеток; у каждого из эмбрионов было отобрано по одной клетке (что не опасно для эмбриона), в каждой из этих клеток была проведена проверка нормальности гена, мутация которого приводит к анемии Фанкони; на основе этой информации был выбран здоровый эмбрион мужского пола, который затем был имплантирован матери для дальнейшего развития. После рождения нормального малыша, кровь из его пуповины использовали для успешного лечения его старшей сестры.

Генная терапия - это комплекс лечебных мероприятий, основанных на введении трансгенов в больной организм. Функционируя в клетках, они могут оказывать лечебное воздействие за счет: 1) компенсации врожденного или приобретенного генетического дефекта, 2) снижения синтеза в организме "вредного" белка и, 3) подавления функции "больного" гена [5]. "Устройствами", или векторами, вносящими трансген в клетки организма, являются неопасные вирусы, в состав которых заранее встраивается нужный трансген. Заражая и

развиваясь в организме векторный вирус активирует "лечебный" трансген. Главные опасности генной терапии связаны с вирусной природой носителя трансгена. Такой вирус не должен заражать других людей и не должен инфицировать половые (репродуктивные) клетки пациента, чтобы не передать трансген потомству и сделать его трансгенным. Статья 13 "Конвенции о правах человека и биомедицине" принятая в 1996 Советом Европы гласит: "Вмешательство в геном человека, направленное на его модификацию, может быть осуществлено только в профилактических, терапевтических или диагностических целях и только при условии, что подобные вмешательства не направлены на изменение генома потомков данного человека" [6]. Трансгенная обезьяна, которая будет передавать потомкам ген светящегося белка медузы (нужен для научных целей), успешно создана в США. В общем, считается, что в настоящее время технологии генной терапии, при их разумном выборе, не несут пациентам опасности, выходящей за рамки обычных медицинских процедур [5].

Реализуемые только в лабораторных условиях, поскольку массовое применение соответствующих трансгенных организмов в открытой среде пока запрещено из-за неясности экологических последствий. Это, в основном, трансгенные микробы, предназначенные для очистки почв и акваторий от загрязнителей (биоремедиация), для улучшения окружающей среды и др.

Не реализованные и не разрабатываемые по морально-этическим причинам Это, в основном, работы по полному клонированию человека и по созданию трансгенных людей. Клонирование организма - это технология, в результате которой организм развивается не из оплодотворенной яйцеклетки, а из клетки тела. Такая соматическая клетка, точнее, только ядро, может быть взято от другого индивида (мужчины или женщины), затем в пробирке это ядро искусственно запускают в развитие и имплантируют т.н. суррогатной матери, которая будет вынашивать ребенка, не будучи его генетической матерью. И затем в нормальный срок должен родиться человек, точная копия того, кто был донором клетки. Клонирование в пробирке человеческих эмбрионов до возраста не более 14 дней, нужных для получения из них культур клеток для медицины, в Англии уже разрешено. Похоже, это сильно стимулировало конкуренцию. Стали появляться сообщения о начале клонирования людей и притом в тех странах, где это не будет вызывать моральных возражений. Уже и термин новый появился «off-shore biotech lab» - оффшорная биотехнологическая лаборатория. (Весьма важные моральные, этические, философские и богословские проблемы, возникающие в связи с развитием трансгенной биотехнологии, в данной статье не рассматриваются).

Находящиеся в начальной стадии разработки из-за высокой сложности Это, в основном, создание принципиально новых форм жизни и организмов для колонизации других планет. Конструирование принципиально новой формы жизни уже несколько лет идет в Институте геномики (США), финансируемом концерном Новартис. Уже синтезированы два новых нуклеотида (два новых "символа") для нового генетического кода ("языка") [7]. В природном генетическом коде 4 нуклеотида, которые (за счет 64 разных комбинаций из 3 нуклеотидов), образуют 64 кодона (информационных сигнала), последовательность которых определяет последовательность аминокислот ("букв") в белковых молекулах ("словах"). Природные белки состоят только из 20 разных аминокислот (как все русские слова состоят из 33 букв), уникальная последовательность которых в каждом белке (слове) придает ему функцию (смысл). Уже синтезировано 80 новых аминокислот. Работа продолжается.

Проект создания микробов для Марса, которые должны утилизировать компоненты марсианского грунта и выделять углекислый газ, что должно привести к глобальному изменению климата, еще только обсуждается в НАСА. Полагается, что марсианских микробов нужно делать из тех земных, которые живут в Антарктиде.

Теперь же, после торжественных фанфар и загадочно - романтической темы, уходящей в глубины Космоса, следует, наверно, поговорить и об обратной стороне Луны.

Проснувшись однажды утром после беспокойного сна, Грегор Замза обнаружил, что он у себя в постели превратился в страшное насекомое.
Франц Кафка.

Когда речь идет об опасности или безопасности генетически модифицированного мира, то самые распространенные точки зрения, (а их, понятно, две - черная и белая), основываются преимущественно на "общих соображениях и здравом смысле". Например:

- в природе и так все разумно устроено, любое вмешательство в нее только все ухудшит;
- поскольку сами ученые не могут со 100% гарантией предсказать все, особенно, отдаленные, последствия выпуска в природу трансгенных организмов, не надо этого делать вообще;
- за миллиарды лет эволюции Природа перепробовала все возможные варианты создания живых организмов и ничего плохого не произошло, почему это должно получиться у человека?
- в Природе и так постоянно происходит перенос генов между разными организмами (в особенности, между микробами и вирусами), так что ничего принципиально нового трансгенные организмы в Природу не добавят.

Разумеется, что чиновники, выдающие разрешения на выпуск трансгенных организмов в среду и фирмы-разработчики, которым или прибыль получать или ущерб возмещать, такую философию в расчет не принимают. Риск должен быть оценен конкретно, в терминах качества и количества: что произойдет, как и почему, в каком масштабе, в каком случае, с какой вероятностью и каковы будут (качественно и количественно) размеры ущерба.

У специалистов основные опасения связаны, в первую очередь, с трансгенными микробами. Во-первых, если их однажды выпустить в природу, потом их уже не поймаешь. Во-вторых, в мире микробов распространен обмен генами между микроорганизмами разных видов. В третьих, экологические взаимодействия между микробами, а так же между микробами и другими организмами, изучены очень мало. В четвертых, науке известны только от 1 до 10% всех в действительности существующих природных микробов. Об остальных - никто ничего не знает. Поэтому прогнозировать последствия интродукции трансгенных микробов в природные экосистемы весьма затруднительно [8]. Тем более, что они будут там эволюционировать и обмениваться генами с природными организмами [9]. Именно потому в мире проведено только 10 полевых испытаний трансгенных микробов и, как уже говорилось, более 25 000 полевых испытаний трансгенных растений.

Практически во всех странах преднамеренный выпуск трансгенных организмов в среду регулируется соответствующими законами. Перед Россией проблема государственного регулирования интродукции трансгенных организмов встала в начале 90-х годов. Чтобы привлечь внимание Государственной Думы к этому вопросу заголовок соответствующей газетной статьи был сформулирован с учетом некоторых биографических и психологических особенностей ее депутатов [10]. И действительно, сравнительно быстро, уже в 1996 году был принят закон "О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности"[6].

Существуют, как уже говорилось, опасения, что трансгенные организмы приведут к уменьшению биоразнообразия, что трансгенные микробы, не признающие государственных границ, расползутся по планете и помимо запланированного полезного результата, дадут непредвиденный вредный эффект. Но чтобы конкретно установить, какие именно отрицательные последствия могут возникнуть и с какой вероятностью - надо ставить эксперименты. И для этого понемножку выпускать трансгенных микробов в среду и смотреть, что получится. А это запрещено. Замкнутый круг. Как быть? Смириться, что "не знаем и никогда не узнаем"? И отложить интродукции трансгенных микробов в долгий ящик? Чтобы они не открыли ящик Пандоры, которого, на самом деле, может, и нет? Или осторожно двигаться в неизвестность, имея возможность, в случае чего, нажать на тормоз и дать задний ход?

Если "да" - то нужна ли международная организация, которая, на основе предварительной экспертизы, разрешала бы или запрещала полевые испытания конкретных трансгенных организмов везде, где бы такие испытания не планировались? Чтобы она разрешала или запрещала выпуск на рынок продуктов, полученных из таких, (или с помощью таких) организмов?

А как быть с правительствами, которые не захотят (или не смогут) присоединиться к "Всемирному Комитету по генетической модификации биосферы"? И может ли какая-либо страна иметь национальный суверенитет на полевые испытания, например, микробов, предназначенных для глобального изменения климата всей планеты? Ведь, если, к слову, зазеленеет пустыня Сахара, что будет с пшеницей в Поволжье?

А если международное регулирование биотехнологии не нужно, не приведет ли чересполосица национальных правил, регулирующих выпуск в среду трансгенных организмов к тому, что из стран, где такие правила "либеральны" - трансгенные, например, микробы, "убегут" в страны, где правила "консервативны"? Да еще причинят там ущерб. Что тогда? А почему бы, например, транснациональной корпорации Икс не провести полевых испытаний там, где таких правил вообще еще нет? Ведь, что не запрещено - то можно?

А если даже большинство стран и договорится о согласовании правил оценки риска трансгенных организмов - как насчет профессиональных и моральных качеств чиновников и экспертов? Будут ли они одинаковыми, например, в США, в Германии, в Китае, в России и в Папуа Новой Гвинее?

А если развивающиеся страны и подпишут Всемирную Конвенцию о правилах интродукции, кто им заплатит за создание и поддержание соответствующих национальных инфраструктур, за консультации, за экспертизу, за мониторинг? Тот, кто будет проводить испытания? И потом "заказывать музыку?"

Дискуссии по этому поводу идут на международных форумах, где количество делегатов может превышать тысячу, в парламентах, в правительствах, в транснациональных корпорациях и на улицах и площадях, где дело иногда доходит до рукопашных схваток, имеющих, к счастью (или к несчастью - ненужное зачеркнуть), скоротечный и чисто символический характер.

Трансгенные организмы всех стран - объединяйтесь!
Лозунг XXI века.

Примерно половина всех программ, разрабатываемых ООН, UNIDO UNEP, направлена на то, чтобы предложить проекты международных соглашений для решений проблем, связанных с трансгенными организмами. Два главных документа - "Кодекс добровольно принимаемых правил, которых надлежит

придерживаться при интродукции (выпуске) организмов в окружающую среду" (далее - Кодекс), подготовленный Секретариатом UNIDO [11] и "Протокол по биобезопасности в рамках Конвенции по биологическому разнообразию", UNEP (далее - Протокол) [12].

Полагается, что Кодекс, как образец для добровольного подражания, будет полезным для правительств при разработке (или изменении) национальных правил, регулирующих создание и обращение с трансгенными организмами. Предусматривается, что "для обеспечения безопасного проведения биотехнологических работ, включая исследования, разработку, применение и связанные с ним выпуски ГМО в окружающую среду, страны нуждаются в:

- соответствующей научно-технической экспертизе;
- национальных структурах оценки и принятия решений;
- научно-консультативных органах;
- механизмах сбора информации о местных агрономических и природных условиях;
- системах обеспечения общественности информацией, а также в системах обучения персонала".

Протокол ожидает, что каждая присоединившаяся к Конвенции по биоразнообразию сторона, будет вводить и реализовывать превентивные меры для недопущения неблагоприятных воздействий трансгенных организмов на биоразнообразие. Эти меры должны включать оценку риска воздействия трансгенных организмов на окружающую среду и требование информировать об этом все заинтересованные стороны, а также обмениваться информацией и консультироваться с потребителями трансгенных организмов. Протокол требует, чтобы участники Конвенции, насколько это возможно и уместно, установили новые или поддерживали уже существующие средства для национального регулирования и управления рисками, связанными с интродукцией трансгенных организмов. Протокол также предусматривает, что подписавшие его "государства примут все необходимые меры, чтобы предупредить или свести в минимум риск существенного межграничного ущерба, и если таковой произойдет, то свести к минимуму его последствия".

Однако существует и другая точка зрения на международное регулирование развития биотехнологии. Один из американских авторов, назвал Конвенцию по Биоразнообразию "бюрократической бомбой с часовым механизмом" [13], а международное регулирование биотехнологии, основываемое на деятельности ООН, "разрушительным для науки и экономики XXI века" [14].

Qui prodest?

Две точки зрения на целесообразность международного регулирования биотехнологии соответствуют двум подходам к оценке потенциального риска трансгенных организмов [8].

Первый основан на оценке, насколько опасен непосредственный целевой продукт (или результат) генетической модификации (например, белок или целевое соединение). И не важно, каким методом создана генетическая модификация, традиционной селекцией, скрещиваниями или генной инженерией. При этом принципиально, что если продукт генетической модификации сам по себе безопасен и если модифицированный организм исходно был безопасным, то вероятность, что из-за данной генетической модификации организм может стать опасным, не рассматривается вообще. Такой подход к оценке риска называется "ориентированным на продукт" генетической модификации. Сторонники этого подхода (США и примкнувшие к ним страны) полагают международное регулирование биотехнологии не только не нужным, но и вредным.

Второй подход основан на всесторонней оценке, не приобрел ли исходно безопасный организм в процессе генетических модификации каких-либо опасных свойств. Этот подход к оценке риска принято называть "ориентированным на процесс" генетической модификации. Его придерживаются, в основном, европейские страны, полагающие международное регулирование биотехнологии необходимым. В чем же причины разногласий?

Да будут заслушаны обе стороны.

Вот что говорят противники международного регулирования биотехнологии. В частности, о Кодексе, о том, что Кодекс предусматривает и к чему, как полагается, приведет на самом деле [14].

Кодексом предусматривается:	На самом деле:
Все исследования и применения трансгенных организмов должны происходить только после оценки их риска	Общепринятых и надежных оценок риска трансгенных организмов не существует; Неоправданные опасения, касающиеся трансгенных организмов, вызывают отрицательную реакцию потребителей и снижают мотивы фирм для продвижения трансгенных организмов на рынок; Необходимость оформления большого количества документации и высокая стоимость полевых испытаний трансгенных организмов сильно замедляют развитие биотехнологии; Регулирование делает невозможным массовые полевые испытания многих вариантов трансгенных организмов для выбора наилучших и безопасных.
Помощь в создании национальных правил оценки риска трансгенных организмов и национальных инфраструктур, которые бы проводили такие оценки	Не предлагается никаких экономических стратегий создания таких инфраструктур в развивающихся странах.
ООН создаст международную информационную сеть и консультационную службу, обеспечивающие помощь в мониторинге влияния трансгенных организмов на окружающую среду и оказывающих помощь соответствующим национальным органам власти	Бюрократическая подмена выработки широкого научного консенсуса о действительных потребностях регулирования биотехнологии.

Что касается Протокола по биобезопасности, то в нем, как утверждается, весьма много неясностей и противоречий. В результате, слишком общие и неконкретные формулировки приведут к тому, что процедурам оценки риска с помощью полевых испытаний должны будут подвергаться любые живые организмы, модифицированные с помощью биотехнологии, а под биотехнологией поднимается любое применение технологий, в которых используются живые организмы или их производные (гены и т.п.).

Американские авторы, как правило, утверждают, что европейский подход, "ориентированный на процесс", является неоправданно сложным, трудоемким, длительным, дорогостоящим и не имеющим объективных критериев, которые были бы убедительны для любого эксперта.

Европейская точка зрения - анализ риска, "ориентированный на продукт", а так же отсутствие соответствующих международно согласованных правил применения и перемещения трансгенных организмов, приведут, на деле, к широкомасштабным экспериментам в открытой среде, вредные последствия которых могут быть необратимыми. Так ли это?

Когда дело касается экономики (т.е., политики), люди говорят не то, что имеют ввиду, а то, что позволит им получить то, что они действительно имеют ввиду. Вот что говорят стороны об истинных мотивах друг друга.

Американская сторона утверждает, что международное разрешительное регулирование биотехнологии на самом деле имеет целью оградить мировой биотехнологический рынок от натиска американской биотехнологии, безусловно занимающей передовые позиции в создании трансгенных организмов. Разумеется, при голосовании в международных организациях, представители США часто оказываются в меньшинстве. Однако, как полагается, кроме "патриотических протекционистских целей", эксперты, выступающие за международное регулирование биотехнологии, имеют и кое-какие личные мотивы. Представители стран, участвующие в органах Конвенции по биоразнообразию, ранее, как правило, занимались регулированием охраны окружающей среды. Их полномочия и бюджеты традиционно весьма скромны, именно поэтому, как полагается, эти эксперты поддерживают международные соглашения, которые создадут им новые должности, дадут влияние и дополнительное финансирование, чтобы рассматривать работы по оценке риска трансгенных организмов и утверждать гранты для полевых испытаний. Такая бюрократическая практика может стать питательной средой для коррупции и других злоупотреблений. Развивающиеся страны тоже намерены получить свою долю от пирога международного регулирования биотехнологии; не исключено, что средства, направляемые на создание национальных инфраструктур биобезопасности, пойдут на другие цели (в подлиннике - "будут каннибализированы") [14].

В целом, полагается, что "за такую обскурантистскую политику ООН заплатят потребители, ибо им, в конечном счете, придется платить и более высокую цену за более дорогие сельско-хозяйственные продукты и более высокие налоги, чтобы поддерживать раздутую бюрократию. И в конечном счете, агробиотехнология,

обещавшая в 70-х гг увеличить производство пищи в развивающихся странах, становится технологией для маленьких магазинов, где продаются дорогостоящие продукты для богатых покупателей из постиндустриальных стран" [14].

Точка зрения на истинные мотивы противников международного регулирования биотехнологии формулируется весьма кратко: они прямым образом экономически заинтересованы в соответствующих фирмах. В частности, американские представители, участвующие в работе над Протоколом, иногда характеризуются как "хорошо накормленные" (well fed) [15].

Так где же истина? И кто прав? На данный момент проблема потенциальной опасности трансгенных организмов действительно содержит много неопределенностей. А чем меньше знаний, тем больше мнений и неконкретных опасений. Но решения надо принимать конкретные, здесь и сейчас.

Стратегическая важность развития современной биологии для обеспечения биологической безопасности страны [16], а так же большое значение международного регулирования биотехнологии, хорошо понимаются и в России [17]. К кому присоединится Россия в деле трансгенной биотехнологии? К тем, кто за международное регулирование или к тем, кто против?

Именно Советский Союз и был первой в мире страной, где преобразование природы было провозглашено государственной задачей первостепенной важности. Планировалось, что такое мичуринское преобразование будет происходить за счет изменения генов под влиянием изменений окружающей среды [18]. Теперь эти дерзкие пань близки к выполнению. Но с точностью до наоборот. Изменение окружающей среды будет происходить за счет изменения генов.

Как ответит на этот вызов Россия, страна давшая миру Николая Вавилова и Трофима Лысенко?

«...ибо кто имеет, тому дано будет и приумножится,
а кто не имеет, у того отнимется и то, что имеет".
Матфей, 13, 12.

Что даст - трансгенная биотехнология городу и миру? Как и в любом вопросе, здесь существуют две основные точки зрения: оптимистическая и трезвая. Полагается, что будет значительно повышена продуктивность сельского хозяйства и пищевой промышленности, что окружающая среда станет дружелюбной и гармоничной, что будут изобретены лекарства от СПИДа, от рака, от немощной старости и дурной наследственности.

Что миру хватит еды. Что трансгенная биотехнология сделает пищу дешевой. И что это приведет к решению многих проблем развивающихся стран. К избавлению их от голода, нищеты и болезней, связанных с бедностью. К промышленному развитию и к просвещению. К развитию наук и самобытных культур. И в целом, к снижению остроты экономического и политического противостояния Север-Юг. К сглаживанию раздирающих мир противоречий. К устойчивому и гармоничному развитию единой цивилизации и биосферы.

Однако в мире уже сейчас достаточно продовольствия, чтобы накормить всех. Но деньги, чтобы его купить, есть только у некоторых. В Америке, как известно, правительство платит фермерам, чтобы они не производили слишком много. Ибо излишки приведут к падению цен, а падение цен приведет к нерентабельности производства и к его уменьшению. А это приведет к дефициту, что вызовет повышение цен и стимулирование производства и т.д. Такие колебания никому не нужны. Производство должно превышать платежеспособный спрос настолько, чтобы не стать нерентабельным. Таким образом, при необходимости эффективность существующего мирового сельского хозяйства уже сейчас сможет обеспечить всех.

А если дешевые трансгенные продукты раздавать бесплатно, в качестве гуманитарной помощи? Но тогда возникнет проблема, которую иногда называют "ловушкой христианского милосердия". Действительно, как не помочь ближнему? Да еще от "излишков"? Но, как показывает опыт, такая помощь, на деле часто приводит к ухудшению ситуации и к усугублению проблем, которые должна была решить. Ибо в реальности, эта помощь пойдет не на развитие образования, земледелия и промышленности, а на уменьшение смертности и повышение рождаемости. И голодных станет еще больше и они будут еще беднее.

А если голодающим подарить не "не рыбу, а удочку"? Но современная высокотехнологичная (и поэтому конкурентоспособная) "удочка" может оказаться слишком сложной для голодного, полуголодного и "не слишком грамотного" рыбака. Простая же удочка будет неконкурентоспособной. И ловить ею можно только в условиях резервации, а всемирное дело идет к глобализму.

Поэтому весьма похоже, что трансгенная биотехнология повысит продолжительность и качество жизни в

промышленно развитых странах, что еще больше увеличит постарение населения и, наверное, еще больше понизит рождаемость.

А в развивающихся...

Впрочем, чего стоят все наши прогнозы? В XVIII веке верили, что всеобщее благо произойдет от просвещения, в XIX – что от пара и электричества, в XX - от атомной энергии, в XXI - от генной инженерии.

Так что же нас ждет?

Трансгенный Эдем?

Всемирный инкубаторий?

Еще больше расколотый мир?

Или расколотый ящик Пандоры?

Библиография

1. Watson J.D., Tooze J., The DNA Story. A documentary story of gene cloning .W. H. Freeman and Company, San Francisco, 1981, 605 p.
2. Berg P., Baltimore D., Boyer H.W., Cohen S.N., et al. Potential Hazards of Recombinant Molecules. Science, 1974, v. 185, p.303.
3. Вельков В.В., Опасны ли опыты с рекомбинантными ДНК. Природа, 1982, N 4, с.18-26.
4. Velkov V.V. Environmental genetic engineering: hope or hazard? Current Science, 1996,. v. 70, N9, p. 823-832
5. Зеленин А.В., Генная терапия: этические аспекты и проблемы генетической безопасности. Генетика, 1999, т.35, N 12, с.1605-1612.
6. Этико-правовые аспекты проекта "Геном человека" (международные документы и аналитические материалы). Ред.- состав. В.И. Иванов, Б.Г. Юдин. М., 1998, 190 с.
7. Service R.F., Creation`s Seventh Day, Science, 2000, v.289, p. 232- 235.
8. Вельков В.В. Оценка риска при интродукции генетически модифицированных микроорганизмов в окружающую среду. Агрохимия, 2000, N8, с. 76-86.
9. Velkov V.V., How environmental factors regulate mutagenesis and gene transfer in microorganisms. Journal of Biosciences, 1999, v.24, N 4, p.529-559.
10. Вельков В.В., В биосферу - с чистой совестью. Россия должна срочно принять нормативные акты, регулирующие методы" выпуска на волю" генетически измененных организмов. Московские новости, 1993, N 44 от 31 октября, стр.12.
11. "Кодекс добровольно принимаемых правил, которых надлежит придерживаться при интродукции (выпуске) организмов в окружающую среду". Микробиология, 1993, т.62, вып. 2, с.367-374.
12. <http://www.biodiv.org/biosafe/BIOSAFETY-PROTOCOL.htm>.
13. Miller H.I., Is the Biodiversity Treaty a Bureacratc Time Bomb? Hoover Institution on War, Revolution and Pease, Stanford University, 1995, 11 p.
14. Miller HL, UN-based biotechnology regulation: scientific and economic havoc for the 21st century. Trends in Biotechnology, 1999, v.17, p. 185-190.
15. Anonymous. Seeds of consensus. Nature, 2000, v.403, N 6769, p.472.
16. Спирин А.С., Современная биология и биологическая безопасность. Вестник РАН, 1997, N7, с.579-588.
17. Дудов В.И., Голиков А.Г., Потехин О.Е., Красовский О.А., Правовые вопросы межграницного перемещения генетически измененных живых организмов. Биотехнология, 1999, N6, с.80-85.
18. Сойфер В.Н., Наука и власть. История разгрома генетики в СССР. М., "Лазурь", 1993, 706 с.

Василий Вельков,
сотрудник Института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина

Напечатано в журнале «Человек», 2002, N2, стр.22-37.

Статья написана на основе публичной лекции, прочитанной 25 декабря 2000 года в Доме Ученых Научного Центра Биологических Исследований РАН, Пущино на Оке.

Автор: Артур Скальский © ПОЛИТ.РУ НАУКА, МИР 👁 4667 07.08.2003, 17:35

URL: <https://babr24.com/?ADE=8514> Bytes: 47748 / 45896 Версия для печати Скачать PDF

Поделиться в соцсетях:

Также читайте эксклюзивную информацию в соцсетях:

- [Телеграм](#)

- [ВКонтакте](#)

Связаться с редакцией Бабра:

newsbabr@gmail.com

Автор текста: **Артур
Скальский.**

НАПИСАТЬ ГЛАВРЕДУ:

Телеграм: @babr24_link_bot

Эл.почта: newsbabr@gmail.com

ЗАКАЗАТЬ РАССЛЕДОВАНИЕ:

эл.почта: bratska.net.net@gmail.com

КОНТАКТЫ

Бурятия и Монголия: Станислав Цырь

Телеграм: @bur24_link_bot

эл.почта: bur.babr@gmail.com

Иркутск: Анастасия Суворова

Телеграм: @irk24_link_bot

эл.почта: irkbabr24@gmail.com

Красноярск: Ирина Манская

Телеграм: @kras24_link_bot

эл.почта: kras24.babr@gmail.com

Новосибирск: Алина Обская

Телеграм: @nsk24_link_bot

эл.почта: nsk.babr@gmail.com

Томск: Николай Ушайкин

Телеграм: @tomsk24_link_bot

эл.почта: tomsk.babr@gmail.com

Прислать свою новость

ЗАКАЗАТЬ РАЗМЕЩЕНИЕ:

Рекламная группа "Экватор"

Телеграм: @babrobot_bot

эл.почта: equatoria@gmail.com

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО:

эл.почта: babrmarket@gmail.com

[Подробнее о размещении](#)

[Отказ от ответственности](#)

[Правила перепечаток](#)

[Соглашение о франчайзинге](#)

[Что такое Бабр24](#)

[Вакансии](#)

[Статистика сайта](#)

[Архив](#)

[Календарь](#)

[Зеркала сайта](#)